



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“APLICACIÓN DEL CICLO DE DEMING PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE CHANCADO EN UNA MINERA QUE EXTRAE
ORO, PERÚ - 2016”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

DAGA CHAMORRO, HENRY CLAUDIO

ASESOR:

ING. JAIME ENRIQUE MOLINA VÍLCHEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

JURADO CALIFICADOR

1-
Ing. Presidente del Jurado

2-
Ing. Secretario del Jurado

3-
Ing. Vocal del Jurado

Dedicatoria

A Dios Padre que con su bondad me dio
una hermosa Familia.

A mis padres que forjaron en mi la
Perseverancia y ganas de sobresalir.

A mi asesor, por ser guía durante todo el proceso

A Ronald, por ser un gran ejemplo
De emprendimiento y dedicación.

Agradecimiento

A mi familia, por ser mi fuerza en este largo camino, por los valores aprendidos y la alegría de compartir maravillosos momentos.

A las tres mujeres más cercanas a mí: Dora, Zulema y Adriana por ser testigos clave de los sacrificios realizados.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Henry Daga Chamorro con DNI N° 44398608, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Diciembre del 2017

Henry Daga Chamorro

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y Tesis de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis “Aplicación del ciclo de Deming para aumentar la productividad del área de chancado en una minera que extrae oro, Perú - 2016”

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El autor

RESUMEN

Esta tesis fue realizada con el fin de analizar la “Aplicación del ciclo de Deming para aumentar la productividad del área de chancado en minera que extrae oro, Perú - 2016” y cuyo objetivo general es Determinar cómo el Ciclo de Deming aumentará la productividad del área de chancado. Para lo cual usaremos el concepto de José Moyano quien fundamenta la filosofía del Ciclo de Deming (PHVA) que busca la mejora continua de los procesos y como interactúa con la Productividad del área de Chancado afectando su Eficiencia y Eficacia, términos definidos por García Cantú en sus escritos.

El trabajo que se presenta es de diseño pre experimental pues manipulamos deliberadamente una variable para estudiar los efectos sucedidos en otra variable por medio de fichas de observación validados mediante el juicio de expertos y recabando datos en planta concentradora, el muestreo es nulo pues la población es en cantidad 12 datos, tonelajes de los 12 meses del año 2016, tomados de dos (02) Chancadoras cónicas MP- 800.

Palabras clave: Productividad, Eficiencia, Eficacia, Chancado

ABSTRACT

This thesis was carried out in order to analyze the "Application of the deming cycle to increase the productivity of the mining area that extracts gold, Peru - 2016" and whose general objective is to determine how the Deming cycle will increase the productivity of the area of crushing. For which we will use the concept of José Moyano who bases the philosophy of the Deming Cycle (PHVA) that seeks the continuous improvement of the processes and how it interacts with the Productivity of the crushing area affecting its Efficiency and Efficiency, terms defined by García Cantú in his writings.

The work that presents a pre-experimental design presentation because we deliberately manipulate a variable to study the effects that occurred in another variable by means of observation cards validated by the experiment and collecting data in the concentrator plant, sampling is therefore the population in quantity 12 data, tones of the 12 months of the year 2016, taken from two (02) MP-800 conical crushers.

Keywords: Productivity, Efficiency, Efficiency, Crushing

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
1.1.	REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.1.1.	ÁREA CRÍTICA: ÁREA DE CHANCADO SECUNDARIO	17
1.1.2.	Diagrama de Ishikawa	19
1.1.3.	DIAGRAMA DE PARETO	20
1.2.	TRABAJOS PREVIOS	21
1.3.	TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	29
1.3.1.	CICLO DE DEMING (PHVA).....	29
1.3.2.	PRODUCTIVIDAD	37
1.3.3.	DIMENSIONES.....	39
1.3.4.	EXTRACCIÓN DE ORO	40
1.4.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	44
1.4.1.	PROBLEMA GENERAL	44
1.4.2.	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	44
1.5.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	45
1.5.1.	JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA:.....	45
1.5.2.	JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	45
1.5.3.	JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	46
1.6.	HIPÓTESIS.....	47
1.6.1.	HIPÓTESIS GENERAL	47
1.6.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	47
1.7.	OBJETIVOS.....	48
1.7.1.	OBJETIVO GENERAL.....	48
1.7.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	48
II.	MÉTODO.....	49
2.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	50
2.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	50
2.2.	VARIABLES.....	52
2.2.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	52
2.2.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	53
2.2.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	54
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	57
2.3.1.	POBLACIÓN.....	57

2.3.2.	MUESTRA.....	57
2.3.3.	MUESTREO	57
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD 58	
2.4.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	58
2.4.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:.....	58
2.4.3.	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	59
2.5.	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	60
2.5.1.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	60
2.5.2.	ANÁLISIS INFERENCIAL	60
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS.....	60
2.7.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	61
2.7.1.	SITUACIÓN ACTUAL.....	61
2.7.2.	PROPUESTA DE LA MEJORA	71
2.7.3.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	83
2.7.4.	RESULTADOS	85
2.7.5.	ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO	92
III.	RESULTADOS	93
3.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	94
3.1.1.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	94
3.1.2.	ANÁLISIS INFERENCIAL	97
IV.	DISCUSIÓN.....	104
V.	CONCLUSIONES	106
VI.	RECOMENDACIONES	108
VII.	Bibliografía	110

I. INTRODUCCIÓN

Las empresas en el Perú han adoptado la mentalidad de disminuir los gastos innecesarios a causa de la crisis presentada el 2008. Muchas de ellas se vieron en la necesidad de reducir el personal y adaptar estrategias que permitan la reducción de mermas, stocks altos, etc. Que pueda influir negativamente en los costos. La crisis del 2008 fue acusada sobre todo por la baja del precio del cobre que llegó a bajar aproximadamente 1.9 dólares por libra y que hasta el 2016 sigue inestable. Es por esta razón que las empresas, sobre todo las encargadas de extraer este mineral, se encuentran en una carrera constante por reducir los costos de sus operaciones. Cabe resaltar que dicha crisis repercute no solo en las empresas que extraen cobre sino a todas las vinculadas directa o indirectamente a dicho mineral, es el caso de la empresa minera donde se ejecuta el estudio del presente trabajo que es una compañía dedicada a la extracción de oro y que aunque el precio del oro se siga manteniendo estable, es mejor obedecer el antiguo refrán y “guardar pan para mayo” adoptando las mismas estrategias. El aumento de la productividad es un factor que se toma más en cuenta para poder hacer frente a esta crisis y ayudar a las empresas a mantenerse competitivos en el mercado tanto local y mundial.

Este trabajo de investigación presenta la optimización de Liners de la chancadora secundaria de una compañía minera que extrae oro al norte del país, dicha optimización mejora el rendimiento de estas piezas aumentando su tiempo de vida útil y por ende disminuyendo los tiempos de parada de planta. En el primer capítulo se presenta la realidad problemática nacional e internacional, la realidad problemática de la empresa, así como los objetivos e hipótesis del estudio, para el cual se aplicará el Ciclo de Shewart mejor conocida como Ciclo de Deming en el proceso del chancado secundario. En el Segundo capítulo, se trata sobre la estructura de esta investigación, tipo, diseño y demás características.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En estos últimos años hemos sido testigos de la disminución en el precio de los minerales, el oro es entre ellos el único que se vio menos afectado, sin embargo las compañías mineras a nivel mundial comenzaron a tomar diversos controles para evitar pérdidas y aplicar cualquier estrategia que les permita aumentar la rentabilidad de sus operaciones. A nivel global, el precio de los metales es el que modifica la economía a nivel global, uno de ellos, el cobre es el que se vio más afectado, los especialistas afirman que el precio del cobre es a nivel global uno de los más significativos *Commodities* que afectarían a la economía de las empresas. (Fajardo, 2015), Luis Fajardo, periodista económico de BBC Mundo escribe: “Se dice que es un buen indicador de cómo le va a ir a la economía en su conjunto, pues es un material usado para toda clase de procesos industriales, desde la construcción de vivienda hasta la manufactura de los aparatos tecnológicos más sofisticados.” Al referirse a la importancia del cobre en la economía mundial.

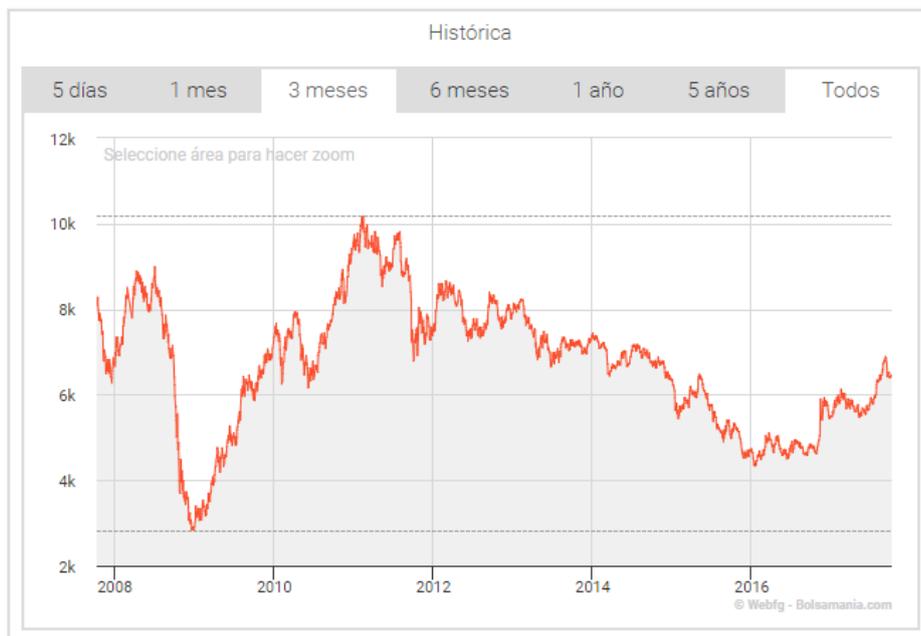


Gráfico 1: Variación del Precio del Cobre 2008 – 2017) (Bolsamania, 2017)

El precio del Cobre en el 2016 se siguió desvaneciendo hasta alcanzar los US\$ 2.12 por libra a diferencia de los US\$ 2.86 en los que se mantenía a inicios del año 2015, esto da a presagiar que las empresas mantendrán su estrategia de abaratamiento de costos de producción, sin embargo el precio del oro se muestra en subida desde el 2008 alcanzando su mayor cotización en Agosto del 2016.

Cotización del Oro

(US\$/oz.tr.)



Variación %			
17 May.2017	10 May.2017	28 Abr.2017	30 Dic.2016
US\$ 1 257,4 / oz tr.	2,8	-0,7	8,5

(Gráfico 2: Variación del Precio del oro 2015 – 2017)(BCRP, 2017)

Por otro lado, las empresas necesitan mejorar sus procesos para mantener la competitividad de sus productos en el mercado, donde la eficiencia y la eficacia dentro de sus líneas de producción son importantes para desarrollarse, es ahí donde se realizan los primeros estudios para mejorar la productividad,

La calidad basada en la mejora continua nace en el Japón de la post guerra, motivada por la necesidad de que la economía necesitaba una reconstrucción y recuperación mientras Vivian la ocupación de las fuerzas aliadas. Fue en esos tiempos que grandes catedráticos de universidades renombradas llegaron a Japón, entre ellos el profesor de la Universidad de

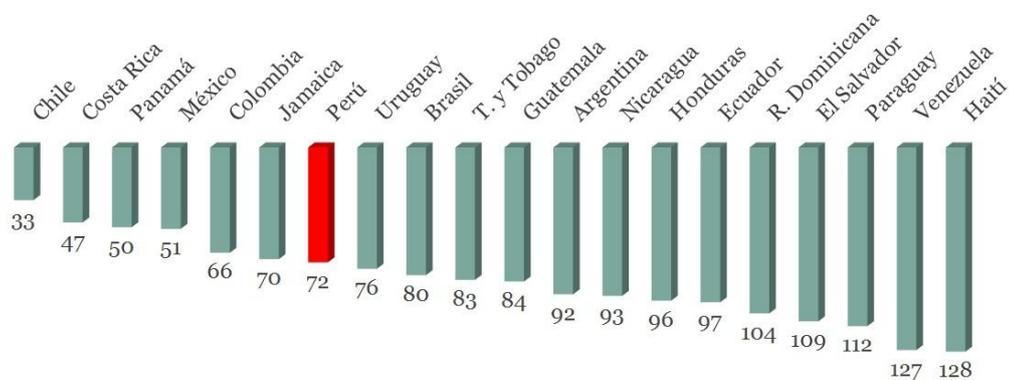
Columbia William Edward Deming, en esta crisis, los pobladores pasaban por una especie de depresión que era llamado condición Kyodatsu, que quiere decir sin ganas de vivir, que acabo con gran número de pobladores, los que sobrevivieron a esa crisis arraigaron dentro de ellos la cultura de kaisen (Cambio para mejorar), Bajo este escenario Edward Deming en Agosto de 1950 en el Centro de Convención Hakone en Tokio expuso una elocuente conferencia llamada “Estadística de la Calidad del Producto” donde definió 14 principios gerenciales y el ciclo PDCA (del inglés Plan, Do, Check, Act) como una estrategia de mejora continua conocida hoy en día como espiral de mejora continua o ciclo de calidad basados en los conceptos ideados por Walter A. Shewhart. Esta conferencia fue de gran inspiración para la audiencia conformada por los líderes empresariales de la industria manufacturera que en ese momento era una industria sinónimo de productos baratos y de mala calidad y con un total desconocimiento de las herramientas estadísticas de estándares internacionales.

Gracias a las teorías de Deming, muchas empresas e incluso a países completos mejoraron su productividad y competitividad. En tiempos de crisis es para las generaciones actuales un modelo a seguir e implementar, por ello en este trabajo se trata sobre el PHVA y los efectos positivos que causa en la productividad de las empresas.

En el Perú no era de esperarse un resultado diferente al que se vivía ya en todo el Mundo, la crisis comenzaba a hacer sentir el impacto económico y las empresas mineras tenían que tomar medidas drásticas que en muchos casos fueron tomadas como abuso. Julio Ortiz, quien fuera en el 2008 el Secretario general adjunto de la Federación Nacional de Trabajadores Mineros Metalúrgicos y Siderúrgicos del Perú, menciona en una entrevista del Diario La República que se encontraban en pie de lucha pues el Ministerio de Trabajo ni el de Energía y Minas daban respuesta para que los despidos masivos no continuasen, “En tres meses han despedido 3,342 trabajadores en 21 empresas de todo el país” declaró. (Diario La Republica, 2008), muchas de las empresas afectadas por la crisis a causa de la caída del precio del cobre siguen hasta la actualidad con la mentalidad de reducir costos, las demás empresas de la industria peruana (que no extraen Cobre)

también se ven afectadas indirectamente al ser parte de la cadena de suministros que termina por venderles a clientes que extraen cobre, sobre todo compañías mineras tales como Southern Perú Cooper Corporation, Cerro Verde, entre otras.

El presente año pese al precio de los metales el país subió dos puestos en el ranking mundial de competitividad entre empresas, tal como lo escribe (CDI, 2017) “Nuestro país se ubica en el puesto 72. Sube 2 posiciones respecto al Informe anterior. Mantenemos la tercera posición a nivel países de Sudamérica detrás de Chile y Colombia y continuamos en la sexta posición entre los países de Latinoamérica y el Caribe.”



(Gráfico 3: Perú en el Ranking de Competitividad - Latinoamérica) (CDI, 2017)

La empresa donde se realiza el presente estudio, se localiza al norte del Perú y se dedica a la extracción de oro. A pesar de que el precio del oro se mantiene estable esta empresa no se encuentra fuera del problema que causa la baja del cobre ya que está en una constante carrera por disminuir los costos de operación, para ello mencionaremos a grandes rasgos las operaciones y ahondaremos en el área donde se realiza esta investigación que es el área de chancado secundario donde evaluaremos si la eficiencia se ve afectada al aplicar el Ciclo de la mejora continua de Deming y poder concluir que los costos de operación son reducidos al alargar la vida útil de los Liners de Chancadora Secundaria.



Gráfico 4: Precio del Oro 2006 - 2017) (Index Mundi, 2016)

1.1.1. ÁREA CRÍTICA: ÁREA DE CHANCADO SECUNDARIO

Es en esta área donde se desarrolla el presente trabajo, particularmente en las chancadoras secundarias Cónicas 01 y 02 de marca Metso modelo MP-800. Cada una de ellas usa dos repuestos consumibles que se desgastan con el trabajo de conminución que realizan.



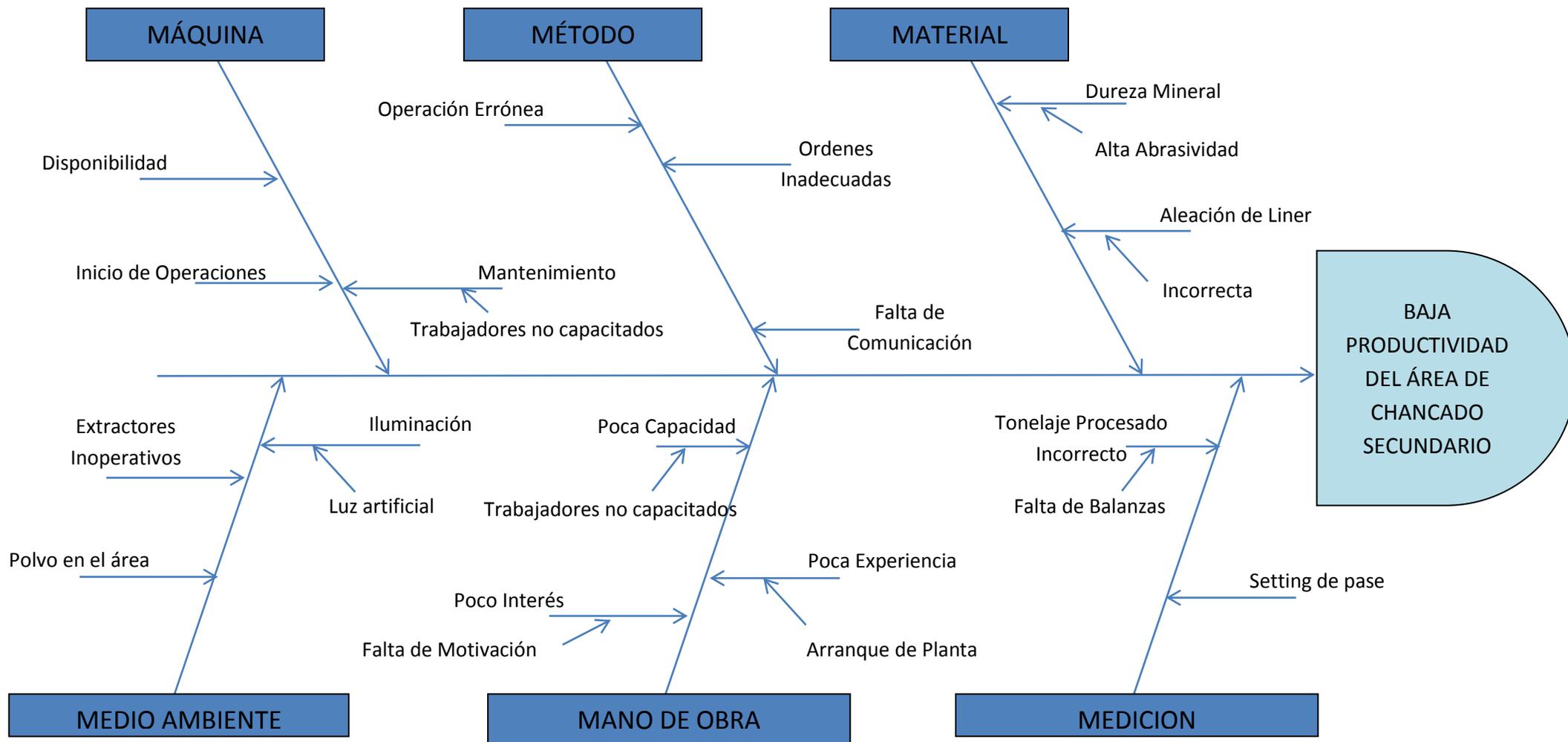
(Gráfico 5: Liners de desgaste de las chancadoras Cónicas)



(Gráfico 6: Instalación Liners de desgaste de las chancadoras Cónicas)

Ambas chancadoras son alimentadas con Rocas que provienen de la chancadora Primaria, de un tamaño no menor a 7" y que poseen propiedades de alta abrasividad y llegar a tener work Index de 16.

1.1.2. Diagrama de Ishikawa



Elaboración: Propia, basada en la data del área de chancado secundario.

1.1.3. DIAGRAMA DE PARETO

DIAGRAMA DE PARETO			
CAUSAS	HORAS	% ACUMULADO	%
Desgaste Excesivo del Liner	177.3	33.8	33.8
Mineral demasiado abrasivo	154.7	63.2	29.5
Mantenimiento	82.7	79.0	15.8
Trabajadores sin experiencia	57.3	89.9	10.9
Trabajadores sin Motivación	31.8	96.0	6.1
Ordenes Inadecuadas	12.7	98.4	2.4
Falta de Comunicación entre areas	6.4	99.6	1.2
Seteo Erroneo	1.0	99.8	0.2
Falta de Balanzas	1.0	100.0	0.2
TOTAL	525		

Cuadro 1: Horas estimadas de parada.

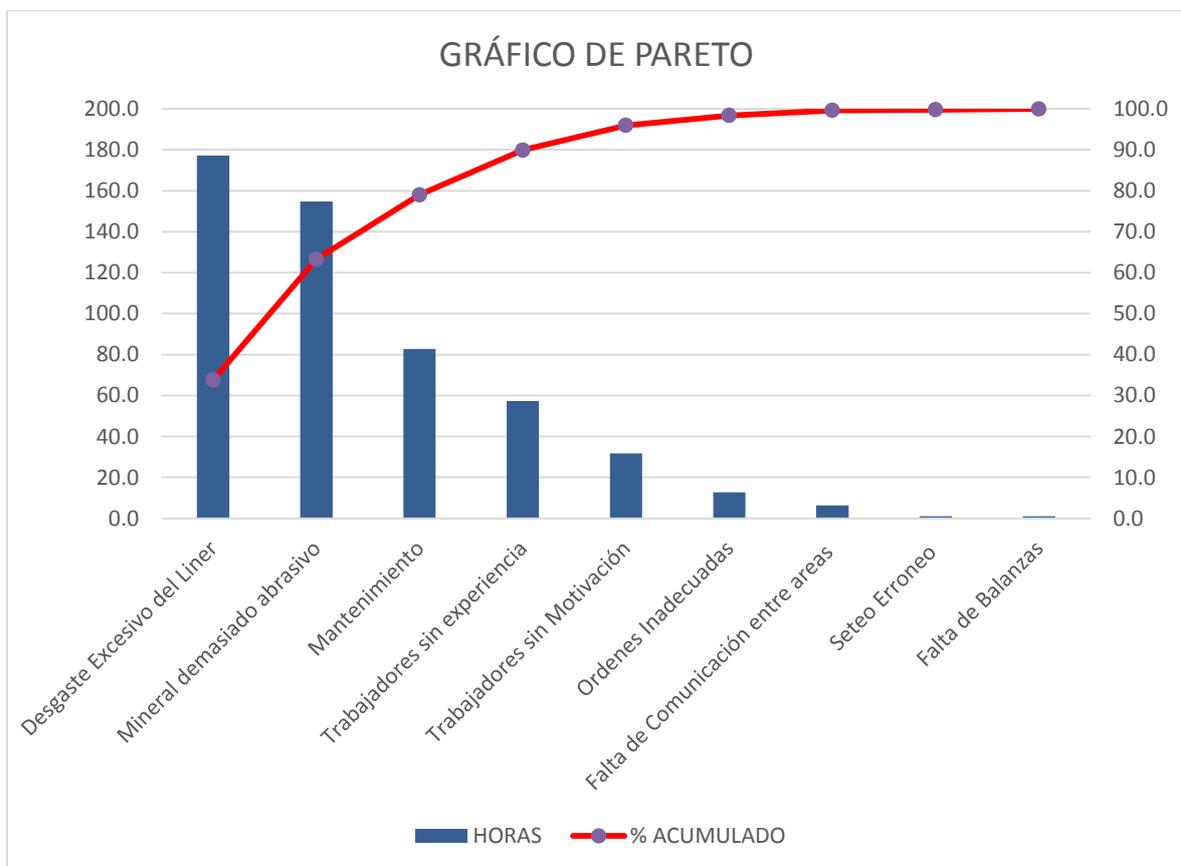


Gráfico 7: Horas estimadas de parada.

En el diagrama de Ishikawa se muestran diversas causas que no son consideradas en el análisis mediante el diagrama de Pareto puesto que son de valores despreciables para el estudio. El diagrama de Pareto por su lado indica que la principal causa que genera mayor cantidad de horas de parada es el Desgaste Excesivo de los Liners de la chancadora secundaria.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

(Valderrama Mendoza, 2002) Nos dice con respecto a los antecedentes “Se refieren a otros estudios que, de alguna manera, tienen relación con nuestro problema de estudio, y que han sido realizados en años anteriores y por distintos autores. Estos se encuentran en las bibliotecas de las universidades, municipalidades, colegios profesionales y en la biblioteca nacional del Perú; así como en monografías, tesis, artículos científicos, revistas, periódicos, informes científicos, etc.”

Luego de escudriñar en las investigaciones realizadas años anteriores, en la biblioteca de la Universidad Cesar Vallejo y bibliotecas en línea de la Universidad Mayor de San Marcos, Universidad de Trujillo, Universidad Nacional de Ingeniería, entre otras en relación a las Variables independiente y dependiente se encontraron algunas investigaciones que tienen cierta relación con nuestro objetivo de investigación, y estas son:

- a) CURILLO, Curillo; Miriam. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA. Tesis de Licenciatura. Cuenca, España: Universidad Politécnica Salesiana, 2014. 172 p.

El objetivo de este trabajo fue: Realizar una propuesta de mejora de la productividad en la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA. El diseño es Experimental, descriptivo Correlacional, Longitudinal; pues se basa en hechos acontecidos en una empresa en concreto, y se realizan varias mediciones de las variables en el tiempo, por ello decimos que es longitudinal.

Las conclusión a la que llega el autor a empresa FACOPA es una fábrica en crecimiento ya que no solo depende de una producción de modelos estándar, sino que también de nuevos diseños que se plantean en el mercado actual, lo que ha permitido que esté a la vanguardia en mejorar continuamente sus equipos.

Para todo lo mencionado anteriormente se ha puesto a consideración que es necesario mejorar la productividad dentro de la empresa y revisar una propuesta o plan más seguro, estratégico, actualizado y eficaz.

Este trabajo sirve para la presente investigación pues pretende mejorar la productividad de la empresa que menciona (FACOPA) haciendo uso de una estrategia o plan eficaz.

- b) GAYÓN, Sierra; María. Propuesta de mejoramiento de los niveles de productividad en los procesos de inyección, extrusión y aprovisionamiento de materiales en la empresa Plásticos Vega. Tesis de Licenciatura. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2012. 168 p.

El objetivo general fue: Presentar una propuesta que permita el mejoramiento de la productividad de los recursos en los procesos de Inyección, extrusión y aprovisionamiento de materiales en la empresa Plásticos Vega. El Tipo de Investigación es Aplicada, con método descriptivo, diseño experimental, utiliza instrumentos como la observación directa y entrevistas.

Las conclusiones más resaltantes y que tienen que ver con nuestro tema de investigación son: Las propuestas generadas para incrementar los indicadores de productividad son todas viables. Su bajo costo \$22'034.126 comparado con los grandes ahorros que traen \$71'501.163 y las ganancias que generan \$39'964.379 hacen que a simple vista sean efectivas, sin embargo, después de realizar el análisis del VPN, el cual arrojó un valor de \$618'645.778 se comprueba y asegura lo anteriormente previsto. El impacto financiero de las propuestas también se ve reflejado en el Estado de Resultados, en el cual se presenta un aumento del 62,4% de la utilidad neta para el primer año después de implantar las propuestas. Una vez más se refleja el aumento de los ingresos por ventas generados por las propuestas, así como también la reducción de los costos y los ahorros.

- c) RECINOS, Salguero; Werny. Implementación de un programa de mejora continua para las áreas de manufactura y logística en una industria de bebidas. Tesis (Ingeniero Industrial). Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 156 p.

Los objetivos principales fueron: Identificación de responsabilidades básicas. Comprende cada una de las atribuciones inherentes a cada puesto de trabajo. Esto permite establecer lo que cada empleado debe aportar en la ejecución del programa y llevar un registro de los indicadores que permiten conocer los resultados del negocio. Se refiere básicamente al cálculo, comunicación, análisis e interpretación de resultados, de modo que puedan elaborarse planes de acción, definición de metas y cuantificación de pérdidas si las hubiera. Estos formarán parte de las áreas de responsabilidad del programa. El diseño de esta investigación es aplicada descriptiva cuasi experimental y longitudinal por realizar el estudio del impacto de una variable sobre la otra.

Las conclusiones más resaltantes son: La revisión periódica del desempeño asegura que los procesos nuevos se consolidan, porque habrá cambios en la forma de trabajar y esto demandará un esfuerzo adicional para alcanzar los objetivos de la organización. Y Las oportunidades de mejora con la implantación de este programa son el incremento de la productividad (5% anual), la reducción del desperdicio (10% anual) y la disminución del costo de producción por caja (2% anual).

Este trabajo es importante para nuestra investigación pues estudia al igual que este trabajo como la productividad de una determinada área mejora con respecto a la variable independiente.

- d) YARTO, Chavez; Manuel. Modelo de mejora continua en la productividad de empresas de cartón corrugado del área metropolitana de la ciudad de México. Tesis de Grado. México D.F., México: Instituto Politécnico Nacional, 2010. 251p.

El objetivo general es: Determinar como el involucramiento del personal, como medida de la mejora continua, se relaciona en la productividad de las empresas de cartón corrugado en la zona metropolitana de la Ciudad de México, con el propósito de desarrollar un modelo que establezca una estrategia de crecimiento en la productividad.

Como conclusión y al respecto del objetivo, propone que los factores más relevantes de la productividad que inciden en la mejora continua son la capacitación y el apoyo gerencial, con 25.3% y 13.4% respectivamente. Se determinó también la incidencia del involucramiento del personal con la calidad de las empresas reflejando el coeficiente e Pearson de las empresas en 0.301, lo cual indica que la mejora continua se explica en 9.1%. Sin embargo, la empresa A, se explica la mejora continua con la calidad de los materiales en un nivel de 18.7%, a diferencia de las otras.

El autor de esta investigación utiliza las dimensiones de la productividad, eficiencia y eficacia para realizar su estudio y demuestra en las conclusiones que es posible realizar la mejora de los índices mediante la mejora continua. Realiza el análisis inferencial a través del software SPSS

- e) CALDERÓN CASAS, Manolo Guillermo; PERALTA CASAFRANCA, Cristian Joel. Mejora continua de la productividad de la empresa modasa mediante la metodología PHVA. Tesis (ingeniero Industrial). Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres, 2014. 10 p.

El objetivo general de esta tesis fue: Implementar herramientas de mejora para la productividad en el área de producción de Buses de la empresa MODASA.

El tipo de Investigación es Aplicada, porque se basa en un caso concreto en la empresa MODASA, método descriptivo, diseño cuasi-experimental. Pues no se tiene el control total de las variables.

Algunas de las conclusiones más resaltantes son:

En términos generales, se estimó que la eficiencia de la planta es del 70%. La empresa reconoce no utilizar los procesos y métodos claros que permitan establecer la adecuada capacidad de fabricación, con respecto a su proceso productivo se puede indicar que es intensivo en el uso de mano de obra (del orden del 80%). Con respecto a los indicadores de gestión la empresa presenta una productividad del 59%.

Después de implementar las mejoras, se observa un aumento considerable de 7.96% con respecto a la productividad hallada en un principio, lo cual significa que la mejora ha dado buenos resultados, igualmente se puede observar el aumento en el nivel de la Efectividad con un 46.01% de mejora.

En el caso de esta tesis, aplica directamente el PHVA para mejorar la productividad de la empresa MODASA, lo que la vuelve relevante para la investigación que estamos realizando pues sus conclusiones son tal cual queremos demostrar en este trabajo, aumento de la productividad.

- f) MEJIA, Pastor; Karla. Mejora de la productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textils. Ac mediante la aplicación de la metodología PHVA. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres, 2014. 11 p.

El objetivo general de esta tesis fue: Mejorar la productividad en el área de confecciones de la empresa BEST GROUP TEXTIL mediante la aplicación de la metodología PHVA. Al igual que nuestro trabajo y el trabajo anterior, esta tesis es Aplicada, método descriptivo, diseño pre

experimental, pues se basa en un hecho concreto dentro de la empresa Best Group Textil.

El autor de este trabajo menciona como conclusión que se obtuvo como resultado inicial: Eficacia: 42.66%, Eficiencia: 49.59% y de Efectividad: 21.16% y una productividad total de 1.71 sol x prendas.

Se obtuvo como resultado actual: Eficacia: 68.23%, Eficiencia: 73.06% y de Efectividad: 49.85% y una productividad total de 1.61 sol x prenda.

Como se puede apreciar en las conclusiones extraídas de este antecedente, se nota la mejora tanto de la eficacia, eficiencia y productividad, lo que cuenta como base para el trabajo que venimos realizando.

- g) ARANA, Ramírez; Luis. Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Ingeniero industrial). Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres, 2014. 266 p.

El objetivo general de esta tesis fue: implementar la mejora continua con el fin de mejorar la productividad del área de producción de la línea de carteras. Este trabajo es Aplicada, descriptiva y cuasi-experimental, es aplicada en una empresa privada en un hecho concreto y solo tiene control en una de las variables, en este caso la productividad, estudia como la mejora continua influye en esta última por lo que decimos que es cuasi experimental.

La conclusión que menciona es que la aplicación del proyecto de mejora exigió diversas inversiones tanto en tecnología como en las metodologías aplicadas, estas inversiones fueron justificadas en términos económicos a través de los ahorros expresados y los incrementos de productividad y efectividad.

Respecto al análisis de la productividad total, después de implementar las mejoras, se observó un aumento considerable de 1.01% con respecto a la productividad inicial, lo cual significa que la mejora fue efectiva a corto plazo, igualmente repercutió en la Efectividad con un incremento de 31%.

Basándonos en las conclusiones podemos afirmar que este trabajo es una guía que sirve de apoyo para nuestra investigación pues se nota que aumenta la productividad en el área de estudio.

- h) FERNANDEZ, Navarro; Rosmery. Aplicación del Ciclo de Deming para aumentar la productividad del área de ventas de construcción civil de Siderperú, Lima. Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Industrial. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2016. 90 p.

El objetivo de este trabajo fue determinar como la aplicación del Ciclo de Deming incrementa la productividad del área de ventas de construcción civil de la empresa Siderperu, lima, 2016. El tipo de investigación es aplicada y utiliza el método descriptivo ya que realiza medición, describe la empresa y proceso en análisis, asimismo usa el mismo diseño del presente trabajo que es el Cuasi Experimental por manipular deliberadamente el Ciclo de Deming para ver los efectos que causa en la productividad del área de ventas.

Las conclusiones más importantes son: Con la aplicación del ciclo de Deming se incrementó la efectividad del área de ventas de construcción civil de Siderperu, Lima, 2016 de un promedio de 93.53% a 114.65%, es decir aumentó en 21.12%. Antes de la implantación de la metodología del Ciclo de Deming, las ventas del área no cubrían las metas establecidas por la compañía, pero luego de que se planteó las cuotas de ventas por cliente y vendedor en 3 escenarios diferentes: mínimo (crecimiento del 3%), planeado (crecimiento al 6%) y desafío (crecimiento al 9%) esta estrategia dio muy buenos resultados puesto que los últimos meses se cubre en un promedio de 115%.

Este trabajo comparte ambas variables en relación a la presente tesis, así como el diseño cuasi experimental y en las conclusiones, asevera que es posible obtener mejores resultados en la productividad de un área determinada al aplicar el ciclo de Deming, nos sirve de guía directa.

- a) SOTELO, Hernández; Jhenifer.; TORRES, Valle, Juan Pablo. Sistema de mejora continua en el área de producción de la empresa Hermoplas sr Ltda. Aplicando la metodología PHVA. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porres, 2014.

El objetivo de este trabajo fue: tiene como objetivo desarrollar e implementar un sistema de mejora continua en la empresa Hermoplas S.R.Ltda, para poder lograr el incremento de la productividad. Este trabajo es una investigación Aplicada, que estudió un hecho concreto dentro de la empresa Hermoplas SRL, por lo que pertenece al método descriptivo-correlacional pues analiza cómo influye una variable independiente sobre otra dependiente; también diremos que es un Diseño Pre-experimental pues no se tiene total libertad con ambas variables.

Las conclusiones mencionadas son de acuerdo a los indicadores obtenidos podemos concluir que se mejoró la productividad del área de producción en un 12%.

Una vez estandarizados nuestros procesos y procedimientos implementados es importante que se mantengan por lo que deberemos realizar un seguimiento periódico al mismo.

Una vez más afirmaremos que este antecedente es de gran aporte a nuestro trabajo pues sirve de guía en relación a las conclusiones a las que queremos orientar nuestro trabajo.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. CICLO DE DEMING (PHVA)

1.3.1.1. DEFINICIONES:

(MOYANO Fuentes, y otros, 2011) Dice: “El término mejora continua procede de la palabra japonesa Kaizen que significa «hacer las pequeñas cosas mejor» y es uno de los pilares fundamentales sobre los que se asienta la gestión de la calidad total. Las organizaciones requieren un enfoque hacia la mejora continua de todas sus actividades y procesos con el fin de lograr la excelencia en la gestión. En este sentido, el ciclo de Shewhart o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua. Este ciclo viene representado por un círculo que subraya la naturaleza constante del proceso de mejora para lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas. Para llevarlo a cabo, se pueden utilizar una serie de herramientas de calidad que se expondrán en los siguientes apartados, y que se emplean para la identificación y resolución de problemas, así como para el análisis de las causas y aporte de soluciones para el logro de la mejora continua.”

(Gutierrez Pulido, 2010) Describe: "El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización.

En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o el ciclo de la calidad, se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan (planear), éste se aplica en pequeña escala o

sobre una base de ensayo (hacer), se evalúa si se obtuvieron los resultados esperados (verificar) y, de acuerdo con lo anterior, se actúa en consecuencia (actuar), ya sea generalizando el plan —si dio

resultado— y tomando medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o reestructurando el plan debido a que los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo."

(Camisón, et al., 2006) Dice al respecto "Deming Prize nació en 1951 y desde entonces ha ejercido una gran influencia en el desarrollo del control y gestión de la calidad en Japón. El objetivo básico con el que nació era convertirse en una herramienta con la que mejorar y transformar la gestión de las organizaciones japonesas. Actualmente, el premio se otorga a aquellas empresas que contribuyen de manera muy significativa al desarrollo de la dirección y control de calidad en Japón, y supone un acicate para promover la Gestión de la Calidad en numerosas compañías que encuentran en el galardón una excelente ocasión para comenzar a aprender." (p. 732)

(Hernandez , 2011) Hace referencia a Shewart, quien es el creador del Ciclo de Deming, dice lo siguiente: "Walter A. Shewhart desarrolló el ciclo de la calidad, que hoy se conoce como ciclo Deming, para ilustrar conceptualmente la necesidad del análisis continuo de la producción y la calidad de los productos. Según este autor, había que acabar con el viejo sistema de diseñar un producto atractivo para el mercado y reproducirlo tantas veces como fuera posible para venderlo sin ajustes o mejoras, hasta que el mercado lo permitiera. En la unidad 14 se expone con mayores detalles este tema."

El mismo Deming, menciona en su libro sobre el origen del que después sería llamado el Ciclo de Deming, creado por Shewhart.

(Deming, 1989) Menciona: "El ciclo de Shewhart es un procedimiento valioso que ayuda a perseguir la mejora en cualquier etapa; también es un procedimiento para descubrir una causa especial que haya sido detectada por una señal estadística"

(Münch, 2010) Menciona sobre el tema: “Íntimamente relacionado con el Control Total de Calidad está el método Deming, también conocido como el proceso de mejoramiento de la calidad o mejora continua. El doctor Edwards Deming fue quien introdujo en Japón los métodos de control estadístico de calidad después de la Segunda Guerra Mundial; de hecho, la cultura de calidad japonesa tuvo como fundamento el control estadístico propuesto por él.”

1.3.1.2. FILOSOFÍA DE DEMING.

Deming pone énfasis en la importancia del control de la calidad y el liderazgo por parte de la gerencia. Desde el término de la segunda guerra mundial, Japón y Estados Unidos se vieron Industrialmente influenciados por las teorías de Shewhart que aplicadas y dadas a conocer por Edward Deming fueron convirtiéndose en una teoría que se aplica hasta el día de hoy en las industrias donde se desea mantener o mejorar la calidad de los procesos y productos que se elaboran. Es por ello que el Ciclo de Deming mantiene su gran importancia y es tomado como Variable Independiente en esta investigación.

(James R. , et al., 2008) en su libro hacen mención a la filosofía de E. Deming: “Durante la Segunda Guerra Mundial impartió cursos de control de calidad como parte del esfuerzo de defensa de Estados Unidos, pero se dio cuenta de que enseñar estadística sólo a los ingenieros y trabajadores de las fábricas nunca solucionaría los problemas fundamentales de la calidad que era necesario resolver en la manufactura. A pesar de numerosos esfuerzos, se ignoraron sus intentos por transmitir el mensaje de la calidad a los directivos de alto nivel en Estados Unidos.” Deming sabía que capacitando solo a los operarios de manufactura no conseguiría su propósito así que involucró con énfasis a los altos cargos, a la gerencia.

1.3.1.3. FUNDAMENTOS DE LA FILOSOFIA DE DEMING

La Filosofía de Deming fue evolucionando y aprendiendo cada vez mas (James R. , et al., 2008) en su libro resume: “La filosofía de Deming se centra en la mejora continua en la calidad de productos y servicios reduciendo la incertidumbre y la variabilidad en los procesos de diseño, manufactura y servicio, bajo el liderazgo de los directores.” Esta filosofía es resumida en los 14 puntos y 7 enfermedades mortales. Deming repetía constantemente: “El que sólo comience con métodos estadísticos no estará aquí dentro de 3 años. (Walton, 1988)

1.3.1.4. LOS CATORCE PUNTOS DE DEMING

(Walton, 1988) Dice que la filosofía de Deming se fundamenta en estos 14 puntos que se enfocan en la búsqueda de la calidad de los productos, estos son:

1. Crear y dar a conocer a todos los empleados una declaración de los objetivos y propósitos de la empresa u organización. La administración debe demostrar en forma constante su compromiso con esta declaración.
2. Aprender la nueva filosofía, desde los altos ejecutivos hasta las bases de la empresa.
3. Entender el propósito de la inspección, para la mejora de los procesos y reducción de los costos.
4. Terminar con la práctica de otorgar contratos basándose únicamente en el precio.
5. Mejorar el sistema de producción y servicio en forma continua y permanente.

6. Instituir la capacitación.
7. Enseñar e instituir el liderazgo.
8. Eliminar el temor. Crear confianza. Crear el ambiente adecuado para la innovación.
9. Optimizar hacia los objetivos y propósitos de la empresa los esfuerzos de equipos, grupos y áreas de personal.
10. Eliminar las exhortaciones para la fuerza laboral.
11. (a) Eliminar las cuotas numéricas para la producción; en cambio, aprender e instituir métodos para mejorar.

(b) Eliminar la administración por objetivos. En vez de ella, aprender las capacidades de los procesos y cómo mejorarlos.
12. Eliminar las barreras que evitan que las personas se sientan orgullosas de su trabajo.
13. Fomentar la educación y la auto mejora personal.
14. Empezar acciones para lograr la transformación.

1.3.1.5. CARACTERÍSTICAS.

Según (MOYANO Fuentes, et al., 2011) “El proceso se compone de cuatro fases que forman un ciclo que se repite de forma continua, y en cada una de las fases se pueden diferenciar distintas sub actividades”

Las Dimensiones del PHVA, Planificar, Hacer, Verificar y Actuar serán utilizadas en el presente trabajo para alcanzar la mejora en la Fabricación de Liners de chancadora Cónica, abarcará desde los planos, pasando por la fabricación y posterior prueba en campo.

Planificar. En esta primera fase cabe preguntarse cuáles son los objetivos que se quieren alcanzar y la elección de los métodos adecuados para lograrlos. Hay que conocer previamente la situación de la empresa mediante la recopilación de los datos y de la información necesaria para establecer los objetivos. La planificación debe incluir el estudio de causas y los correspondientes efectos para prevenir los fallos potenciales y los problemas de la situación sometida a estudio, aportando soluciones y medidas correctivas.

Realizar. Consiste en llevar a cabo el trabajo y las acciones correctivas planificadas en la fase anterior. A esta fase le corresponde la formación y educación de las personas para que adquieran un adiestramiento en las actividades y actitudes que han de conseguir. Para esto, es importante comenzar el trabajo de una forma experimental, para que una vez que se haya comprobado su eficacia en la fase siguiente, formalizar la acción de mejora en la última fase.

Comprobar. En esta fase se verifican y controlan los efectos y resultados que surjan de aplicar las mejoras planificadas. Se debe comprobar si se han alcanzado los objetivos marcados y, si no es así, planificar de nuevo para tratar de superarlos.

Actuar. Una vez se ha comprobado que las acciones emprendidas dan el resultado esperado es preciso realizar su normalización mediante una documentación adecuada, describiendo lo aprendido, cómo se han llevado a cabo, etc. En definitiva, se trata de formalizar el cambio o la acción de mejora de forma generalizada, introduciéndola en las actividades o procesos.

Este ciclo se repite una vez que termina el proceso, volviendo a comenzar el ciclo y formando una espiral: la mejora continua. Así, el objetivo final es perseguir la perfección”.

1.3.1.6. IMPORTANCIA

El ciclo de Deming abarca todas las áreas de una empresa que formen el sistema de producción, es aplicable a todo proceso sin distinción y puede realizar mejora continua en todas ellas, es por ello que tomamos el ciclo de Deming o mejora continua como variable independiente y poder analizar cuál es su efecto en la productividad del área de chancado de la empresa en estudio.

1.3.1.7. DIMENSIONES

En relación a las cuatro dimensiones del Ciclo de Deming, (García P., et al., 2003) dice: “A partir del año 1950, y en repetidas oportunidades durante las dos décadas siguientes, Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo (que fue desarrollado por Shewhart), ha recorrido el mundo como símbolo indiscutido de la Mejora Continua. Las Normas NTP-ISO 9000:2001 basan en el Ciclo PHVA su esquema de la Mejora Continua del Sistema de Gestión de la Calidad.” (pág. 91)

PLANIFICAR. Corresponde a la parte del ciclo donde se propone la solución a determinado problema y realiza la estrategia a seguir para todo el ciclo.

HACER. En esta parte del ciclo se ejecuta lo previamente planificado sin saber qué es lo que pueda resultar, siempre la práctica es diferente a lo planteado teóricamente.

VERIFICAR. Los resultados se analizan y evalúan para poder tomar decisiones en adelante.

ACTUAR. Se toman las medidas del caso y efectúan acciones correctivas al proceso para que se inicie nuevamente el ciclo.

Gráfico 8: Representación gráfica del Ciclo PHVA

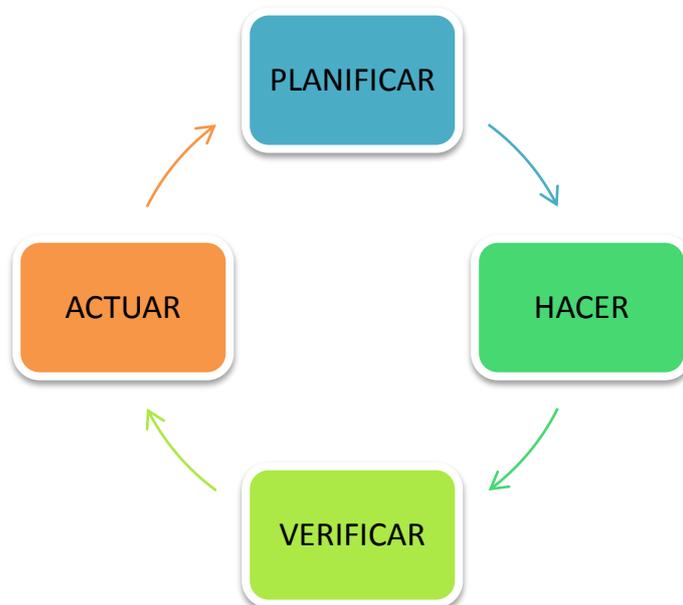


Gráfico 9 (Fuente: Autoría personal)

1.3.2. PRODUCTIVIDAD

1.3.2.1. DEFINICIONES

(García Cantú, 2011) Productividad: "La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron."

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos}$$

(Gutierrez Pulido, 2010) Productividad es "la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados."

La OIT define: (OIT, 2016) " Productividad puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado. Aunque esto parece bastante sencillo cuando el producto y el insumo son tangibles y pueden medirse fácilmente, la productividad resulta más difícil de calcular cuando se introducen bienes intangibles."

Agustín Cruelles cita a Michael Porter que en su libro: *Ser Competitivo* menciona que (Cruelles Ruiz, 2013) "La productividad es el valor de la producción por unidad de mano de obra o de capital. La productividad depende tanto de la calidad y las características de los productos (las cuales determinan los precios que pueden alcanzar) como de la eficiencia con la que son producidos. La productividad es el determinante fundamental del nivel de vida de una nación a largo plazo... la productividad de los recursos determina los salarios de los trabajadores; la productividad con que se emplea el capital determina el rendimiento que obtienen los propietarios."

(Norman Gaither, 2000). Productividad: “Es la cantidad de productos y servicios realizados con los recursos utilizados. La productividad en un periodo generalmente se mide de esta forma.”

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Cantidad de productos o servicios realizados}}{\textit{Cantidad de Recursos utilizados}}$$

David Medianero conceptualiza la productividad como: (Medianero Burga, 2016) “la relación entre productos e insumos, haciendo de este indicador una medida de la eficiencia con el cual la organización utiliza sus recursos para producir bienes finales”.

Los autores coinciden en que la Productividad es medible realizando una relación entre los ingresos y las salidas de un determinado proceso. La materia utilizada para elaborar una determinada cantidad de productos. Sin embargo la OIT va más allá haciendo referencia a intangibles que son mucho más complejos de ser medidos.

Al hablar de productividad, es obligatorio hacer referencia a las dimensiones que son Eficiencia y Eficacia, a continuación veremos lo que dicen algunos autores al respecto.

La productividad es importante en toda empresa pues es la que mantiene la competitividad y buen desempeño del área donde se evalúa, si la productividad de un área determinada es baja, automáticamente se produce en toda la empresa un efecto dominó que afecta al resto de áreas. Es por ello que productividad del área de chancado es nuestra variable dependiente, cuya modificación, positiva o negativamente, estará ligada a la aplicación el Ciclo de Deming.

1.3.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCTIVIDAD:

Según (Hernández y Rodríguez, 2011) "La eficacia se mide por los resultados, sin importar los recursos ni los medios con que se lograron. La efectividad es la habilidad gerencial de lograr la eficiencia y la eficacia en relación con los recursos y objetivos".

1.3.2.3. IMPORTANCIA

Luego de apreciar los conceptos de diferentes autores podemos decir que la importancia de la productividad está en sus dos dimensiones, la eficiencia es el resultado de relacionar los productos con respecto a los recursos utilizados para elaborarlos. Es incluso más importante que la eficacia pues es con la eficiencia con la que se puede lograr el aumento de la productividad del área de chancado.

1.3.3. DIMENSIONES

1.3.3.1. EFICIENCIA

(García Cantú, 2011) Dice: "es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente".

$$Eficiencia = \frac{Insumos\ programados}{Insumos\ Utilizados} * 100\%$$

La (OIT, 2016) (oficina internacional del Trabajo) define: "La eficiencia analiza el volumen de recursos gastados para alcanzar las metas. Una actividad eficiente hace un uso óptimo de los recursos y, por tanto, tiene el menor costo posible.

1.3.3.2. EFICACIA

(García Cantú, 2011) Menciona: "Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas."

La (OIT, 2016) dice: "La eficacia de una acción está dada por el grado en que se cumplieron los objetivos previstos en su diseño. Usualmente se recurre a una forma de planificación como el marco lógico, en la cual se establece la jerarquía de objetivos: general, inmediatos, específicos, metas y actividades"

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta}$$

Estas dos dimensiones son importantes dentro de la productividad, pues nos permiten obtener datos cuantitativos en relación a la productividad, tanto la eficiencia como la eficacia son útiles para realizar mediciones de cumplimiento del **Ciclo de Deming** en el estudio que vamos a realizar.

1.3.4. EXTRACCIÓN DE ORO

En la extracción del oro, para obtener un máximo de retorno financiero, involucra efectuar cada una de las etapas que van desde el minado hasta conseguir un producto comercial; para extraer la máxima cantidad de oro, el mineral debe ser chancado y en otros procesos tal vez molidos a fin de liberar las partículas de oro. Por otro lado los minerales poco permeables a las soluciones deben ser chancados para mejorar la exposición de los valores contenidos al ataque químico.

1.3.4.1. VOLADURA

La empresa donde se realiza la presente investigación, trabaja a mina con Tajo abierto, donde maquinas llamadas perforadoras utilizando brocas diamantadas penetran la roca para poder depositar los explosivos y realizar el proceso de voladura. Se realizan perforaciones a 60 pulgadas de distancia, limitando esto el tamaño máximo de roca que llegará a la chancadora primaria.



Gráfico 10: Proceso de Voladura en Mina a Tajo Abierto

1.3.4.2. CHANCADO PRIMARIO

Luego de la Voladura, el mineral extraído en mina es transportado mediante camiones gigantes hacia la planta de chancado, siendo chancado primario el inicio del proceso de conminución. Se utiliza una chancadora Metso Superior MK II de 50" x 65". En este paso del proceso el mineral de tamaño máximo 60 pulgadas es reducido hasta obtener un tamaño máximo de 7 pulgadas.

1.3.4.3. CHANCADO SECUNDARIO

Para este proceso que es el área donde se realiza la presente investigación, se utilizan 02 Chancadoras Cónicas MP-800 de Marca Metso, estas reciben el mineral proveniente del Stock Pile por la Faja 02 y previamente tamizadas por dos Zarandas Metso de doble Deck. El Tamaño de Alimentación es menor a 7 pulgadas y luego del proceso de chancado secundario, el mineral tiene como tamaño máximo 2 pulgadas, que es el tamaño óptimo para la extracción de oro mediante Lixiviación con cianuro.

1.3.4.4. LEACH PAD

Luego de que la roca sea triturada y tenga el tamaño adecuado, es transportada desde el Ore Bin mediante camiones gigantes hasta el PAD donde se dispondrá a ser “lavado” con Acido de Cianuro. Este PAD está protegido por debajo y cubierto totalmente por una Geomembrana de Caucho especial que soporta el poder corrosivo del ácido, evitando que se evapore o haya derrames que se pongan en contacto con el medio ambiente. Se realiza en circuito cerrado donde el ácido que contiene partículas de oro es filtrado y retorna nuevamente al PAD mediante mangueras ubicadas dentro de las geomembranas a volver a repetir el ciclo.

1.3.4.5. RECUPERACIÓN DE ORO

La solución rica proveniente de las pilas de lixiviación es filtrada en los filtros clarificadores hasta lograr una solución cristalina menor de 5 ppm de sólidos; El filtrado resulta esencial para remover los sólidos finos que pueden obstruir rápidamente la línea de precipitado o pasivar al zinc. El filtro es revestido por una película de tierra diatomea antes de proceder al filtrado. Esto permite al filtro remover partículas inferiores a una micra de

tamaño y continuar filtrando una buena cantidad antes de saturarse. Luego de la filtración, la solución rica es desoxigenada. La solución rica varía desde 5 a 8 mg/l de oxígeno, esta debe ser reducida a 0.5-1.0 mg/l, para una producción de un buen Barren y usar cantidades razonables de zinc.

Para conseguir esto, se circula la solución filtrada a través de una torre de vacío (o Crowe) que contiene empaques de plástico (packing), estos interrumpen el flujo de la solución formando capas muy finas.

La solución desoxigenada debe ser drenada desde la torre de vacío con una bomba sellada para fluidos, de modo de asegurar que no se produzcan filtraciones de aire a la solución. Generalmente los problemas de precipitación pueden ser reducidos considerablemente con una bomba de vacío perfectamente sellada. Luego, el polvo de zinc es agregado a una solución desoxigenada de oro cianurado, el zinc es disuelto y el oro sale de la solución como sólido fino. Estos sólidos son filtrados desde la solución, generalmente a través de un filtro de placas, para la remoción de oro. Los sólidos son removidos periódicamente de la prensa, siendo fundidos para recuperar el oro. El Barren efluente del filtro prensa es regularmente analizado para determinar el oro presente y para asegurar que sé está precipitando adecuadamente. Esta solución Barren debiera ser normalmente menor de 0.01g/m³

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La formulación del problema se lleva a cabo a través de una interrogante que debe relacionar dos o más variables; también debe mencionar la población de estudio, el lugar y el año de la investigación. Debe elaborarse, como mínimo, tres preguntas, de las cuales la primera debe pertenecer al problema general y las dos restantes a los problemas específicos. (Valderrama Mendoza, 2002)

1.4.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿De qué manera la aplicación del Ciclo de Deming aumenta la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016?

1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué manera la aplicación del Ciclo de Deming aumenta la eficiencia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016?
- ¿De qué manera la aplicación del Ciclo de Deming aumenta la eficacia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

(Valderrama Mendoza, 2002) Menciona que “En la justificación de una investigación, se exponen los motivos por los cuales se lleva a cabo el estudio. La justificación es la carta de presentación de la investigación, por lo que se debe hacer todo el esfuerzo para “vender” la propuesta, persuadir al lector o lograr el financiamiento interno o externo del proyecto.”

1.5.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA:

(Valderrama Mendoza, 2002) Nos dice que la Justificación Practica “Se manifiesta en el interés del investigador por acrecentar sus conocimientos, obtener el título académico o, si es el caso, por contribuir a la solución de problemas concretos que afectan a organizaciones empresariales, públicas o privadas.”

Aumentar el tiempo de vida útil de los liners de chancadora MP-800 es posible si se aplican las recomendaciones presentadas en este trabajo, desde el diseño y la aleación hasta los parámetros de operación, lo cual llevara a la mejora en la productividad de la chancadora, todo esto se realiza en las instalaciones de Chancado Secundario y por ello decimos que la justificación del presente trabajo es Practica pues está dirigida y realizada en campo.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La importancia del Ciclo de Deming, así como las demás teorías de su autoría son de suma importancia para la industria en general, desde su aplicación a mejorado muchos procesos y es aplicable en cualquier rama donde se detecte algún problema y se requiera la mejora de la productividad.

Por mencionar un ejemplo podríamos citar a (Walton, 1988) que en su libro *Como administrar con el Método Deming* menciona a Bob King, empleador de Malden Mills que dijo “Sin saber que existía el Dr. Deming, la división llevaba tres años trabajando con las ideas de él antes de conocerlo porque eran buenas ideas gerenciales: mejorar la supervisión, desterrar el temor, romper las barreras entre los departamentos, eliminar las barreras que impiden que la gente haga bien su buen trabajo.”

Por otro lado (Garcia P., et al., 2003) nos mencionan una “Mina de Oro” dentro de esta gestión: “Se admite, estadísticamente, que en las organizaciones sin " Gestión de mejora Continua" el volumen de la ineficiencia puede estar entre un 15 y 25 % de sus ventas. Las que si la hacen, oscila entre 4 y 6%. Un rápido cálculo nos hará descubrir la magnitud de la respectiva "Mina de Oro" y el efecto que tiene sobre los resultados y la competitividad. La mayoría de los fallos o ineficiencias que configuran el despilfarro son desconocidos, considerados como normales, ignorados y con frecuencia ocultados. Actitudes que impiden buscar soluciones y evitar su repetición.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

(Valderrama Mendoza, 2002) Nos dice en su libro: “En la justificación metodológica se responde a la pregunta: ¿el resultado de la investigación permite explicar la validez por la aplicación del instrumento de medición?”

El presente trabajo tiene una justificación metodológica en el sentido de que se ahondará en la Variable Independiente que es el Ciclo de Deming con la finalidad de poder aplicarla en el área de Chancado y poder estudiar cómo y cuánto incide en la variable dependiente que es en este caso la productividad en el área de chancado secundario.

Es por tal motivo que afirmamos que este trabajo de investigación es de Diseño Experimental, pues se manipula una variable para analizar su efecto en la otra variable

1.6. HIPÓTESIS

(Valderrama Mendoza, 2002) Cita en su libro a Tamayo quien Indica que la Hipótesis: “Es un enunciado de una relación entre dos o más variables sujetas a una prueba empírica. Una proposición enunciada para responder tentativamente a un problema.”

Basado en esta definición se presentan las siguientes Hipótesis:

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

- La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la eficiencia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.
- La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la eficacia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.

1.7. OBJETIVOS

(Hernandez Sampieri, et al., 2010) Resume sobre los objetivos: “Señalan a lo que se aspira en la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías del estudio.”

Al comprender lo presentado por Hernández Samperi, planteo los siguientes objetivos que nos ayudaran a obtener los resultados deseados de la presente investigación.

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar como el Ciclo de Deming aumenta la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar como el Ciclo de Deming aumentará la eficiencia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.
- Determinar cómo Ciclo de Deming aumentará la eficacia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

(Hernandez Sampieri, et al., 2010) Escribe “El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea” por lo que dedicaremos este capítulo a escribir y detallar el diseño de la investigación.

2.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1.1. Según el objetivo:

El presente trabajo pertenece al tipo de investigación Aplicada, estudia y busca la solución a un problema concreto. Mejorar usando el Ciclo de Deming los Liners de la chancadora secundaria para aumentar la Productividad y tiempos de vida útil en el área de chancado.

(Valderrama Mendoza, 2002) Define que “La investigación aplicada busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta.”(p. 165)

2.1.1.2. Según el análisis de datos:

Este trabajo de investigación es cuantitativo pues relaciona materiales físicos como son las Chancadoras Cónicas y los liners de las mismas, las estudia y analiza para desarrollar, gracias a la teoría del Ciclo de Deming, las mejoras que serán aplicadas, lo cual afectará positivamente en la variable dependiente que viene a ser en este caso la Productividad.

“Se dice que un proyecto de investigación es cuantitativo por que trabaja en el campo de las ciencias físico-naturales, empleando el método deductivo y el análisis estadístico. Se dedica a recoger, procesar y analizar datos cuantitativos o numéricos, de acuerdo con las variables previamente establecidas; es decir, la investigación cuantitativa tiene en cuenta la asociación o relación entre las variables que han sido cuantificadas, lo que ayuda a la interpretación de los resultados” (Valderrama Mendoza, 2002)(p.117)

2.1.1.3. Según el tiempo de levantamiento de datos:

El presente proyecto es de diseño longitudinal, pues estudia el proceso de mejora acontecido en años anteriores y como sigue evolucionando la mejora en el diseño y fabricación de Liners de las chancadoras cónicas en el la actualidad.

(Valderrama Mendoza, 2002) Cita a Hernández Sampieri en su libro y en dicha cita se menciona que “El diseño longitudinal se caracteriza porque analiza cambios a través del tiempo en determinadas variables o relaciones entre las variables”(p. 180)

2.1.1.4. Según el Nivel de Investigación:

El presente proyecto por el nivel de Investigación es considerado como aplicativo. Decimos que es aplicativo pues intenta resolver un problema de carácter práctico utilizando los conocimientos obtenidos en la investigación para beneficiar al sistema productivo.

También es de nivel explicativo pues se relacionan dos variables, una independiente y otra dependiente para hacerlas interactuar y observar cómo influye una sobre otra. Con relación a esto (Hernandez Sampieri, et al., 2010) nos menciona “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de

asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio relaciones entre tres, cuatro o más variables.” (p. 81)

2.1.1.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la presente investigación es Pre experimental, pues el grupo experimental abarca el 100% de la población, no se tiene grupo de control contra el cual comparar el aumento de la productividad con la aplicación del Ciclo de Deming.

2.2. VARIABLES

“Son características observables que posee cada persona, objeto o institución, y que, al ser medidas, varían cuantitativa y cualitativamente una en relación a la otra.” (Valderrama Mendoza, 2002) (p. 157)

Basado en esta afirmación de Valderrama, paso a detallar las dos variables presentes en el presente trabajo de investigación.

2.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

La variable independiente presentada en este trabajo es El Ciclo de Deming, del cual (Gutierrez Pulido, 2010) nos dice:

“El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización. En este ciclo, también conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o el ciclo de la calidad, se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan (planear), éste se aplica en pequeña escala o sobre una base de

ensayo (hacer), se evalúa si se obtuvieron los resultados esperados (verificar) y, de acuerdo con lo anterior, se actúa en consecuencia (actuar), ya sea generalizando el plan —si dio resultado— y tomando medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o reestructurando el plan debido a que los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo.” (p. 120)

El indicador es:

- Nivel de cumplimiento de la planificación.
- Nivel de cumplimiento de la programación de actividades.
- Nivel de cumplimiento de actividades.
- Nivel de solución del problema.

2.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE

La variable dependiente que se abarca en el presente trabajo es la Productividad que es definido por (García Cantú, 2011) “La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron.”

En nuestro caso, mediremos la productividad del área de chancado secundario en relación a la cantidad de toneladas procesadas entre la cantidad de cantidad de toneladas programadas.

Los indicadores que desarrollamos a partir de nuestra variable dependiente son:

- Nivel de Eficiencia del área de Chancado.
- Nivel de Eficacia del área de Chancado

2.2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“La operacionalización es el proceso mediante el cual se transforman las variables de conceptos abstractos a unidades de medición. Es un lenguaje sencillo, la operacionalización de variables viene hacer la búsqueda de los componentes o elementos que constituyen dichas variables, para precisar las dimensiones, sub dimensiones e indicadores; estas operan mediante la definición conceptual.” (Valderrama Mendoza, 2002)(p. 160). A continuación se presenta la operacionalización de las variables de esta investigación.

Tabla 2.1. Operacionalización de la Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: CICLO DE DEMING	<p>José Moyano describe: "El término mejora continua procede de la palabra japonesa Kaizen que significa «hacer las pequeñas cosas mejor» y es uno de los pilares fundamentales sobre los que se asienta la gestión de la calidad total. Las organizaciones requieren un enfoque hacia la mejora continua de todas sus actividades y procesos con el fin de lograr la excelencia en la gestión. En este sentido, el ciclo de Shewart o ciclo PDA (Plan, Do, Check, Act.) actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua. Este ciclo viene representado por un círculo que subraya la naturaleza constante del proceso de mejora para lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas. Para llevarlo a cabo, se pueden utilizar una serie de herramientas de calidad que se expondrán en los siguientes apartados, y que se emplean para la identificación y resolución de problemas, así como para el análisis de las causas y aporte de soluciones para el logro de la mejora continua." (2011, p.336)</p>	<p>EL CICLO DE DEMING NOS PERMITIRÁ AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE CHANCADO, MEDIANTE SUS CUATRO DIMENSIONES PLANIFICAR, HACER, VERIFICAR Y ACTUAR, TENIENDO SIEMPRE EN CUENTA EL NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE CADA DIMENSIÓN DEL CICLO DE DEMING EN EL PROCESO.</p>	PLANIFICAR	NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LA PLANIFICACIÓN	$= \frac{\text{ACTIVIDADES PLANIFICADAS EJECUTADAS}}{\text{ACTIVIDADES PLANIFICADAS PROGRAMADO}} \times 100$	RAZÓN
			HACER	NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES	$= \frac{\text{PASOS EJECUTADOS}}{\text{PASOS PROGRAMADOS}} \times 100$	
			VERIFICAR	NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES	$= \frac{\text{MEJORAS OBTENIDAS}}{\text{MEJORAS PROGRAMADAS}} \times 100$	
			ACTUAR	NIVEL DE SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	$= \frac{\text{PROBLEMAS PERSISTENTES}}{\text{PROBLEMAS SOLUCIONADOS}} \times 100$	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.2. Operacionalización de la Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD	García Cantú describe: "La productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron." (2011, p. 16)	LA MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD RESULTA DE VALORAR ADECUADAMENTE LOS RECURSOS PARA PRODUCIR CON ALTOS NIVELES DE EFICIENCIA Y EFICACIA MEDIDOS COMO EL TONELAJE PROCESADO ENTRE EL TONELAJE PROYECTADO	EFICIENCIA García Cantú dice: "Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente". (2011, p16)	NIVEL DE EFICIENCIA DEL ÁREA DE CHANCADO	$EFICIENCIA = \frac{HORA\ MAQUINA\ TRABAJADA}{HORA\ MAQUINA\ PROGRAMADA} \times 100$	RAZÓN
			EFICACIA García Cantú menciona: "Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas." (2011, p17)	NIVEL DE EFICACIA DEL ÁREA DE CHANCADO	$EFICACIA = \frac{TONELAJE\ PROCESADO}{TONELAJE\ PROGRAMADO} \times 100$	

Fuente: Elaboración Propia

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

(Valderrama Mendoza, 2002) Nos dice sobre Población y Muestra que “es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados. Por lo tanto, se puede hablar de universo de familias, empresa, instituciones, votantes, automóviles, beneficiarios de un programa de distribución de alimentos de un distrito de extrema pobreza, etc.” (p. 182)

2.3.1. POBLACIÓN

La presente investigación abarca dentro del área de chancado secundario a las dos (02) máquinas denominadas Chancadoras Cónicas de Marca METSO, Modelo: MP-800 que trabajan dentro del área de Chancado Secundario en una minera dedicada a la extracción de Oro.

Por lo tanto podemos definir como Unidad de Observación la producción de la Planta de Chancado secundario durante el año 2016 y que la población son los tonelajes Obtenidos Durante los 12 Meses del año 2016, 6 datos (meses) pre Test y 6 datos (meses) Post Test.

2.3.2. MUESTRA

Por ser la población del estudio muy reducido, se opta por que la muestra sea la misma que la población, en total 12 datos obtenidos de cada mes del año 2016.

2.3.3. MUESTREO

Dado que la población y muestra son iguales, no se usará el muestreo.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

(Hernandez Sampieri, et al., 2010) Dice al respecto, “Una vez que seleccionamos el diseño de investigación apropiado y la muestra adecuada (probabilística o no probabilística), de acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis (si es que se establecieron), la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis o casos (participantes, Grupos, organizaciones, etcétera). Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.” (p. 198)

2.4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

2.4.1.1. Observación:

Utilizaremos la observación estructurada, porque se manipularán los hechos que se observarán. Asimismo, el trabajo documental estará centrado en la revisión de libros, revistas, y otros documentos que tendrán relación con nuestra investigación. También utilizaremos las informaciones obtenidas a través de internet.

2.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Según (Valderrama Mendoza, 2002) “Los instrumentos son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información. Pueden ser formularios, pruebas de conocimientos o escalas de actitudes, como Likert, semántico y de Guttman; también pueden ser listas de chequeo, inventarios, cuadernos de campo, fichas de datos de seguridad (FDS), etc. Por lo tanto, se deben seleccionar coherentemente los instrumentos que se utilizaran en la variable independiente y en la dependiente.”

Los instrumentos que se utilizarán en el presente trabajo son:

2.4.2.1. Cuadernos de Campo:

La mayor parte de la información será tomada en campo, junto a las chancadoras cónicas por lo que este será un buen instrumento a utilizar.

2.4.2.2. Informes de desgaste:

Dichos informes recolectan los ratios de desgaste de los Liners, el tonelaje procesado entre otros datos valiosos para la investigación.

2.4.2.3. Datos de la Empresa:

Base de datos PROLAN utilizado en procesos y donde se guardan indicadores diarios recolectados por los sensores instalados en todo.

2.4.3. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Según (Hernandez Sampieri, et al., 2010) “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.”

También menciona (Hernandez Sampieri, et al., 2010) “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.”

Utilizamos el formato de validación de instrumentos proporcionada por la Universidad, que fue firmada por tres profesores colegiados, quienes dan fe de que los instrumentos utilizados así como las variables y sus dimensiones son bien utilizados.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

a) **Estadística descriptiva:** registra los datos en tablas y los representa en gráficos. Calcula los parámetros estadísticos (medidas de centralización y de dispersión), que describen el conjunto estudiado.

2.5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Ambas variables son descriptivas cuantitativas, por lo que se realizará el siguiente procedimiento para el análisis de datos:

- Se elaborará una base de datos para ambas variables
- Se empleará software SPSSv. 20
- Se tendrá en cuenta las medidas de tendencia central, media, mediana y moda.
- Se hará uso de medidas de variabilidad: rango, desviación estándar, varianza, coeficiente de variabilidad.
- Por último, se usarán gráficos e histogramas.

2.5.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

- Se llevará a cabo la prueba de hipótesis mediante el coeficiente de correlación de Pearson, por ser ambas variables cuantitativas.
- Si lo amerita, se trabajará con la prueba de regresión lineal simple, con la finalidad de estimar el efecto de una variable sobre otra.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo está realizado con el mayor cuidado acerca de los datos mostrados, se da fe que son fidedignos, de fuentes confiables y que fueron obtenidos de la empresa donde se realiza el estudio así como de fuentes como bibliotecas, libros y de páginas de internet data desarrollada con los principios de ética profesional de un futuro ingeniero.

2.7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

2.7.1. SITUACIÓN ACTUAL

La minera donde se realiza el presente estudio, tiene el mineral más abrasivo conocido en el Perú, donde repuestos que en otras compañías duran alrededor de 7 meses duran 21 días (3 semanas), pese a que no se ve afectada directamente por el bajo precio del Cobre, mantener los costos de producción bajos es siempre la prioridad como en casi todas las empresas. Es por ello que se requiere un aumento a la Productividad dentro del área de chancado, para poder aumentar los tiempos de trabajo de las Maquinas así como la mejora del proceso de Seteo de las chancadoras Cónicas.

2.7.1.1. PROBLEMÁTICA DEL ÁREA DE CHANCADO

Al inicio de las operaciones estas máquinas utilizaban solamente repuestos originales y el rendimiento de estas eran de 7 días, luego del vencimiento de la garantía, ingresaron compañías peruanas a fabricar dichos repuestos con lo que se empezó a incrementar el tiempo de vida útil en un proceso arduo de pruebas y re ingeniería. Al tener menor tiempo de vida de estos repuestos, la cantidad de paradas de planta es mucho mayor lo que aumenta también los costos de operación, traduciéndolo en pérdida para la compañía pues también se ve afectada la cantidad de toneladas procesadas y la recuperación del Oro.

Para poder comprender la realidad problemática se ha elaborado un diagrama de análisis de Operaciones en relación al área de chancado Secundario.

Para poder tener una visión un poco más amplia de la influencia del área de chancado secundario, revisaremos el DOP de la mina en estudio.

2.7.1.2. DIAGRAMA ANALÍTICO DE OPERACIONES

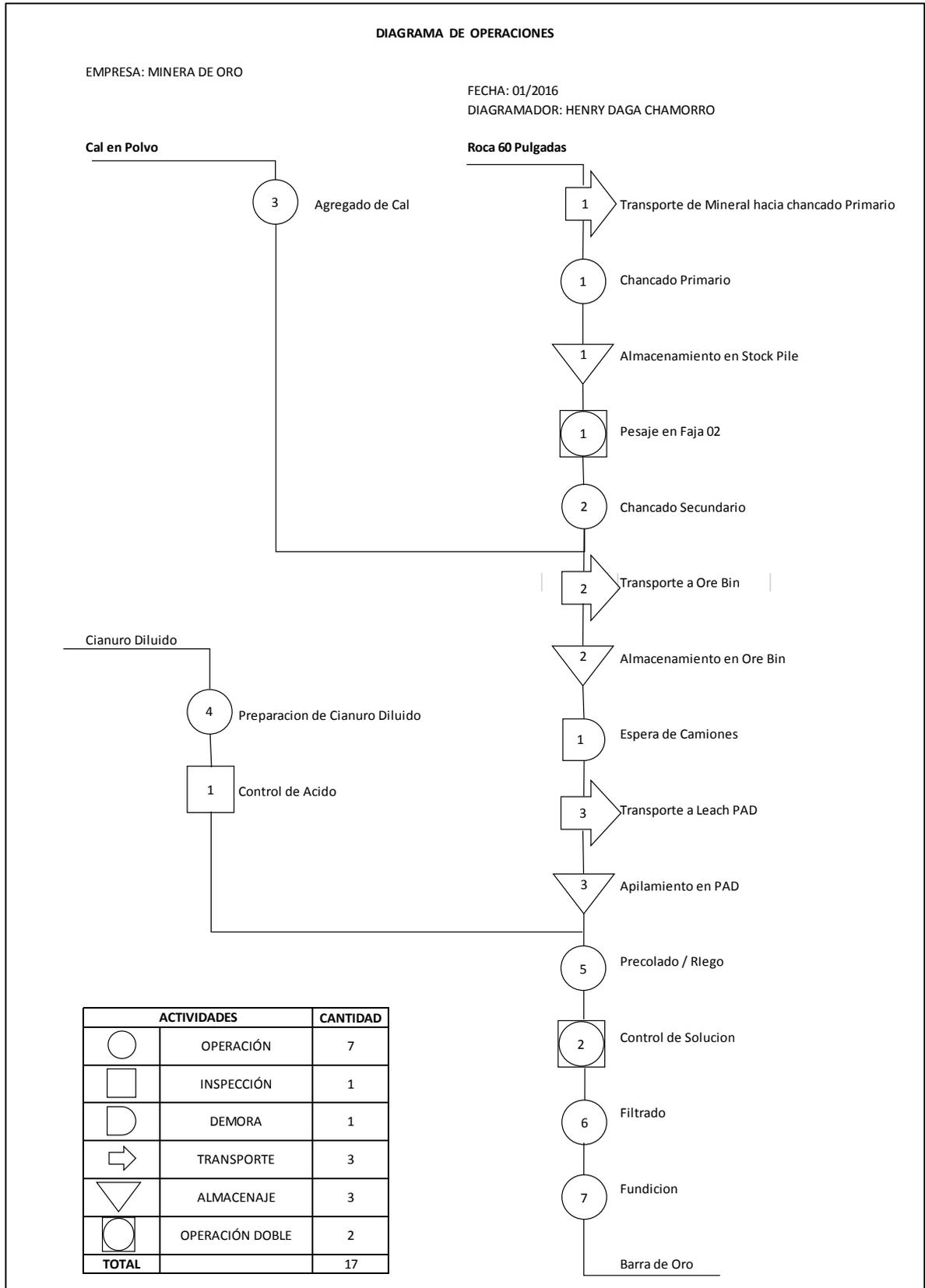


Gráfico 11: Operaciones para obtener Oro en Barra.

2.7.1.3. FLOW SHEET ÁREAS DE CHANCADO PRIMARIO Y SECUNDARIO

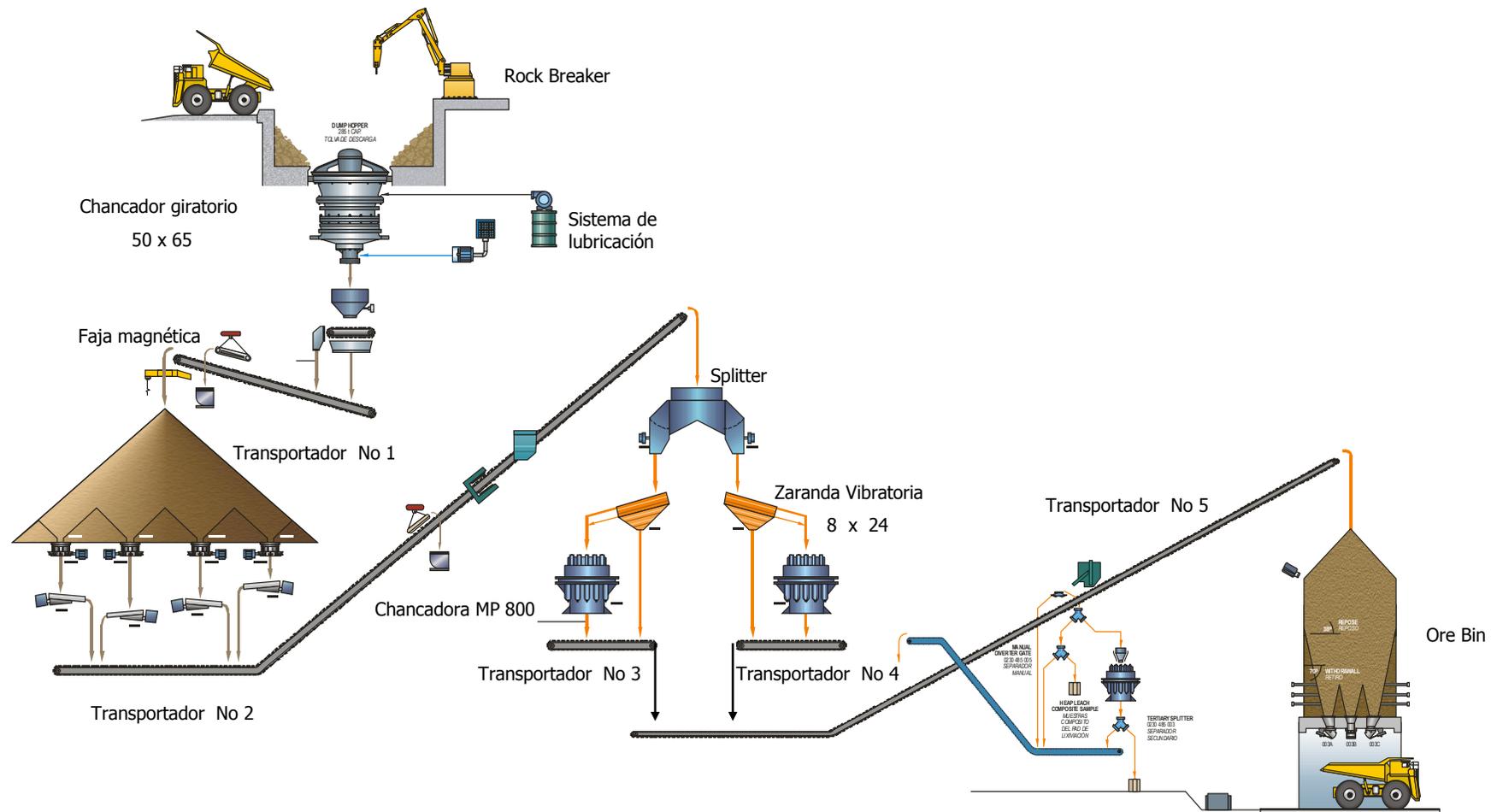


Gráfico 12: Chancado primario y secundario.

2.7.1.4. DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS – CHANCADO SECUNDARIO

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS															
NOMBRE DEL PROCESO ANALIZADO: CHANCADO SECUNDARIO							FACILITADOR: HENRY DAGA CHAMORRO								
							Proc	P/I	Insp	Trans	Alm	Dem			
Datos de Entrada	I	ACTIVIDAD	○	⊗	□	⇒	▽	D	TIEMPO ESTIMADO (Min)	DISTANCIA (Ms)	VARIABLES CRITICAS OBSERVADAS				
TONELAJE DE MINERAL	1	TRANSPORTE DE STOCK PILE A CHANCADO SECUNDARIO					X		1	200	Humedad de Mineral				
	3	PESAJE DE MINERAL EN FAJA 02					X		1		Tonelaje 0, cuando hay parada de alimentacion				
	4	INGRESO DE MINERAL AL CHUTE CORTADOR	X						1						
SETTING DE CHANCADO	5	INGRESO DE MINERAL A CHANCADORA SECUNDARIA 01 Y 02	X						2		Granulometriay Humedad de Mieral				
	6	CHANCADO	X						1		Setting de chancado y Tonelaje Alimentado				
	7	DESCARGA A FAJAS 02 Y 04	X						1						
MDEIDA DE GRANULOMETRIA	8	MEDICION DE GRANULOMETRIA					X		0		Calibracion de Camara de alta velocidad				
	9	TRANSPORTE DE MINERAL A FJA 5					X		2	20					
	10														
			4	0	2	2	0	0	9						

Gráfico 13: DAP del Área de Chancado Secundario.

2.7.1.5. Factores que afectan negativamente la Productividad

La productividad del área de chancado secundario se ve afectada negativamente por las siguientes causas.

A. Desgaste de Liners de chancadora secundaria.

Otro de los factores más resaltantes que afectan negativamente en la productividad del área de chancado secundario, es el desgaste producido por el mineral en los repuestos de desgaste que llamaremos Bowl y Mantle. Estos repuestos son los que trituran la roca y su tiempo de vida útil depende de cuánto tonelaje se procese y cuan abrasivo sea la campaña de mineral.

B. Material demasiado abrasivo

La minera donde se realiza el presente análisis, es una de las minas con mayor índice de abrasividad en el Perú, considerado como desgaste crítico sobre todo en los repuestos de desgaste de las maquinas como chancadoras.

Una de las grandes empresas a nivel Mundial que provee y es fabricante de los equipos que se utilizan en el área de chancado secundario, realizó un estudio del mineral presentado en Mina.

C. Falta de control del Setting (Tamaño de salida)

Las Chancadoras Cónicas procesan un tonelaje diario que debe ser reducido de tamaño de 7 pulgadas a 2 pulgadas, para ello las maquinas deben de cerrar la abertura de salida del mineral. Este proceso toma no más de 15 minutos y debe ser hecho cada determinado tiempo. Para ahorrar el pare de flujo de mineral hacia las chancadoras cónicas, la minera instaló un sistema electrónico mediante sensores y cámaras a la que denominan Split On Line, que mediante la captación de imágenes a alta velocidad realiza un comparativo con un estándar en la salida de las chancadoras.

Los operadores confían ciegamente en este sistema y evitan medir la abertura en la salida de la chancadora, con lo cual se evitan el pare de mineral por mucho tiempo y la medición con una esfera de aluminio. Sin embargo, durante el tiempo de recolección de datos junto a la chancadora se confirmó que este sistema On Line tenia deficiencias lo cual daba un Setting mucho más cerrado del que se debía tener, forzando el desgaste de los repuestos en las chancadoras.

2.7.1.6. Estratificación de Causas por Áreas

Para saber en qué área se encuentra la mayor cantidad de problemas realizamos la matriz de estratificación de Causas la que se resume en el siguiente gráfico

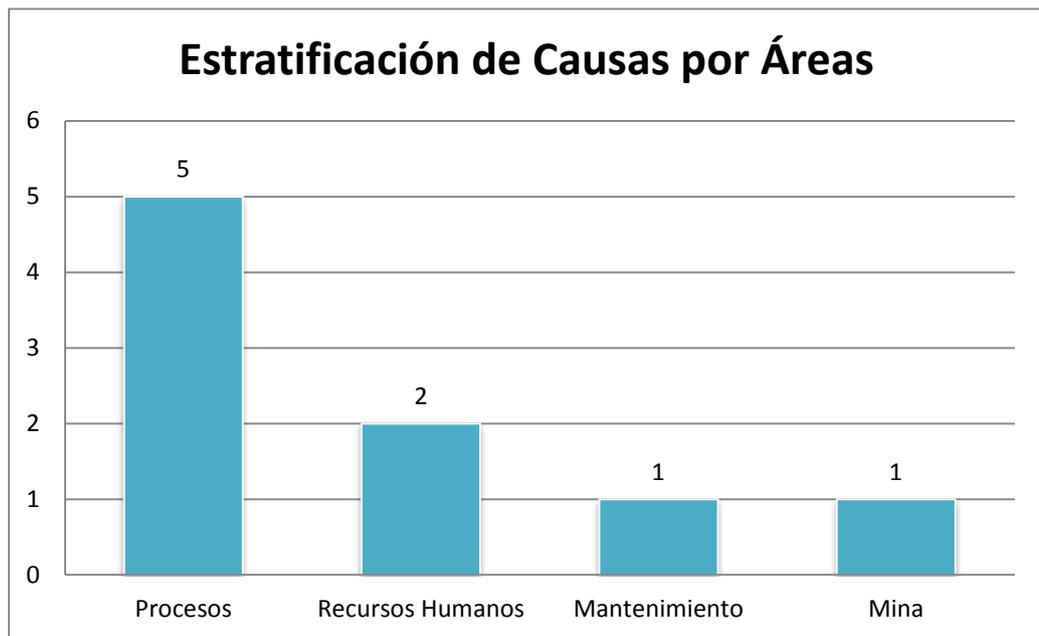


Gráfico 14: Estratificación de Causas

2.7.1.7. Indicadores antes de la mejora (PRE-TEST)

Continuando con la evaluación del área de chancado secundario de la empresa donde realizamos el presente estudio, procedemos a evaluar los indicadores: eficiencia y eficacia como datos de los cuales se parte para verificar la hipótesis.

NIVEL DE EFICIENCIA

Para poder estudiar la Eficiencia en el área de chancado secundario, mediremos las horas maquina promedio en los seis primeros meses del 2016, nos valemos de la siguiente formula:

$$EFICIENCIA = \frac{HORA MAQUINA TRABAJADA}{HORA MAQUINA PROGRAMADA} \times 100$$

NIVEL DE EFICIENCIA DEL ÁREA DE CHANCADO SECUNDARIO						
MES	HORAS TRABAJADAS MES	HORAS DE PARADA MES	HORAS PROGRAMADAS MES	DEFICIENCIA (HORAS)	NIVEL DE EFICIENCIA	EFICIENCIA PROMEDIO
ENERO	585	20	605	19.5	96.77%	93.94%
FEBRERO	532	34	566	33.5	94.08%	
MARZO	517	88	605	87.5	85.53%	
ABRIL	520	65	585	65.0	88.89%	
MAYO	606	-2	605	-1.5	100.25%	
JUNIO	574	11	585	11.0	98.12%	

Gráfico 15: Datos Pre Test, Primer semestre 2016

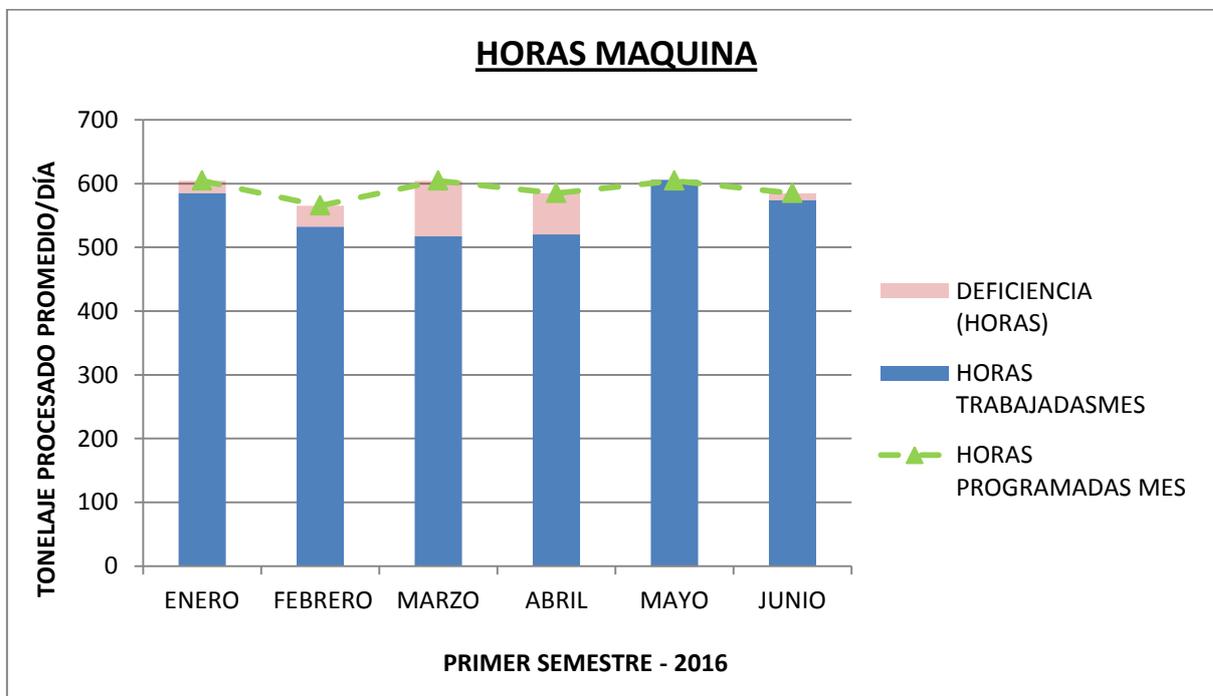


Gráfico 16: Estadística del primer Semestre

NIVEL DE EFICIENCIA PRIMER SEMESTRE

En el siguiente gráfico se puede apreciar la evolución de la eficiencia durante el primer semestre del 2016

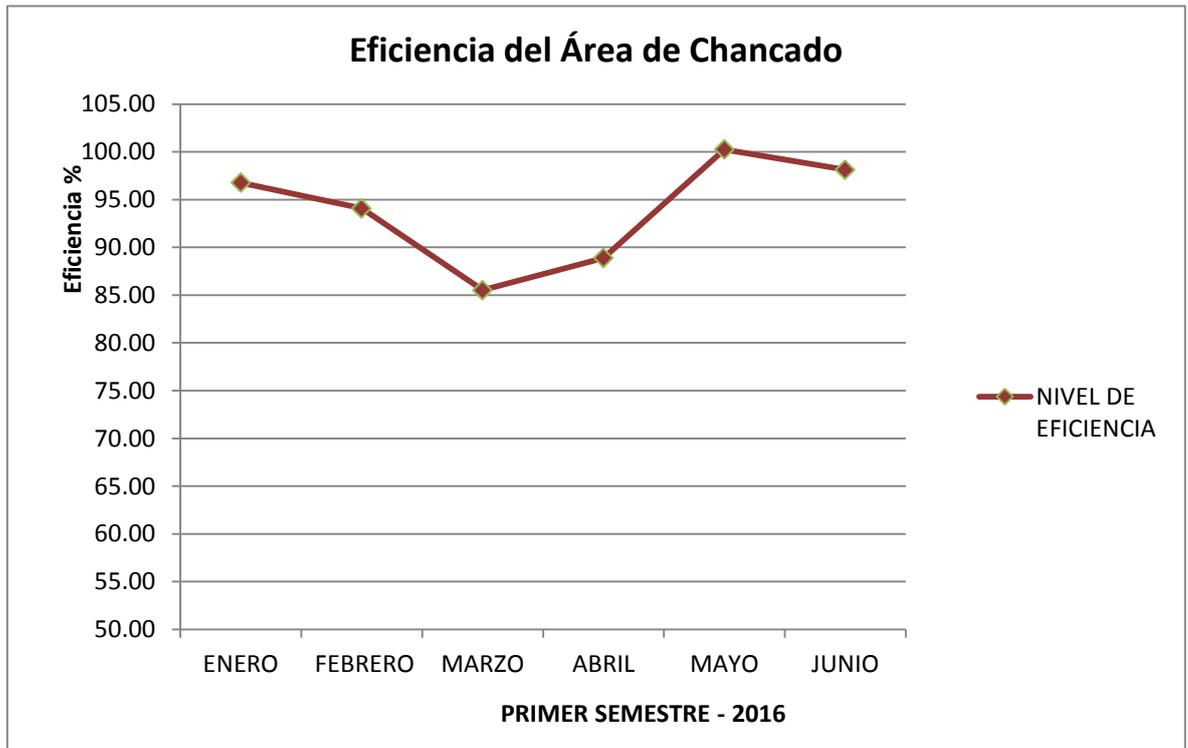


Gráfico 17: Evolución de la Eficiencia, Primer semestre 2016

NIVEL DE EFICACIA

La medición de la eficacia se realiza midiendo el tonelaje procesado en el área de chancado secundario, para ello se utiliza la siguiente formula:

$$EFICACIA = \frac{TONELAJE PROCESADO}{TONELAJE PROGRAMADO} \times 100$$

NIVEL DE EFICACIA DEL ÁREA DE CHANCADO SECUNDARIO							
MES	DIAS	PROCESADO [TM] MILES	TONELAJE DIA PROGRAMADO	TONELAJE PROGRAMADO	DEFICIENCIA	NIVEL DE EFICACIA	EFICACIA PROMEDIO
ENERO	31	1472751.3	60000	1860000	387248.7	79.18%	74.50%
FEBRERO	29	1340179.3	60000	1740000	399820.7	77.02%	
MARZO	31	1303941.8	60000	1860000	556058.2	70.10%	
ABRIL	30	1355664.8	60000	1800000	444335.2	75.31%	
MAYO	31	1377951.3	60000	1860000	482048.7	74.08%	
JUNIO	30	1282905.0	60000	1800000	517095.0	71.27%	

Gráfico 18: Datos Pre Test, Primer semestre 2016

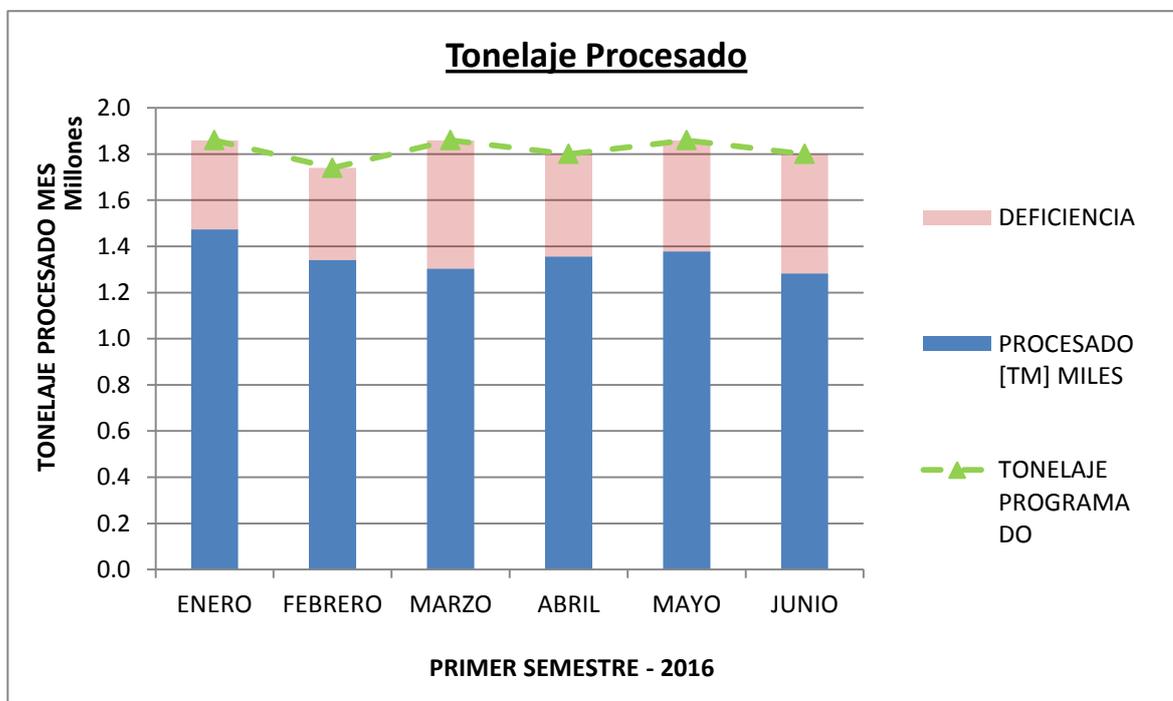


Gráfico 19: Estadística, Primer semestre 2016

NIVEL DE EFICACIA PRIMER SEMESTRE

El siguiente gráfico resume el nivel de eficacia del primer semestre del 2016:

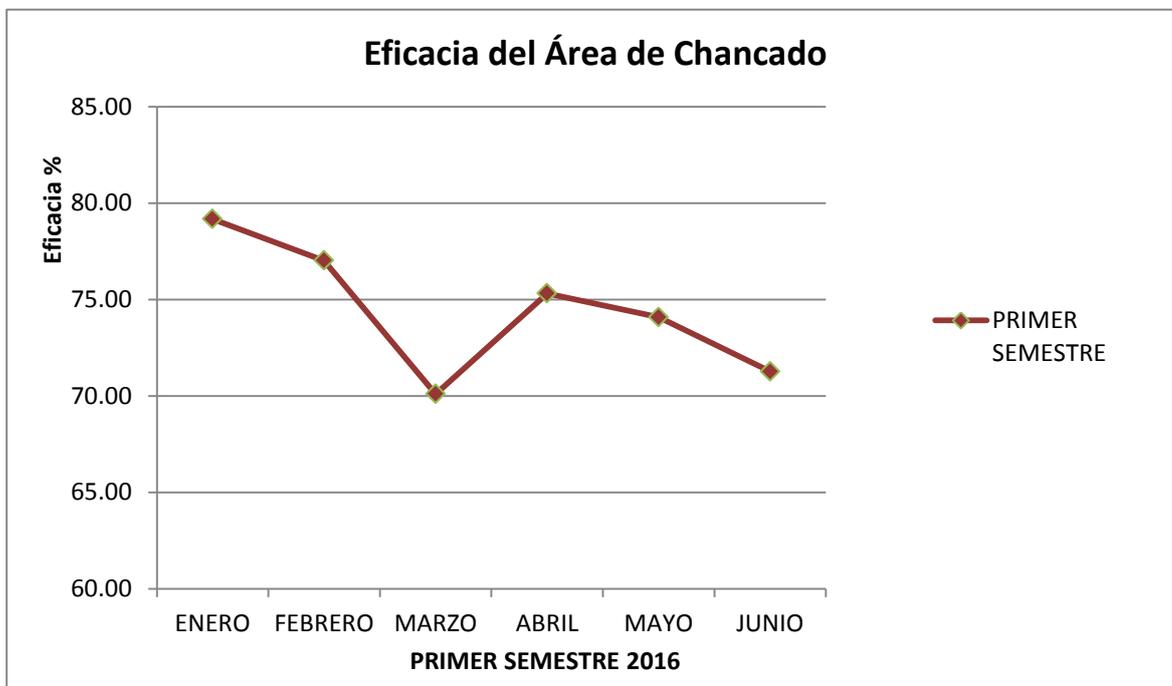


Gráfico 20: Evolución de Eficacia, primer semestre.

El problema de baja eficacia se venía presentando desde el año 2015, sin embargo se acrecentó el primer semestre del 2016 motivo por el que la minera y los proveedores se reunieron para buscar una forma de solucionarlo.

2.7.2. PROPUESTA DE LA MEJORA

2.7.2.1. Elección de la metodología

Para elegir la herramienta adecuada que influya en el aumento de la productividad, eficiencia y eficacia del área de chancado secundario, se utilizara el Proceso Analítico Jerárquico AHP por sus siglas en inglés (Analytic Hierarchy Proces). Por ende, es necesario tener presente el objetivo de nuestra investigación, el cual es “Determinar como el Ciclo de Deming aumenta la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro.”

Se consideran las siguientes 4 Metodologías:

PHVA: "El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico de la organización" (Gutierrez Pulido, 2010)

KAIZEN: "Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI - cambio y ZEN - bueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito” (Hernández Matías y Vizán, 2013, p. 27).

LEAN SIX SIGMA: Lean Six Sigma es un programa de mejora de procesos que combina dos ideas: Lean, una recolección de técnicas para reducir el tiempo necesario para proporcionar productos o servicios, y Six Sigma, una recolección de técnicas para mejorar la calidad de productos y servicios, y contribuir substancialmente a una satisfacción del cliente. (Fortuny Santos , et al., 2000)

LEAN MANUFACTURING: "Entendemos por lean manufacturing (en

castellano "producción ajustada"), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar” (Rajadell Carreras y Sánchez, 2010, p. 2).

Y se realizará la ponderación teniendo en cuenta las siguientes criterios:

- Incremento de rentabilidad
- Dificultad de la implementación
- Coste de implementación
- Tiempo para la implementación
- Aceptación por el personal

El Doctor Saaty propone una escala que en orden de importancia va en una escala de 1 a 9, la que se muestra es la siguiente tabla:

ESCALA SAATY		
ESCALA		EXPLICACIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	Fuertemente más importante de un elemento que la del otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro.
7	Mucho más fuerte importancia de un elemento frente al otro	Un elemento domina fuertemente frente a otro elemento
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible.

Gráfico 21: Escala SAATY

CRITERIOS DE SELECCIÓN											
	INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD	DIFICULTAD DE LA IMPLEMENTACIÓN	COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE LA IMPLEMENTACIÓN	ACEPTACIÓN DE PERSONAL	MATRIZ NORMALIZADO					VECTOR PROMEDIO
INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD	1.00	9.00	3.00	5.00	5.00	0.54	0.79	0.32	0.31	0.17	43%
DIFICULTAD DE LA IMPLEMENTACIÓN	0.11	1.00	5.00	1.00	7.00	0.06	0.09	0.54	0.06	0.24	20%
COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN	0.33	0.20	1.00	9.00	7.00	0.18	0.02	0.11	0.56	0.24	22%
TIEMPO DE LA IMPLEMENTACIÓN	0.20	1.00	0.11	1.00	9.00	0.11	0.09	0.01	0.06	0.31	12%
ACEPTACIÓN DE PERSONAL	0.20	0.14	0.14	0.11	1.00	0.11	0.01	0.02	0.01	0.03	4%
SUMA	1.84	11.34	9.25	16.11	29.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

Después de realizar la ponderación de los criterios de selección, se puede observar que el incremento de la rentabilidad es el criterio más importante alcanzando el 43% mientras que la Dificultad de la implementación queda en segundo lugar con 20% seguido por el costo de la implementación y el tiempo de la implementación con 22% y 12% respectivamente, dejando en última posición a la Aceptación del personal con 4%.

PONDERACIÓN DE METODOLOGÍA AHP FRENTE AL CRITERIO:									
INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD									
METODOLOGIA	PHVA	KAIZEN	LEAN SIX SIGMA	LEAN MANUFACTURING	MATRIZ NORMALIZADA				VECTOR PROMEDIO
PHVA	1.00	0.33	0.20	7.00	0.11	0.17	0.04	0.58	22%
KAIZEN	3.00	1.00	3.00	3.00	0.33	0.50	0.58	0.25	41%
LEAN SIX SIGMA	5.00	0.33	1.00	1.00	0.55	0.17	0.19	0.08	25%
LEAN MANUFACTURING	0.14	0.33	1.00	1.00	0.02	0.17	0.19	0.08	11%
SUMA	9.14	2.00	5.20	12.00	1.00	1.00	1.00	1.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

PONDERACIÓN DE METODOLOGÍA AHP FRENTE AL CRITERIO:									
COSTE DE LA IMPLEMENTACIÓN									
METODOLOGIA	PHVA	KAIZEN	LEAN SIX SIGMA	LEAN MANUFACTURING	MATRIZ NORMALIZADO				VECTOR PROMEDIO
PHVA	1.00	5.00	1.00	7.00	0.43	0.50	0.38	0.58	47%
KAIZEN	0.20	1.00	0.33	1.00	0.09	0.10	0.13	0.08	10%
LEAN SIX SIGMA	1.00	3.00	1.00	3.00	0.43	0.30	0.38	0.25	34%
LEAN MANUFACTURING	0.14	1.00	0.33	1.00	0.06	0.10	0.13	0.08	9%
SUMA	2.34	10.00	2.67	12.00	1.00	1.00	1.00	1.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

PONDERACIÓN DE METODOLOGÍA AHP FRENTE AL CRITERIO:									
DIFICULTAD DE LA IMPLEMENTACIÓN									
METODOLOGIA	PHVA	KAIZEN	LEAN SIX SIGMA	LEAN MANUFACTURING	MATRIZ NORMALIZADO				VECTOR PROMEDIO
PHVA	1.00	0.33	7.00	9.00	0.24	0.13	0.58	0.75	42%
KAIZEN	3.00	1.00	3.00	1.00	0.71	0.38	0.25	0.08	35%
LEAN SIX SIGMA	0.14	0.33	1.00	1.00	0.03	0.13	0.08	0.08	8%
LEAN MANUFACTURING	0.11	1.00	1.00	1.00	0.03	0.38	0.08	0.08	14%
SUMA	4.25	2.67	12.00	12.00	1.00	1.00	1.00	1.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

PONDERACIÓN DE METODOLOGÍA AHP FRENTE AL CRITERIO:									
TIEMPO PARA LA IMPLEMENTACIÓN									
METODOLOGIA	PHVA	KAIZEN	LEAN SIX SIGMA	LEAN MANUFACTURING	MATRIZ NORMALIZADO				VECTOR PROMEDIO
PHVA	1.00	9.00	5.00	3.00	0.61	0.38	0.55	0.67	55%
KAIZEN	0.11	1.00	0.14	0.14	0.07	0.04	0.02	0.03	4%
LEAN SIX SIGMA	0.20	7.00	1.00	0.33	0.12	0.29	0.11	0.07	15%
LEAN MANUFACTURING	0.33	7.00	3.00	1.00	0.20	0.29	0.33	0.22	26%
SUMA	1.64	24.00	9.14	4.48	1.00	1.00	1.00	1.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

PONDERACIÓN DE METODOLOGÍA AHP FRENTE AL CRITERIO:									
ACEPTACIÓN POR EL PERSONAL									
METODOLOGIA	PHVA	KAIZEN	LEAN SIX SIGMA	LEAN MANUFACTURING	MATRIZ NORMALIZADO				VECTOR PROMEDIO
PHVA	1.00	7.00	3.00	9.00	0.63	0.83	0.33	0.38	54%
KAIZEN	0.14	1.00	5.00	5.00	0.09	0.12	0.55	0.21	24%
LEAN SIX SIGMA	0.33	0.20	1.00	9.00	0.21	0.02	0.11	0.38	18%
LEAN MANUFACTURING	0.11	0.20	0.11	1.00	0.07	0.02	0.01	0.04	4%
SUMA	1.59	8.40	9.11	24.00	1.00	1.00	1.00	1.00	100%

Fuente: Elaboración Propia

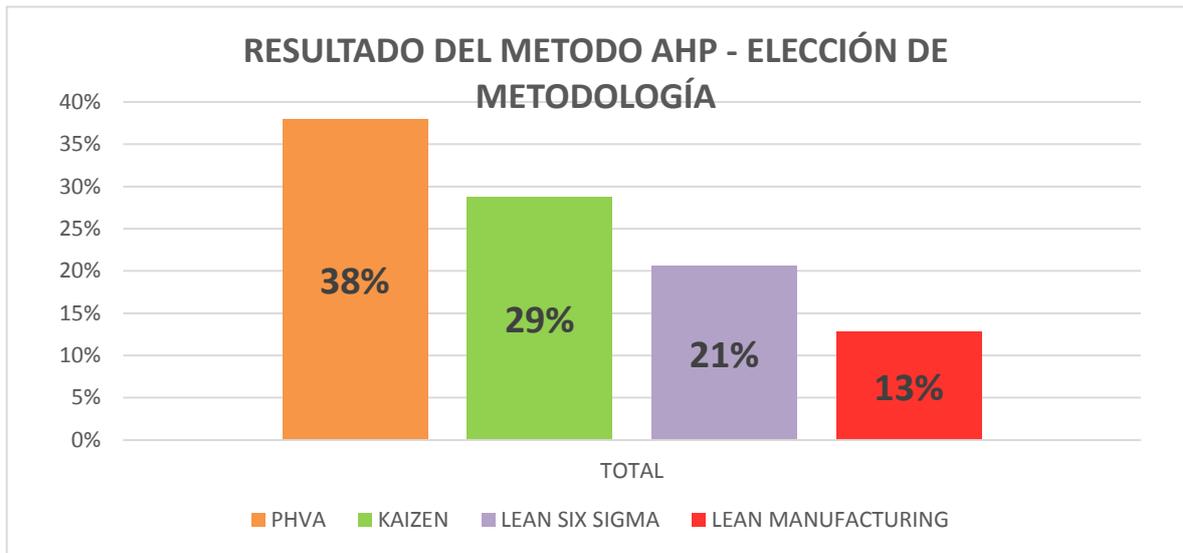
Luego de revisar uno por uno los criterios y confrontarlos con las diferentes metodologías propuestas, se obtuvo el siguiente cuadro Resumen de Resultados:

RESULTADO DEL MÉTODO AHP - ELECCIÓN DE METODOLOGÍA						
METODOLOGÍA	INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD	DIFICULTAD DE LA IMPLEMENTACIÓN	COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN	TIEMPO DE LA IMPLEMENTACIÓN	ACEPTACIÓN DE PERSONAL	TOTAL
PHVA	0.22	0.42	0.47	0.55	0.54	37%
KAIZEN	0.41	0.35	0.10	0.04	0.24	28%
LEAN SIX SIGMA	0.25	0.08	0.34	0.15	0.18	22%
LEAN MANUFACTURING	0.11	0.14	0.09	0.26	0.04	13%
PONDERACIÓN	0.43	0.20	0.22	0.12	0.04	100%

Fuente: Elaboración Propia

Después de revisar el cuadro de Resultados se puede apreciar que la metodología PHVA es la más adecuada en relación al resto de metodologías propuestas.

Resultados del método de priorización.



Fuente: Elaboración Propia

La metodología PHVA resulta ser la más adecuada con 38%, seguido por Kaizen con 29% y en los dos últimos lugares Six Sigma y Lean Manufacturen con 21% y 13% respectivamente.

2.7.2.2. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Según la metodología PHVA se realizó el siguiente cronograma de actividades:

PLANIFICAR

Las áreas de Mantenimiento y Procesos se reunieron para realizar el análisis de los problemas del área de Chancado secundario realizando diagramas de Causa Efecto, Diagrama de Pareto, revisando Datos del Software PROLAN que es el sistema que recauda datos por hora de tonelaje Procesado, dichas áreas buscaron todas las posibles causas apoyándose en los operadores de las chancadoras, así como en personal que realiza mantenimiento directo a las maquinas.

Las áreas encargadas planificaran y programaran junto con el proveedor de Liners las medidas remedio considerando el aumento de la productividad como objetivo.

- Identificación del problema
- Verificación de problema
- Graficar problema
- Generar plan de acción

HACER

Los encargados deberán poner en práctica las medidas remedio tal y como se programaron en el paso anterior, además deben informar al personal afectado en el área de chancado.

En este paso se toma el apoyo del proveedor de Liners para chancadora, se realizan pruebas con nuevos perfiles y nuevas aleaciones de dichos repuestos. El objetivo es aumentar la productividad del área de chancado secundario.

- Aplicación de la mejora – prueba

VERIFICAR

Luego de un tiempo prudente, los encargados deberán revisar los resultados de la mejora que se obtendrán y analizarlos después en forma estadística para comparar el antes y después.

El área de mantenimiento junto con el área de operaciones revisa en una reunión conjunta con el proveedor los resultados de las pruebas, realizan un acta de reunión y quedan a la espera del informe final del proveedor.

- Revisión de resultados de prueba

ACTUAR

Los encargados deben evitar la recurrencia del problema estandarizando dentro del proceso, los procedimientos y los documentos, de tal manera que el aprendizaje obtenido se refleje en el proceso y las responsabilidades.

Así mismo, el equipo encargado de la mejora, deberá revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro. Para ello debe realizar una lista de problemas que persisten y sus posibles soluciones.

- Prevenir recurrencia del problema
- Conclusión

2.7.2.3. Cronograma de Implementación

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PHVA															
Fase	N°	Pasos	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P	1	IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	■												
	2	VERIFICACION DE PROBLEMA	■	■											
	3	GRAFICAR PROBLEMA	■	■											
	4	GENERAR PLAN DE ACCION		■	■										
H	5	APLICACIÓN DE LA MEJORA - PRUEBA		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
V	6	REVISION DE RESULTADOS DE PRUEBA			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
A	7	PREVENIR RECURRENCIA DEL PROBLEMA													■
	8	CONCLUSION													■

Fuente: Elaboración Propia

2.7.2.4. Presupuesto

Ahora analizaremos el costo incurrido para la obtención de la presente tesis:

PRESUPUESTO						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UM	CANT	TOTAL		
				PU	PT	
1	Laptop Lenovo (Procesador Intel Core I3)	Und	1.00	S/. 1,700.00	S/. 1,700.00	
2	Libro de metodología ded la investigacion	Und	2.00	S/. 30.00	S/. 60.00	
3	Viajes para visitas tecnicas	Und	12.00	S/. 600.00	S/. 7,200.00	
4	Estadia en Mina Visitas	Und	24.00	S/. 15.00	S/. 360.00	
5	Estadia Prueba	Und	60.00	S/. 15.00	S/. 900.00	
6	Software Sistma SPSS	Und	1.00	S/. 15.00	S/. 15.00	
7	Tiempo del Investigador	Pers.	12.00	S/. 4,000.00	S/. 48,000.00	
8	Capacitador Mejora Continua	Pers.	1.00	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	
9	Movilidad Tujillo Mina	Und	27.00	S/. 50.00	S/. 1,350.00	
10	Hospedaje Trujillo	Und	14.00	S/. 70.00	S/. 980.00	
11	Cuadernos	Und	2.00	S/. 3.00	S/. 6.00	
12	Lapicero	Und	12.00	S/. 1.00	S/. 12.00	
13	Resaltador	Und	2.00	S/. 2.50	S/. 5.00	
14	Internet	GB	6.00	S/. 30.00	S/. 180.00	
15	Impresiones	Und	30.00	S/. 0.50	S/. 15.00	
16	Anillado	Und	6.00	S/. 3.00	S/. 18.00	
	Total Gasto (General)				S/. 63,301.00	
Total Presupuesto (Sin IGV)					S/. 63,301.00	

2.7.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

En este segmento de la investigación procedo a detallar los pasos presentados en el cronograma de Implementación del PHVA.

2.7.3.1. ETAPA PLANIFICAR

La baja de productividad que se presentó a finales del año 2015, motivo al personal de la empresa donde se desarrolla este estudio a buscar posibles causas con la finalidad de proponer soluciones lo más pronto posible.

Por tal Motivo, se citó a personal de Mantenimiento, así como personal de operaciones exactamente a los operadores de chancado secundario. Se aprovechó el llamado cambio de guardia que es el relevo de personal, que se da aproximadamente cada 8 días, para realizar reuniones donde se tomaron en cuenta la opinión de todos los implicados con la metodología lluvia de ideas.

Luego de obtener el porqué de los problemas presentados, se realizaron varias reuniones con los proveedores de Liners de Chancadora Secundaria, donde se presentó datos obtenidos con la esperanza de que se pueda realizar mejoras en el diseño y/o aleación de Liners. Se solicitó a dichos proveedores que presenten sus propuestas de mejora

2.7.3.2. ETAPA HACER

Se procede a verificar las piezas enviadas por el proveedor que ganó la consignación anual de Liners, se procede a instalar un juego en cada Chancadora y realizar control diario tal como estipula el protocolo de pruebas de la minera.

La prueba se llevó a cabo con cuatro juegos de repuestos en casi tres meses. Se recopilamos datos acerca de Tonelaje procesado diariamente en dos de las cuatro pruebas, así como datos propios de la maquina como cantidad de dientes desplazados en el seteo, altura del tazón de la chancadora y el Setting de pase físico y el virtual arrojado por la cámara de alta velocidad.

Luego de realizada la prueba se realizó la medición de cada juego para saber el espesor de los liners de desgaste y así verificar los días de duración posibles del nuevo diseño.

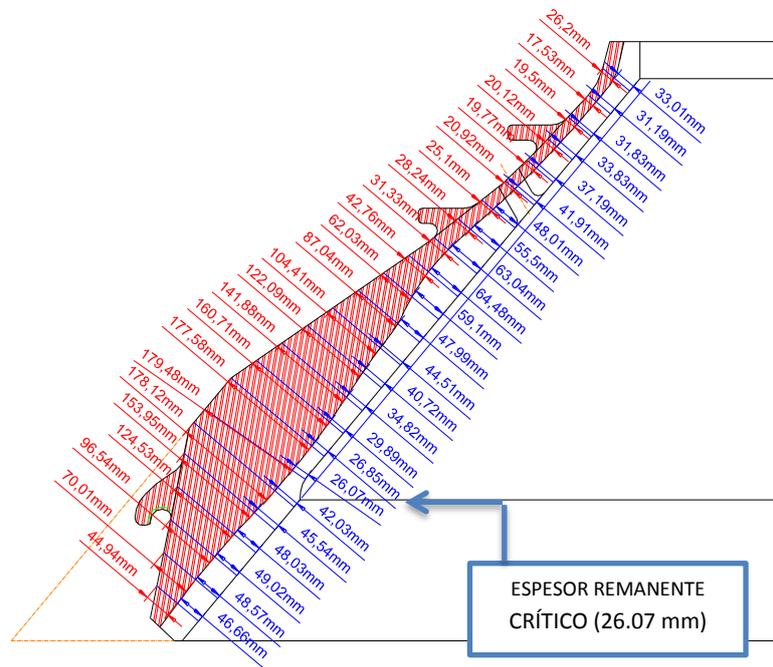


Gráfico 22: Perfil de desgaste de Mantle

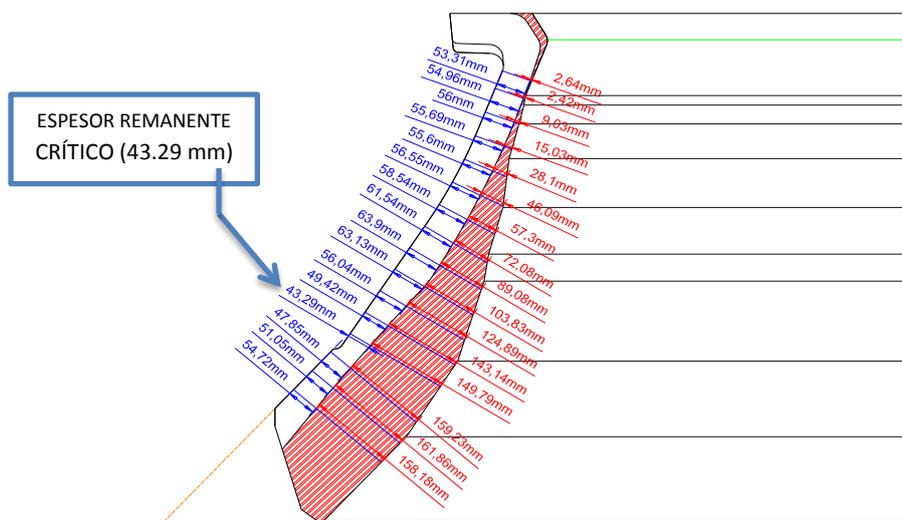


Gráfico 23: Perfil de Desgaste de Bowl Liner

Los gráficos presentan el desgaste de las piezas en 20 días.

2.7.4. RESULTADOS

En los siguientes cuadros se resumen los resultados obtenidos para el nivel de cumplimiento de las 4 etapas de la variable Independiente.

DIMENSIONES DEL CICLO DE DEMING				CUMPLIMIENTO	
ETAPA	PASO		NOMBRE DEL PASO	SI	NO
PLANEAR	1	IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	Las áreas de Mantenimiento y Procesos se reunieron para realizar el analisis de los problemas del área de Chancado realizando diagramas como Causa Efecto, Diagrama de Pareto, Datos PROLAN que es el sistema que recauda datos por hora de tonelaje Procesado.	X	
	2	VERIFICACION DE PROBLEMA	Dichas áreas buscaron todas las posibles causas apoyandose en los operadores de las chancadoras, asi como en personal que realiza mantenimiento directo a las maquinas.	X	
	3	REUNION CON PROVEEDORES	Los proveedores deberan presentar sus propuestas para ser analizadas por separado con el comité consultivo compuesto por personal de Procesos y Mantenimiento.	X	
	4	GRAFICAR PROBLEMA	Con las herramientas Pareto y Diagrama de Ishikawa, se logró identificar la causa mas resaltante para no lograr la meta establecida de producción.	X	
	5	GENERAR PLAN DE ACCION	Las áreas encargadas planificaran y programaran las medidas remedio considerando el objetivo de la mejora y como eliminará las causas del problema.	X	
			NIVEL DE CUMPLIMIENTO ETAPA PLANEAR=	100%	

Gráfico 24: Nivel de Cumplimiento etapa Planear

DIMENSIONES DEL CICLO DE DEMING				CUMPLIMIENTO	
ETAPA	PASO		NOMBRE DEL PASO	SI	NO
HACER	6	APLICACIÓN DE LA MEJORA - PRUEBA	Los encargados deberán poner en práctica las medidas remedio tal y como se programaron en el paso anterior, además deben informar al personal afectado en el área de chancado.	X	
	7	CAPACITACION SOBRE MEJORA CONTINUA DEL PROCESO DE CHANCADO	Se debe llevar a cabo una charla a cargo de personal consultivo para que los operadores y supervisores esten a tanto del trabajo de mejora que se realizara en el área de chancado.	X	
	8	PROVEEDOR "A"	Instalacion y Prueba de Conos en las chancadoras	X	
	9	PROVEEDOR "B"	Instalacion y Prueba de Conos en las chancadoras		X
	10	INSPECCIONES	Se realiza la medicion y control de los repuestos de prueba, de ambos proveedores.	X	
			NIVEL DE CUMPLIMIENTO ETAPA HACER=	80%	

Gráfico 25: Nivel de Cumplimiento etapa Hacer

DIMENSIONES DEL CICLO DE DEMING				CUMPLIMIENTO	
ETAPA	PASO		NOMBRE DEL PASO	SI	NO
VERIFICAR	11	REVISION DE RESULTADOS DE PRUEBA	Luego de un tiempo prudente, los encargados deberan revisar los resultados de la mejora que se obtendrán y analizarlos despues en forma estadística para comparar el antes y despues.	X	
	12	VERIFICAR DATOS OPERATIVOS DE LAS CHANCADORAS	Se analizan los datos del PROLAN como Tonelajes y Setting de operación.	X	
	13	RECOPIRAR INFORMACION DE LOS OPERADORES DE PROCESOS	En reunion de cambio de guardia, se analiza las experiencias de los operadores directos de a chancadora secundaria.	X	
	14	RECOPIRAR INFORMACION DE LOS OPERADORES DE MANTENIMIENTO	Aprovechando los tiempos de cambio de guardia se analiza las eperiencias del punto de vista de mantenimiento.	X	
			NIVEL DE CUMPLIMIENTO ETAPA VERIFICAR=	100%	

Gráfico 26: Nivel de Cumplimiento etapa Verificar.

DIMENSIONES DEL CICLO DE DEMING				CUMPLIMIENTO	
ETAPA	PASO		NOMBRE DEL PASO	SI	NO
ACTUAR	15	PREVENIR RECURRENCIA DEL PROBLEMA	Los encargados deben evitar la recurrencia del problema estandarizando dentro del proceso, los procedimientos y los documentos, de tal manera que el aprendizaje obtenido se refleje en el proceso y las responsabilidades.	X	
	16	CONCLUSION	El equipo encargado de la mejora, debera revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro. Para ello debe realizar una lista de problemas que persisten y sus posibles soluciones.	X	
			NIVEL DE CUMPLIMIENTO ETAPA ACTUAR=	100%	

Gráfico 27: Nivel de Cumplimiento etapa Actuar.

2.7.4.1. ETAPA VERIFICAR

En esta parte de la investigación, presentaremos los datos y resultados obtenidos en el área de chancado secundario luego de aplicar el PHVA, para comprobar la hipótesis postulada.

Datos Recopilados (Post Test)

NIVEL DE EFICIENCIA

Al igual que para la recopilación de datos en el pre test, nos valemos de la siguiente formula:

$$EFICIENCIA = \frac{HORA MAQUINA TRABAJADA}{HORA MAQUINA PROGRAMADA} \times 100$$

NIVEL DE EFICIENCIA DEL ÁREA DE CHANCADO SECUNDARIO						
MES	HORAS TRABAJADAS MES	HORAS DE PARADA MES	HORAS PROGRAMADAS MES	DEFICIENCIA (HORAS)	NIVEL DE EFICIENCIA	EFICIENCIA PROMEDIO
JULIO	609	-5	605	-4.5	100.74%	100.70%
AGOSTO	594	11	605	10.5	98.26%	
SEPTIEMBRE	589	-4	585	-4.0	100.68%	
OCTUBRE	606	-2	605	-1.5	100.25%	
NOVIEMBRE	588	-3	585	-3.0	100.51%	
DICIEMBRE	627	-23	605	-22.5	103.72%	

Gráfico 28: Datos Post Test, segundo semestre 2016

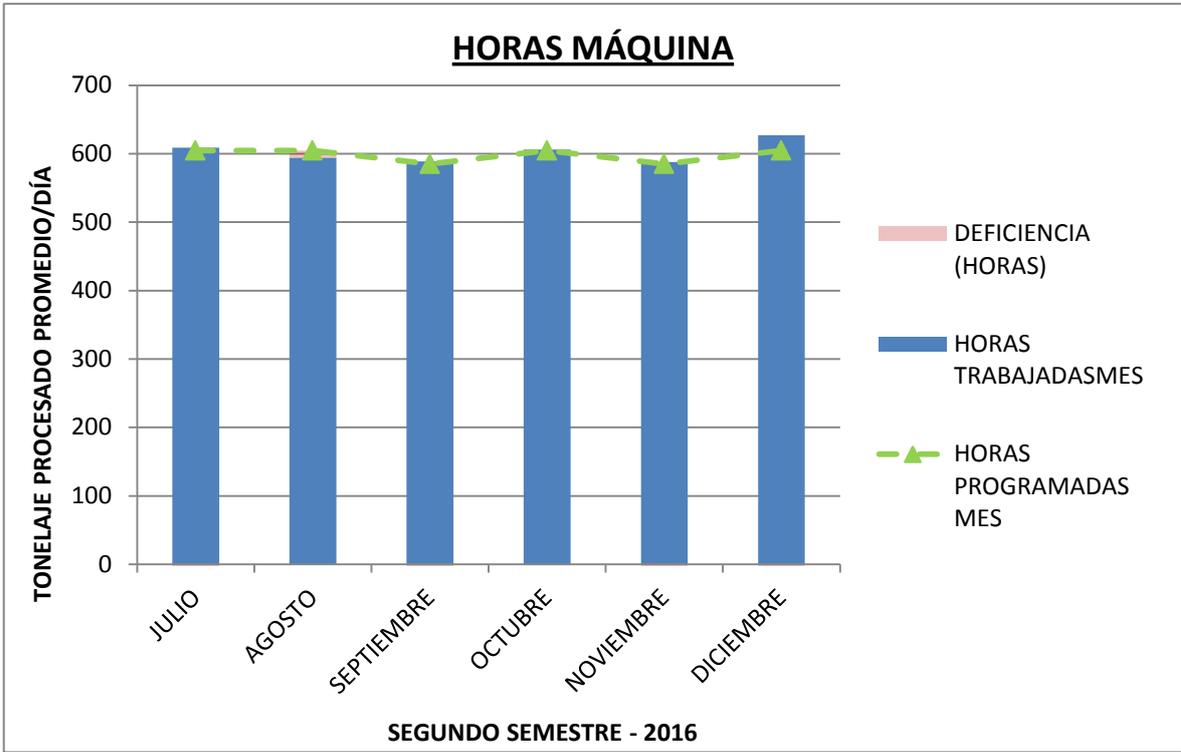


Gráfico 29: Horas Máquina Segundo semestre 2016

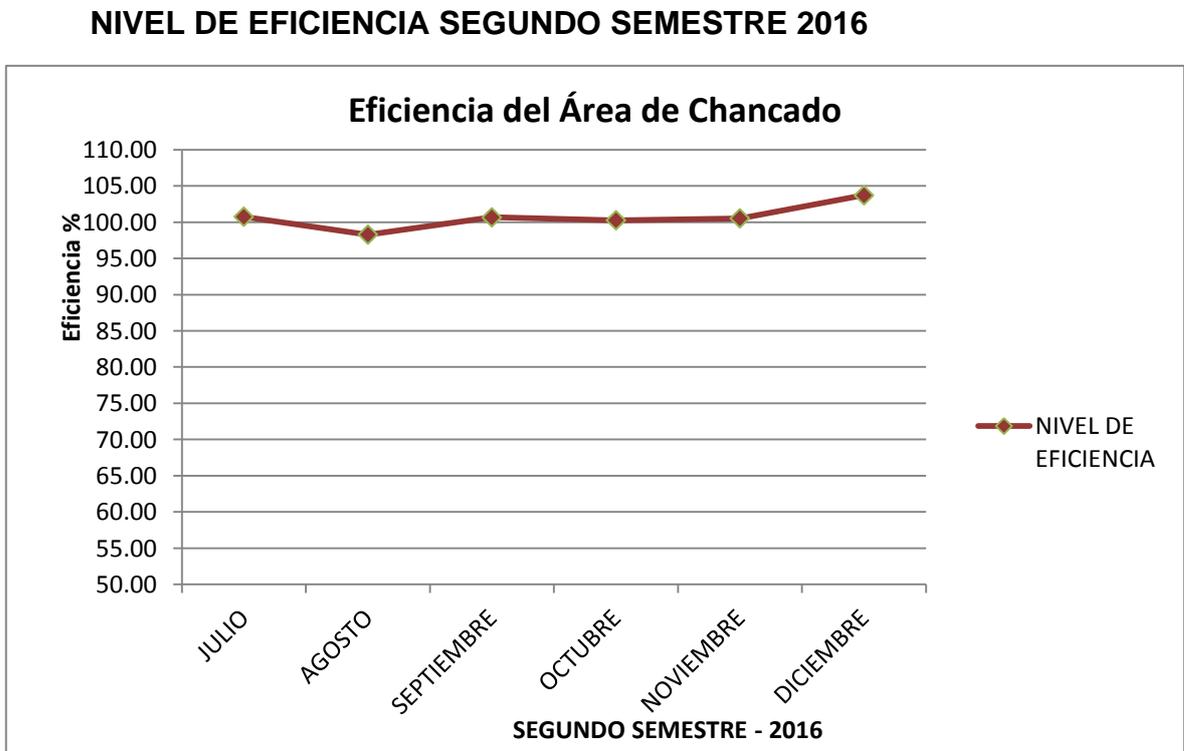


Gráfico 30: Evolución Eficiencia segundo semestre 2016

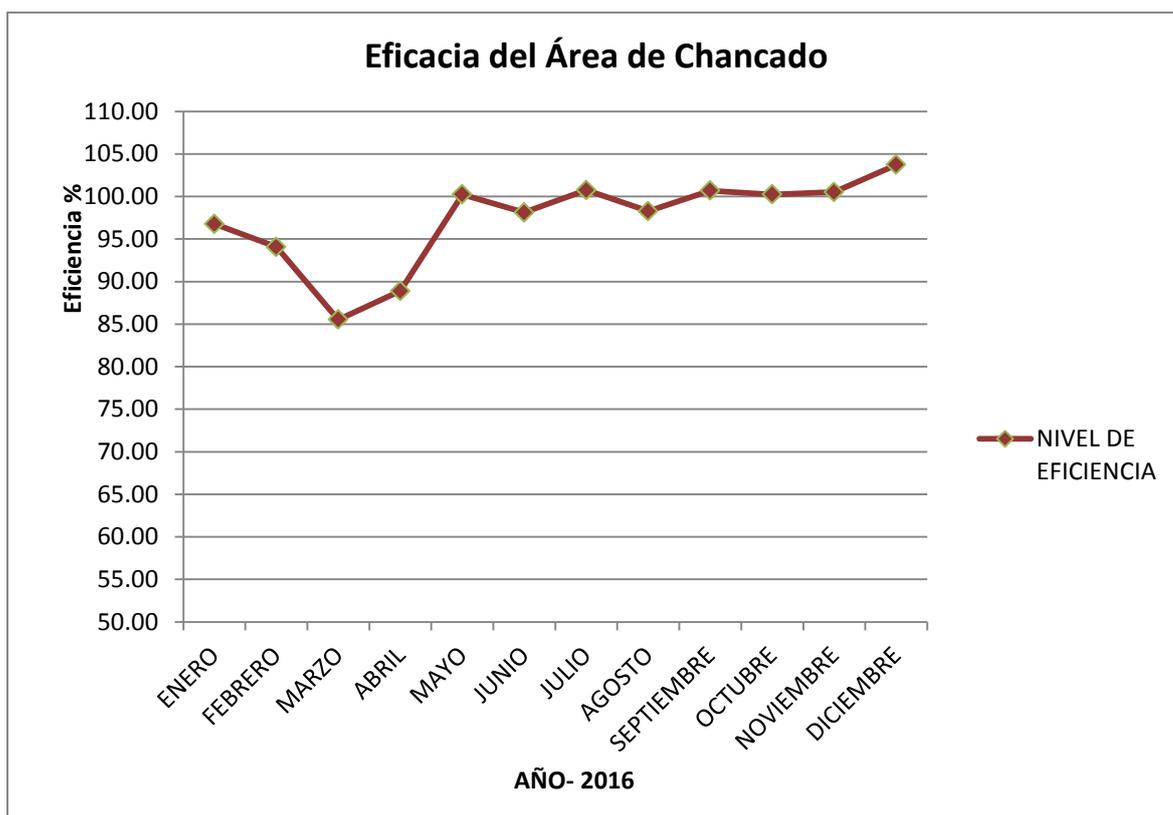


Gráfico 31: Evolución Eficacia 2016

NIVEL DE EFICACIA

Al igual que para re copiar datos en el pre test, se utiliza la siguiente formula en la nueva recopilación:

$$EFICACIA = \frac{TONELAJE PROCESADO}{TONELAJE PROGRAMADO} \times 100$$

NIVEL DE EFICACIA DEL ÁREA DE CHANCADO SECUNDARIO							
MES	DIAS	PROCESADO [TM] MILES	TONELAJE DIA PROGRAMADO	TONELAJE PROGRAMADO	DEFICIENCIA	NIVEL DE EFICACIA	EFICACIA PROMEDIO
JULIO	31	1643082	60000	1860000	216918.0	88.34%	86.97%
AGOSTO	31	1580306	60000	1860000	279694.2	84.96%	
SEPTIEMBRE	30	1563200	60000	1800000	236799.5	86.84%	
OCTUBRE	31	1540716	60000	1860000	319283.7	82.83%	
NOVIEMBRE	30	1551556	60000	1800000	248444.2	86.20%	
DICIEMBRE	31	1723533	60000	1860000	136467.3	92.66%	

Gráfico 32: Datos PostTest, Segundo semestre 2016

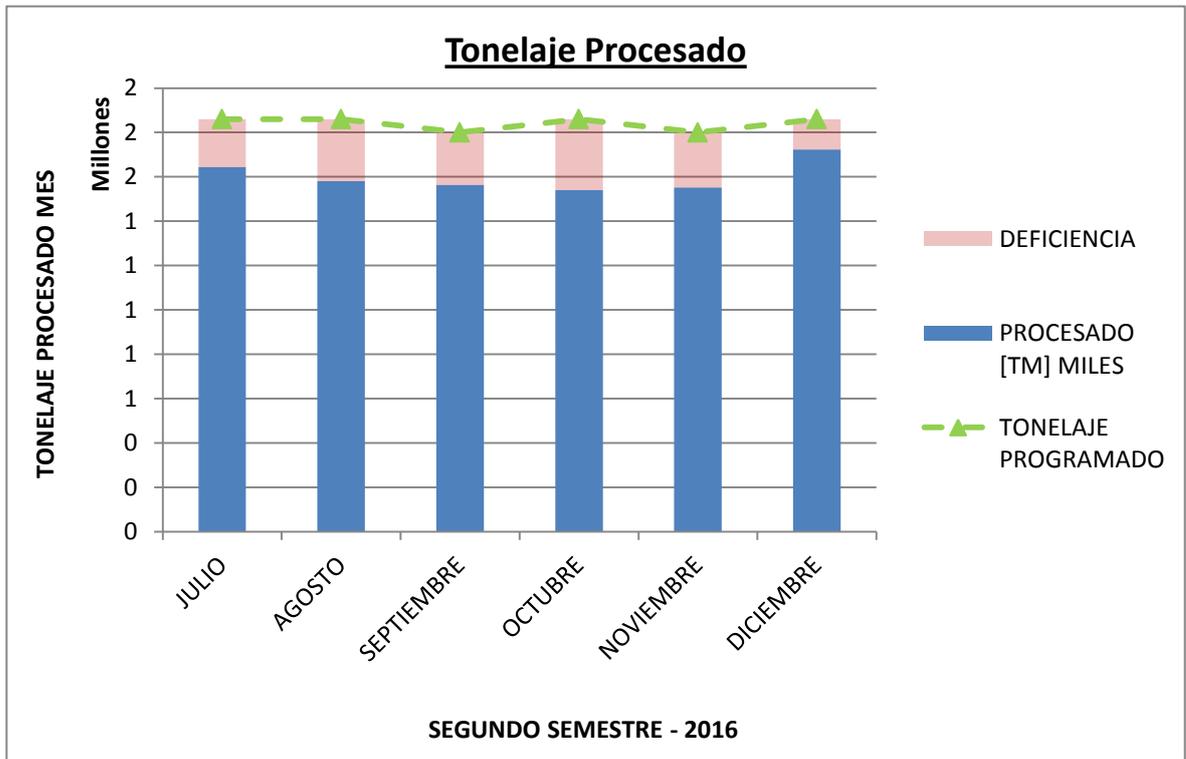


Gráfico 33: Tonelaje Procesado Segundo semestre 2016

NIVEL DE EFICACIA SEGUNDO SEMESTRE

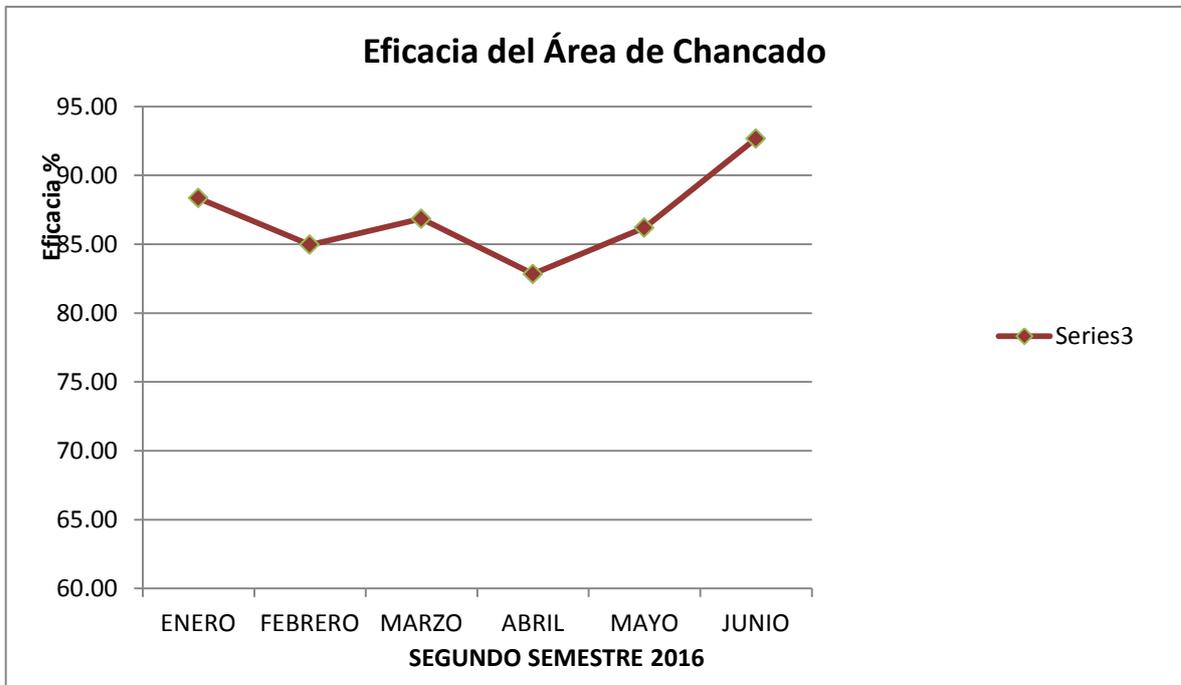


Gráfico 34: Evolución Eficacia segundo semestre.

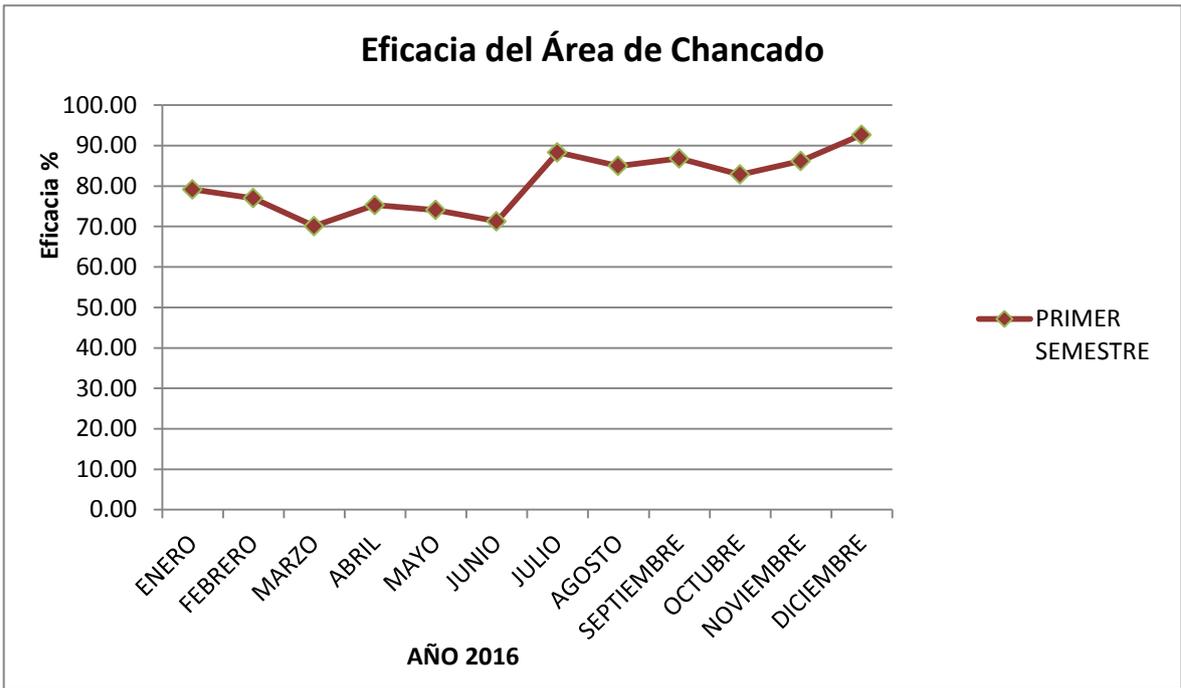


Gráfico 35: Eficacia 2016

2.7.5. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

En esta parte de la investigación, analizaremos los flujos económicos que se vieron reflejados gracias a la aplicación del PHVA en el área de chancado secundario, para ello utilizamos la Relación Beneficio Costo (B/C) calculado en el segundo semestre del 2016.

	0	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	
Toneladas / Mes		1,643,082	1,580,306	1,563,200	1,540,716	1,551,556	1,723,533		
Recuperacion de Oro (Gr)		1,478,774	1,422,275	1,406,880	1,386,645	1,396,400	1,551,179		
Ley de Cabeza		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90		
Oro recuperado en US\$		\$60,629,726	\$58,313,283	\$57,682,097	\$56,852,432	\$57,252,408	\$63,598,357	\$354,328,302	RBC
Costo de Producción	\$21,344	\$8,867,585	\$8,528,787	\$8,436,471	\$8,315,126	\$8,373,625	\$9,301,772	\$51,844,710	6.834

- La relación beneficio costo (RBC), da como resultado 6.834, superior a 1, por lo tanto el proyecto es factible.

Gráfico 36: Análisis Beneficio Costo.

III. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.1.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

- PRODUCTIVIDAD

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
PRODUCTIVIDAD PRE TEST	Media	2445.7850	62.27350	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2285.7059	
		Límite superior	2605.8641	
	Media recortada al 5%	2448.5344		
	Mediana	2518.3250		
	Varianza	23267.935		
	Desviación estándar	152.53831		
	Mínimo	2235.03		
	Máximo	2607.05		
	Rango	372.02		
	Rango intercuartil	279.22		
	Asimetría	-.764	.845	
	Curtosis	-1.579	1.741	
PRODUCTIVIDAD POST TEST	Media	2660.4350	25.40333	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2595.1337	
		Límite superior	2725.7363	
	Media recortada al 5%	2660.9667		
	Mediana	2657.2200		
	Varianza	3871.976		
	Desviación estándar	62.22520		
	Mínimo	2562.44		
	Máximo	2748.86		
	Rango	186.42		
	Rango intercuartil	91.21		
	Asimetría	-.257	.845	
	Curtosis	1.015	1.741	

- EFICIENCIA

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
EFICIENCIA PRE TEST	Media		93.9400	2.32054
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	87.9749	
		Límite superior	99.9051	
	Media recortada al 5%		94.0567	
	Mediana		95.4250	
	Varianza		32.310	
	Desviación estándar		5.68415	
	Mínimo		85.53	
	Máximo		100.25	
	Rango		14.72	
	Rango intercuartil		10.60	
	Asimetría		-.615	.845
	Curtosis		-1.149	1.741
	EFICIENCIA POST TEST	Media		100.6933
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	98.8567	
		Límite superior	102.5300	
Media recortada al 5%			100.6604	
Mediana			100.5950	
Varianza			3.063	
Desviación estándar			1.75010	
Mínimo			98.26	
Máximo			103.72	
Rango			5.46	
Rango intercuartil			1.73	
Asimetría			.740	.845
Curtosis			2.631	1.741

- EFICACIA

Descriptivos			Estadístico	Error estándar
EFICACIA PRE TEST	Media		74.4933	1.40093
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70.8921	
		Límite superior	78.0945	
	Media recortada al 5%		74.4770	
	Mediana		74.6950	
	Varianza		11.776	
	Desviación estándar		3.43156	
	Mínimo		70.10	
	Máximo		79.18	
	Rango		9.08	
	Rango intercuartil		6.58	
	Asimetría		.009	.845
	Curtosis		-1.181	1.741
	EFICACIA POST TEST	Media		86.9717
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	83.4583	
		Límite superior	90.4851	
Media recortada al 5%			86.8857	
Mediana			86.5200	
Varianza			11.208	
Desviación estándar			3.34791	
Mínimo			82.83	
Máximo			92.66	
Rango			9.83	
Rango intercuartil			4.99	
Asimetría			.855	.845
Curtosis			1.336	1.741

3.1.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

Con la finalidad de contrastar las hipótesis postuladas en esta investigación, comprobaremos primero si los datos del pre y post test son paramétricos, para ello utilizaremos el análisis de normalidad SHAPIRO WILK ya que los datos son en cantidad menores de 30.

3.1.2.1. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS GENERAL

H_A: «La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016»

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la productividad Pre y Post Test tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad menores a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

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

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

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD PRE TEST	.348	6	.022	.821	6	.090
PRODUCTIVIDAD POST TEST	.197	6	.200 [*]	.971	6	.901

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Del cuadro anterior podemos observar que los resultados de los datos Pre (0.090) y Post (0.901), son mayores de 0.05 que es el límite de la regla de decisión, por lo tanto son ambos paramétricos y se utilizará el estadígrafo de T Student para la constatación de la Hipótesis.

Contrastación de la hipótesis general

H_0 : “La aplicación del ciclo de Deming NO aumenta significativamente la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016”

H_a : “La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016”

Regla de decisión:

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

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

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRODUCTIVIDAD PRE TEST	2445,79	6	152.53831	62.27350
	PRODUCTIVIDAD POST TEST	2660,44	6	62.22520	25.40333

De la tabla, queda demostrado que la media de la productividad antes (2445.79) es menor que la media de la productividad después (2660.44), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Ciclo de Deming no mejora la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Ciclo de Deming mejora significativamente la productividad en el área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016”

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	PRODUCTIVIDAD PRE TEST - PRODUCTIVIDAD POST TEST	-214,65	196.30177	80.13986	-420.65608	-8.64392	-2.678	5	.044	

Asimismo, de este cuadro correspondiente a la prueba de las muestras relacionadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.044, siendo este menor que 0.05, por consiguiente se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna basada en la siguiente Regla de decisión:

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

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

3.1.2.2. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

H_A: «La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la eficiencia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.»

A fin de poder contrastar la hipótesis específica 1, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la eficiencia Pre y Post Test tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad menores a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

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

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

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA PRE TEST	.191	6	.200 [*]	.935	6	.623
EFICIENCIA POST TEST	.323	6	.050	.876	6	.252

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Del cuadro anterior podemos observar que los resultados de los datos Pre (0.623) y Post (0.252), son mayores de 0.05 que es el límite de la regla de decisión, por o tanto son ambos paramétricos y se utilizará el estadígrafo de T Student para la constatación de la Hipótesis.

Contrastación de la hipótesis específica1:

H₀: «La aplicación del ciclo de Deming NO aumenta significativamente la eficiencia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.»

H_a: «La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la eficiencia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.»

Regla de decisión:

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

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

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	EFICIENCIA PRE TEST	93.9400	6	5.68415	2.32054
	EFICIENCIA POST TEST	100.6933	6	1.75010	.71448

De la tabla, queda demostrado que la media de la eficiencia antes (93.94) es menor que la media de la productividad después (100.69), por consiguiente no se cumple H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Ciclo de Deming no mejora la eficiencia, y se

acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Ciclo de Deming mejora significativamente la eficiencia en el área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016”

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	EFICIENCIA PRE TEST - EFICIENCIA POST TEST	-6,753	5.46970	2.23299	-12,49	-1,013	-3.024	5	.029

Asimismo, de este cuadro correspondiente a la prueba de las muestras relacionadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.029, siendo este mayor que 0.05, por consiguiente se afirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna basada en la siguiente Regla de decisión:

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

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

3.1.2.3. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

H_A: “La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la eficacia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.”

A fin de poder contrastar la hipótesis específica 2, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la eficacia Pre y Post Test tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad menores a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

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

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

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA PRE TEST	.160	6	.200 [*]	.971	6	.899
EFICACIA POST TEST	.182	6	.200 [*]	.958	6	.801

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Del cuadro anterior podemos observar que los resultados de los datos Pre (0.899) y Post (0.801), son mayores de 0.05 que es el límite de la regla de decisión, por lo tanto son ambos paramétricos y se utilizará el estadígrafo de T Student para la constatación de la Hipótesis.

Contrastación de la hipótesis específica 2:

H_0 : «La aplicación del ciclo de Deming NO aumenta significativamente la eficacia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.»

H_a : «La aplicación del ciclo de Deming aumenta significativamente la eficacia del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.»

Regla de decisión:

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

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

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	EFICACIA PRE TEST	74.4933	6	3.43156	1.40093
	EFICACIA POST TEST	86.9717	6	3.34791	1.36678

De la tabla, queda demostrado que la media de la eficacia antes (74.49) es menor que la media de la productividad después (86.97), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del Ciclo de Deming no mejora la eficacia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del Ciclo de Deming mejora significativamente la eficiencia en el área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016”

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	EFICACIA PRE TEST - EFICACIA POST TEST	-12,48	5.54799	2.26496	-18.30059	-6.65608	-5.509	5	.003	

Asimismo, de este cuadro correspondiente a la prueba de las muestras relacionadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0.041, siendo este menor que 0.05, por consiguiente se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

IV.DISCUSIÓN

- CALDERÓN CASAS, Manolo en su trabajo Mejora continua de la productividad de la empresa modosa mediante la metodología PHVA. Donde tuvo como objetivo general: Implementar herramientas de mejora para la productividad en el área de producción de Buses de la empresa MODASA. Donde concluye que después de implementar las mejoras, se observa un aumento considerable de 7.96% con respecto a la productividad hallada en un principio, lo cual significa que la mejora ha dado buenos resultados, igualmente se puede observar el aumento en el nivel de la Efectividad con un 46.01% de mejora. Lo que coincide con la conclusión de esta investigación, donde la productividad se ve aumentada gracias a la aplicación del PHVA.
- MEJIA, Pastor; Karla nos menciona en su trabajo Mejora de la productividad en el área de confecciones de la empresa best group textiles. Concluye acerca de sus dimensiones: Se obtuvo como resultado inicial: Eficacia: 42.66%, Eficiencia: 49.59% y de Efectividad. Las cuales mejoraron a Eficacia: 68.23%, Eficiencia: 73.06% y de Efectividad: 49.85% , así mismo en mi investigación mejora la Eficiencia y la eficacia en 5% y 10% aproximadamente.
- SOTELO, Hernández; concluye que su trabajo Sistema de mejora continua en el área de producción de la empresa Hermoplas sr Ltda. de acuerdo a los indicadores obtenidos que se mejoró la productividad del área de producción en un 12%. Una vez estandarizados nuestros procesos y procedimientos implementados es importante que se mantengan por lo que deberemos realizar un seguimiento periódico al mismo en el trabajo donde realiza dos mediciones siendo su trabajo pre experimental. Afirma una vez mas que es posible mejorar la productividad con la mejora continua de Deming.

V. CONCLUSIONES

Basados en los Objetivos, se concluye en lo siguiente.

- La productividad del área de chancado mejora significativamente luego de aplicar el Ciclo de Deming, pasando de una media de 2445.79 en el primer semestre del 2016 a una media de 2660.44, aumentando 8%
- Al aplicar el Ciclo de Deming al área de chancado secundario en una minera que extrae Oro aumenta significativamente la eficiencia del área, aumentando de una media de 93.94 a 100.69 con un promedio de 7%.
- La eficacia del área de chancado aumenta significativamente al aplicar el Ciclo de Deming en la compañía de oro donde se realizó el estudio. Pasando de una media de 74.49 a 86.97. aproximadamente 16%.

VI.RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener la continuidad de las mejoras realizadas en la presente investigación, volver a aplicar el ciclo de Deming en el área de chancado secundario y que sean incorporados a los procesos no solo los operadores, sino también los supervisores, los jefes de Guardia y los gerentes de las áreas de Procesos y Mantenimiento, con la finalidad de obtener las mejoras que aun queden pendientes.
- Realizar inspecciones de seteo de la chancadora secundaria encargado al área de mantenimiento, este proceso reducirá el desgaste de los liners de las chancadoras, lo que ayudará a aumentar el tiempo de operación de la maquina aumentando la eficacia.
- Se recomienda al área de operaciones mantener constante comunicación con el área de mina para programar el tipo de mineral y la cantidad de esta que deberán procesar y poder mantener constante el tonelaje procesado así como la dureza del mineral.

VII. Bibliografía

ARANA Ramírez, Luis Andrés. 2014. *Mejora de productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero industrial : Universidad de San Martín, 2014. Lima, Perú.

CABREJOS Álvarez, Dapne y Mejía Pastor, Karla Cecilia. 2014. *Mejora de la productividad en el área de confecciones de la empresa Best Group Textil S.A.C. mediante la aplicación de la metodología phva*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial: Universidad de San Martín de Porres, 2014. Lima, Perú.

CALDERON Casas, Manolo Guillermo y Peralta Casafranca, Cristian Joel. 2014. *Mejora continua de la productividad de la Empresa Modasa*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial: Universidad de San Martín de Porres, 2014. Lima, Perú.

CAMISÓN, César, Cruz, Sonia y González, Tomás. 2006. *Gestión de la calidad: Conceptos, Enfoques, Modelos y Sistemas*. Madrid: PEARSONS EDUCACIÓN S.A., 2006. 10:84-205-4262-8.

CANTÚ, Alonso García. 2011. *Productividad y reducción de Costos: Para la pequeña y mediana industria*. México: Trillas, 2011. 978-6-07-170733-8.

CDI, Centro de Desarrollo Industrial. 2016.

<http://www.cdi.org.pe/InformeGlobaldeCompetitividad/index.html>.

<http://www.cdi.org.pe/InformeGlobaldeCompetitividad/index.html>. [En línea] 27 de Septiembre de 2016. [Citado el: 20 de Noviembre de 2016.]

<http://www.cdi.org.pe/InformeGlobaldeCompetitividad/index.html>.

CRUELLES Ruiz, José Agustín. 2013. *Productividad Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Barcelona : MARCOMBO S.A., 2013. 978-84-267-1878-5.

CURRILLO Currillo, Miriam Rosalia. 2014. *Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales Facopa*. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial : Universidad Politécnica Saleciana, 2014. Cuenca, España.

DEMING, Edward. 1989. *Calidad, Productividad y Competitividad - La Salida de la Crisis*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A., 1989. 84-87189-22-9.

Diario Gestión. 2016. [www.gestion.pe](http://gestion.pe). [En línea] 01 de Marzo de 2016.

<http://gestion.pe/mercados/repunte-bvl-se-recuperacion-metales-y-mejores-perspectivas-economia-peruana-2155539>.

Diario La Republica. 2008. Continúan despidos masivos en mineras por crisis. *La Republica*. Diaria, 2008.

FAJARDO, Luis. 2015. www.bbc.com. [En línea] 16 de Enero de 2015. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/01/150115_economia_cobre_precio_mundial_if.

GARCÍA Cantú, Alonso. 2011. *Productividad y reduccion de Costos: Para la pequeña y mediana indutria*. México : Trillas, 2011. 978-6-07-170733-8.

GARCÍA P., Manuel, Quispe A., Carlos y Raez G., Luis. 2003. Mejora Continua de la Calidad de los Procesos. [aut. libro] Manuel Gacia P., Carlos Quispe A. y Luis Raez G. *Mejora Continua de la Calidad de los Procesos*. Lima : UNMSM, 2003.

GUTIERREZ Pulido, Humberto. 2010. *Calidad Total y Productividad*. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. 978-607-15-0315-2.

HERNÁNDEZ , Sergio. 2011. *Introducción a la Administración*. México D.F. : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2011. 978-607-15-0617-7.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Maria del Pilar. 2010. *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. 978-607-15-0291-9.

Index Mundi. 2016. Index Mundi. [En línea] Octubre de 2016. <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=oro&meses=120>.

JAMES R. , Evans y William M., Lindsay. 2008. *Administración y Control de Calidad*. Mexico : Cengage Learning, 2008.

La Tercera. 2015. www.latercera.com. [En línea] La Tercera, 25 de Enero de 2015. <http://www.latercera.com/noticia/mineras-alistan-planes-para-enfrentar-caida-del-precio-del-cobre/>.

MARVEL Cequea, Mirza , Rodríguez Monroy, Carlos y Núñez Bottini, Miguel Angel. **2011.** *La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores*. Madrid : Universidad Politecnica de Madrid, 2011. 1697-9818.

MEDIANERO Burga, David. 2016. *Productividad Total Teoría y Metodos de medición*. Lima : Macro EIRL, 2016. 978-612-304-415-2.

MOYANO Fuentes, José y Otros. 2011. *Administración de empresas: un enfoque teórico práctico.* Madrid : Pearsons Educación S.A., 2011. 978-84-8322-752-7.

MÜNCH, Lourdes. 2010. *ADMINISTRACIÓN Gestión Organizacional, enfoques y proceso administrativo.* México : PEARSON EDUCACIÓN, 2010. 978-607-442-389-1.

OIT, Oficina Internacional del Trabajo. 2016. <http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-analizan-eficacia-eficiencia>. [En línea] 2016.
<http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-analizan-eficacia-eficiencia>.

PROKOPENKO, Joseph. 1989. *La gestión de la productividad Manual Práctico.* 1ra Edición. Ginebra : Organización Internacional del Trabajo, 1989. 92-2-305901-1.

RECINOS Salguero, Werny.

RODRÍGUEZ Martínez, Cynthia. 2011. *Propuesta de un sistema de mejora continua para la reducción de mermas en una procesadora de vegetales en el departamento de Lima con el objetivo de aumentar su productividad y competitividad.* Tesis Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2011. Lima-Perú..

SIERRA Gayón, María del Pilar. 2012. *Propuesta de mejoramiento de los niveles de productividad en los procesos de inyección, extrusión y aprovisionamiento de materiales en la empresa de plásticos Vega.* Tesis de grado para obtener el grado de Ingeniero Industrial : Pontificia Universidad Javierana , 2012. Bogotá, Colombia.

SOTELO Hernandez, Jhenifer y Torres Valle, Juan Pablo. 2014. *Sistema de mejora continua en el área de producción de la empresa Hermoplas s.r.ltda. Aplicando la metodología PHVA.* Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial : Universidad de San Martín de Porres, 2014. Lima, Perú.

TIMOTHY A., Judge y Stephen P., Robbins. 2009. *Comportamiento Organizacional.* Mexico : Pearson Educacion, 2009. 978-607-442-098-2.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. 2002. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta.* Lima : San Marcos, 2002. 978-612-302-878-7.

WALTON, Mary. 1988. *Como Administrar Con el Método Deming.* Barcelona : Norma, 1988. 9789580407263.