



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE DINAMITA EN EL ÁREA DE MOLIENDA EN LA EMPRESA EXSA, AÑO 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Andy German Dávila Núñez

Marco Antonio Paulino Sisniegues

Asesor:

Dr. Luis Romero Echevarría

Lima – Perú

2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por los bachilleres Andy German Dávila Núñez y Marco Antonio Paulino Sisniegues, denominada:

“IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN
MANUFACTURING EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN
DE DINAMITA EN EL ÁREA DE MOLIENDA EN LA EMPRESA EXSA, AÑO
2016”

Gerson Vega Rivera

Ing. Nombres y Apellidos

ASESOR

Juan Alejandro Ortega Saco

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

PRESIDENTE

Cesar Rivera Ulloa

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

DEDICATORIA

A nuestras familias, por ser el motor de nuestras vidas y por ser el apoyo incondicional que nos impulsa a seguir adelante.

DAVILA NUÑEZ, Andy German

PAULINO SISNIEGUES, Marco Antonio

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser nuestro guía espiritual, a nuestras esposas por ser nuestro apoyo incondicional, a nuestros docentes por sus enseñanzas. A la empresa EXSA S.A y a nuestras familias en general.

DÁVILA NÚÑEZ, Andy Germán

PAULINO SISNIEGUES, Marco Antonio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.1.1. Antecedentes internacionales.....	3
1.1.2. Antecedentes nacionales.....	4
1.2. Realidad Problemática.....	5
1.3. Formulación del Problema.....	6
1.3.1. Problema General.....	6
1.3.2. Problemas Específicos.....	6
1.3.2.1. Problema específico 1.....	6
1.3.2.2. Problema específico 2.....	6
1.3.2.3. Problema específico 3.....	6
1.3.2.4. Problema específico 4.....	7
1.3.2.5. Problema específico 5.....	7
1.4. Justificación.....	7
1.4.1. Justificación Teórica.....	7
1.4.2. Justificación Práctica.....	7
1.4.3. Justificación Cuantitativa.....	7
1.4.4. Justificación Académica.....	8
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos Específicos.....	8
1.5.2.1. Objetivo específico 1.....	8
1.5.2.2. Objetivo específico 2.....	8
1.5.2.3. Objetivo específico 3.....	8
1.5.2.4. Objetivo específico 4.....	8

1.5.2.5.	Objetivo específico 5.....	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....		10
2.1.	Lean Manufacturing.....	10
	Sobreproducción.....	10
	Transporte.....	10
	Tiempo de espera.....	10
	Sobre-procesamiento o procesos inapropiados.....	10
	Exceso de inventario.....	10
	Defectos 11	
	Movimientos innecesarios.....	11
	Talento Humano.....	11
2.1.1.	Historia de Lean Manufacturing.....	11
2.1.2.	Principios de Lean Manufacturing.....	12
	2.1.2.1. Definir qué agrega valor para el cliente.....	12
	2.1.2.2. Definir y hacer el mapa del proceso.....	13
	2.1.2.3. Crear flujo continuo.....	13
	2.1.2.4. Lograr que el consumidor “jale” lo que requiere.....	13
	2.1.2.5. Esforzarse por la excelencia y alcanzar la perfección.....	13
2.1.3.	Herramientas de Lean Manufacturing.....	13
	2.1.3.1. Las 5 s.....	14
	Elimina (Seiri).....	14
	Ordenar (Seiton).....	14
	Limpieza e inspección (Seiso).....	15
	Estandarizar (Seiketsu).....	15
	Disciplina (Shitsuke).....	16
	2.1.3.2. SMED (Cambio rápido de modelo).....	16
	2.1.3.3. Estandarización de trabajo.....	17
	2.1.3.4. PTM (Mantenimiento Productivo total).....	18
	2.1.3.5. Control Visual.....	18
	2.1.3.6. Sistemas de Participación del personal.....	19
	2.1.3.7. Just in time (JIT).....	20
	2.1.3.8. OEE Eficiencia general de los equipos.....	21
	Cálculo del OEE.....	22
	Clasificación OEE.....	22
	Grandes pérdidas consideradas por el OEE.....	23
	Disminución de Disponibilidad.....	23

Disminución de Rendimiento	24
Disminución de Calidad	24
2.1.3.9. Mapa de flujo valor (VSM).....	25
2.2. Proceso de elaboración de dinamita.....	28
2.3. Definición de términos básicos	28
2.3.1. Minería.....	28
2.3.2. Sucamec.....	28
2.3.3. Explosivos.....	29
2.3.4. Nitroglicerina	29
2.3.5. Nitrocelulosa	29
2.3.6. Mezclado.....	30
2.3.7. Molienda de nitrato de amonio.....	30
2.3.8. Tiempo de parada	30
2.3.9. Tiempo de entrenamiento.....	30
2.3.10. Problema tiempo de parada por falta de capacidad.....	30
2.3.11. Tiempo utilizado para la descarga de nitroglicerina.....	31
2.3.12. Velocidad	31
CAPÍTULO 3. DESARROLLO	32
3.1. Situación actual del proceso de la elaboración de dinamita en EXSA.	32
3.1.1. Proceso general de elaboración de dinamita en Exsa	32
3.1.2. Diagrama de flujo de la elaboración de dinamita	32
3.1.3. Instructivos de molienda.....	33
3.1.4. OEE	34
3.1.5. Generación de mermas de dinamita	34
3.1.6. Tiempo de parada de máquinas encartuchadoras.....	35
3.2. Diagrama de Ishikawa	36
3.3. Aplicación de las herramientas de lean manufacturing.....	37
3.3.1. Aplicación de Estandarización de procesos	37
3.3.2. Aplicación del O.E.E.....	40
3.3.3. Aplicación de 5s	42
3.3.4. Aplicación del mapa de flujo Valor (VSM)	43
3.3.5. Aplicación del Just in time (JIT)	45
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	50
4.1. RESULTADOS.....	50

4.1.1.	Resultado de la aplicación de Estandarización de procesos.....	50
4.1.2.	Resultado de la aplicación del O.E.E	50
4.1.3.	Resultado de la aplicación de 5s	51
4.1.4.	Resultado de la aplicación del Just in time (JIT).....	52
4.2.	CONCLUSIONES	54
4.3.	RECOMENDACIONES	55
	REFERENCIAS	56
	ANEXOS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de proceso 1° etapa	5
Figura 2 Diagrama del proceso 2° etapa	6
Figura 3 los cinco pasos de Lean Manufacturing	12
Figura 4 Cálculo de OEE.....	22
Figura 5 Medición del OEE	22
<i>Figura 6 Diagrama de flujo de la elaboración de dinamita</i>	<i>33</i>
<i>Figura 7 Número de instructivos en molienda</i>	<i>33</i>
<i>Figura 8 Mermas de dinamita.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 9 Mermas de dinamita Enero-Julio 2016.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 10 Parada de máquinas enero-julio 2016.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 11 Diagrama de Ishikawa</i>	<i>36</i>
<i>Figura 12 Plan de trabajo (La Estandarización de procesos)</i>	<i>37</i>
<i>Figura 13 Caracterización de procesos</i>	<i>38</i>
<i>Figura 14 Diagrama de proceso propuesto 2016</i>	<i>39</i>
<i>Figura 15 Producción agosto-noviembre 2016.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 16 OEE Aplicado 1</i>	<i>40</i>
<i>Figura 17 OEE Aplicado 2</i>	<i>41</i>
<i>Figura 18 OEE Aplicado.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 19 Almacén de agregados</i>	<i>42</i>
<i>Figura 20 Aplicación de 5s 1</i>	<i>42</i>
<i>Figura 21 VSM Actual</i>	<i>43</i>
<i>Figura 22 VSM propuesto</i>	<i>44</i>
<i>Figura 23 Balance de producción identificado</i>	<i>45</i>
<i>Figura 24 Balance de producción aplicado</i>	<i>46</i>
<i>Figura 25 Paradas programadas en min.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 26 Optimizar paradas programadas min.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 27 producción normal</i>	<i>48</i>
<i>Figura 28 Producción realizando traslape.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 29 Producción x día</i>	<i>49</i>
<i>Figura 30 Producción de dinamita 2016.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 31 Producción de dinamita 2016.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 32 Mermas de dinamita 2016</i>	<i>52</i>
<i>Figura 33 Paradas de maquina por dinamita</i>	<i>52</i>

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, se refiere a la Propuesta de Mejora en los Procesos de elaboración de dinamita, en el área de molienda en la empresa EXSA S.A, para mejorar la Productividad; siendo de suma importancia ya que resolverá problemas de procesos dentro de esta empresa.

Se sabe que en el campo empresarial podríamos definir la productividad empresarial como el resultado de las acciones que se deben llevar a término para conseguir los objetivos de la empresa y un buen ambiente laboral, teniendo en cuenta la relación entre los recursos que se invierten para alcanzar los objetivos y los resultados de los mismos.

Para analizar este tema de investigación es necesario mencionar las causas, las cuales principalmente se basan en solucionar problemas de estandarización de informativos, generación de mermas, falta de orden y limpieza; entre otros; utilizando las herramientas de lean manufacturing, como las 5 S, SMED, Estandarización de trabajo, mapa de flujo valor, así como el OEE (Eficiencia general de los equipos), los cuales nos permitieron evaluar la manera de trabajo que se emplea en la Planta de EXSA S.A.

Se obtuvo como principales resultados la cuantificación de mermas del mes de enero a julio del año 2016 de la empresa EXSA S.A. lo cual originó un análisis de la producción de la empresa para minimizar las mermas, agenciándonos de indicadores de mermas, producción y paradas de máquinas encartuchadoras para la mejora de procesos donde interviene un plan para la elaboración de la Estandarización de documentos de procesos críticos, la aplicación de las 5 S y la realización del OEE indicador Efectividad Global del Equipamiento; estos resultados nos brindarán la confianza para efectuar la Propuesta de Mejora en los Procesos de elaboración de dinamita en el área de molienda EXSA S.A. para Mejorar la eficiencia del área de molienda. Finalmente se concluye que este trabajo de investigación que presenta una propuesta de mejora, contribuirá tanto a los autores, como a la empresa para crecer profesionalmente y originar utilidades en este sector de las industrias. . A continuación se presenta los capítulos del presente trabajo.

En el primer capítulo, se describe los antecedentes, la realidad problemática, la formulación del problema, las justificaciones y los objetivos.

En el segundo capítulo, se realiza la descripción de las herramientas de Lean manufacturing que nos permita minimizar los desperdicios que existen en el área de molienda.

En el tercer capítulo, se mencionara la situación actual del área de molienda, el diagrama de flujo y la aplicación de las herramientas de Lean.

En el cuarto y último capítulo se detallara el impacto de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de la elaboración de dinamita.

Palabras Clave:

Lean Manufacturing, Procesos, Herramientas de Calidad, Gestión.

ABSTRACT

The present research project, refers to the Proposal for Improvement in the processes of dynamite processing, in the grinding area in the company Exsa S.A, to improve Productivity; Being of great importance since it will solve problems of processes within this company.

It is known that in the business field we could define business productivity as the result of the actions that must be carried out to achieve the objectives of the company and a good working environment, taking into account the relation between the resources that are invested to reach The objectives and the results thereof.

To analyze this research topic, it is necessary to mention the causes, which are mainly based on solving problems of information standardization, generation of losses, lack of order and cleanliness; among others; Using lean manufacturing tools, such as the 5 S, SMED, Work Standardization, Value Flow Map, as well as the OEE (General Equipment Efficiency), which allowed us to evaluate the way of work that is used in the Plant Of Exsa SA

The main results were the quantification of shrinkage in the month of January and July of year 2016 the company Exsa S.A. Which originated an analysis of the production of the company to minimize the losses, also agenciándonos of indicators for the improvement of processes where a plan for the elaboration of the Standardization of documents of critical processes, the application of the 5 S and the realization Of OEE indicator Overall Equipment Effectiveness; These results will give us the confidence to carry out the Proposal for Improvement in the dynamite processing processes in the grinding area Exsa S.A. To improve productivity. Finally, it is concluded that this research work that presents a proposal for improvement, will contribute both to the authors and to the company to grow professionally and generate profits in this sector of the industries. The following chapters are presented below.

The first chapter describes the background, the problematic reality, the formulation of the problem, the justifications and the objectives.

In the second chapter, we describe Lean manufacturing tools that allow us to minimize the waste that exists in the grinding area.

In the third chapter, the current situation of the milling area, the flow chart and the application of the Lean tools will be mentioned.

The fourth and final chapter will detail the impact of the application of Lean Manufacturing tools in the dynamite processing process.

Keywords:

Lean Manufacturing, Processes, Quality Tools, Management.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector minero se ha visto afectado por el desplome de los precios de los metales, el Ministerio de Energía y Minas menciona que desde el año 2011 hasta el cierre del 2016 se viene presentando esta tendencia, esto repercute en todas las empresas inmersas en las actividades mineras, impactando en su rentabilidad; ya que, las empresas vieron caer sus utilidades. Es por ello que estas han tenido que hacer ajustes y aplicar una estricta reducción de costos, es una gran oportunidad de mejora, de revisar los procesos, tecnología, equipos, renegociar con los proveedores, buscar nuevas eficiencias que nos brinden soporte para manejar los costos operativos, sin embargo la situación de la minería no es solo un problema de precio, sino también de competitividad, factores sociales, largos trámites e ingreso de empresas extranjeras al mercado nacional.

El objetivo principal del presente trabajo es optimizar el proceso de la elaboración de dinamita, con la finalidad de mejorar la productividad a partir de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing.

1.1. Antecedentes

El sector minero de nuestro país presenta una gran oportunidad para renovar procesos y herramientas en pos de un mejor crecimiento del sector. Es así que, la presente investigación busca mejorar la aplicación de herramientas dentro de los procesos de la empresa EXSA, una empresa peruana, líder en la oferta de soluciones exactas en fragmentación de roca para las industrias de minería e infraestructura; EXSA fabrica varios productos en diferentes líneas de procesos, entre ellas podemos mencionar: Línea de Emulsiones encartuchadas y granel, Anfo, línea de Accesorios de voladura y la línea de producción de dinamita.

Desarrolla sus actividades desde el año 1954, EXSA cuenta en el Perú con tres plantas industriales localizadas en Lurín, Tacna y Trujillo. Asimismo cuenta con polvorines, centros de almacenamiento y distribución en Lurín, Trujillo, Tacna, Arequipa y Cusco. Y es la empresa escogida para aplicar los procedimientos que se proponen en la presente investigación.

La misión de EXSA es ofrecer productos y servicios de voladura con miras a asegurar a los clientes soluciones de fragmentación de roca, en el marco de una cultura de enfoque al cliente, innovación y seguridad. Su visión es ser el líder global de soluciones para la minería e infraestructura en base a productos y servicios de voladura. Sus valores son: seguridad, foco en el cliente, integridad, excelencia, compromiso y confianza.

En cuanto a su gestión de seguridad y salud ocupacional EXSA S.A. cuenta con un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional implementado en base a la norma internacional OHSAS 18001:2007, legislación vigente, estándares de los clientes y buenas prácticas de la industria de explosivos. El Sistema de Seguridad busca prevenir accidentes en todas las instalaciones y procesos, a través de la puesta en marcha de diversos programas que tiene por objeto concientizar a los colaboradores en la importancia del autocuidado y la seguridad basada en el comportamiento.

EXSA S.A. es miembro de organizaciones internacionales de seguridad en explosivos tales como SAFEX INTERNACIONAL, INSTITUTE OF MAKERS OF EXPLOSIVES, INTERNATIONAL SOCIETY OF EXPLOSIVES ENGINEERS, entre otras, esta participación le permite conocer e implementar altos estándares mundiales lo que lo posiciona como una de las empresas líderes en seguridad del país.

El Sistema de Gestión de Calidad ha sido implementado según los requisitos de la norma ISO 9001:2008, con la finalidad de mejorar la satisfacción de los clientes e incrementar la eficiencia de nuestros procesos. La cultura de calidad está enfocada en brindar soluciones de negocio a los clientes y en la búsqueda constante de la mejora continua, las líneas de acción de la gestión de calidad son el enfoque al cliente, el alineamiento estratégico, y la excelencia operacional, asimismo promovemos la participación de los colaboradores a través de los

Programas “Equipos de Mejora Continua” y “Una Idea, Una Mejora” lo que ha permitido alcanzar mejoras significativas a los procesos.

La empresa se encuentra comprometida con el desarrollo sostenible e implementa anualmente el Programa de Gestión Ambiental enmarcado en la certificación ISO 14001:2004, a través del cual busca lograr un uso eficiente de los recursos naturales y prevenir la contaminación ambiental generada por sus actividades. Como parte de este programa, se monitorean mensualmente indicadores de consumo de agua, energía eléctrica, combustible y papel, así como indicadores de generación de residuos sólidos y materiales reciclables. Desde el 2010, EXSA S.A. mide su huella de carbono corporativa y busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todas las actividades con el objetivo de llegar a ser Carbono Neutral.

EXSA S.A. ha implementado un Sistema de Gestión de Control y Seguridad BASC acreditado internacionalmente por la World Basc Organization WBO BASC, con el fin de prevenir la intrusión de organizaciones ilícitas en la cadena de comercio exterior, así como la implementación de estrictos controles de seguridad física, control de proveedores y clientes, seguridad informática, selección de personal, inspecciones de carga, entre otros, lo que asegura la confiabilidad de las relaciones comerciales con los clientes internacionales.

1.1.1. Antecedentes internacionales

“Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas lean manufacturing”

Datos bibliográficos

UNIVERSIDAD ICESI FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 2011 - DAVID FELIPE CABRERA DANIELA VARGAS - Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Industrial. SANTIAGO DE CALI 2011.

Objetivo General

Realizar propuestas utilizando herramientas lean para generar mejoras en las prácticas y métodos empleados en una empresa de confecciones.

Conclusiones

A lo largo de este proyecto se pudo trabajar en una empresa real, donde se identificaron muchas oportunidades de mejora; mediante un diagnóstico de condiciones necesarias para aplicar Lean Manufacturing en una empresa Pyme. En general el proyecto tuvo una parte aplicativa y la otra teórica en forma de recomendaciones para la empresa. Respecto a la problemática planteada inicialmente, se logró dar respuesta a esta utilizando herramientas Lean Manufacturing.

“Lean manufacturing como un sistema de trabajo en la industria manufacturera: un estudio de caso”

Datos bibliográficos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO 2009 - ENRIQUE RESÉNDIZ OLGUÍN - TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE: MAESTRO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA INDUSTRIAL – MÉXICO.

Objetivo General

La presente investigación pretende abarcar la información mínima indispensable que requiere la organización farmacéutica ABC para la implementación de un "Sistema de Trabajo" bajo la metodología "Lean Manufacturing", con un enfoque hacia el área de empaque

Conclusiones

Lo que fue único y especial es que no únicamente se logró una mejora en el desempeño, sino que el área de empaque mejoró porque ellos compraron un cambio cultural. Los supervisores actuaron más como líderes, el personal operativo se sintió más valorado, y existió una mayor claridad en la dirección. Es así, que la combinación de “Lean manufacturing”, “Six – sigma” y el “Sistema de trabajo lean”, son un gran matrimonio (y ahora esté modelo está siendo replicado en otras áreas de la organización farmacéutica ABC).

1.1.2. Antecedentes nacionales

“Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”

Datos bibliográficos

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA 2012 - MIGUEL ALEXIS PALOMINO ESPINOZA - Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Lima – Perú.

Objetivo General

El presente estudio tiene como finalidad mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes. Se desarrolla el análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejora para lograr mejores indicadores de eficiencia.

Conclusiones

En base al análisis presentado sobre la situación actual de La Empresa versus los beneficios que se pueden obtener de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, se concluye que las implementaciones ayudarían significativamente a combatir los problemas de rendimiento y productividad en las líneas de envasado de lubricantes.

1.2. Realidad Problemática

Existen factores que interfieren en el proceso de la elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa Exsa en el año 2016, como la generación de mermas, paradas de máquinas, instructivos no actualizados, falta de orden y limpieza; y esto se ve reflejado en los resultados planificados, y lo que se busca es optimizar el proceso de elaboración de dinamita mediante la aplicación de las herramientas de lean manufacturing, identificando las causas que la afectan, de este modo demostrar si existe un impacto de la aplicación de estas herramientas.

Un proceso de producción podría convertirse en una pérdida económica significativa, cuando el producto esperado no alcanza los niveles de calidad ya que el producto final debe ceñirse a la calidad de materia prima y un proceso de producción garantizado (figura 1 y 2).

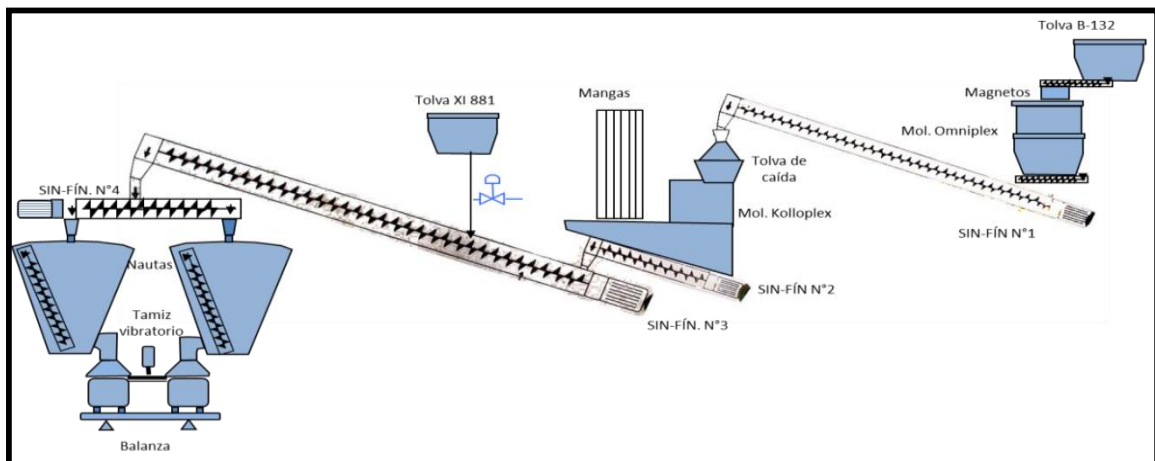


Figura 1 Diagrama de proceso 1º etapa

Fuente: Registros EXSA.

La carencia de una materia prima de calidad y un proceso de producción incorrecto pueden originar una baja en ventas de sus productos, ya que el mercado exige cada día, productos con estándares de calidad. Esto con la finalidad de generar mayor rentabilidad a la empresa y un sostenimiento en el mercado.

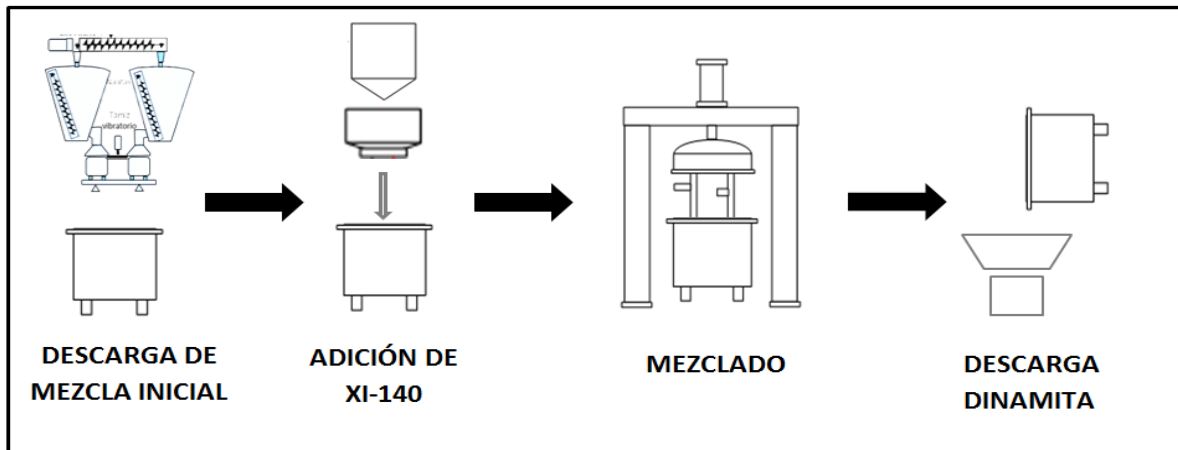


Figura 2 Diagrama del proceso 2º etapa

Elaboración: propia

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿En qué medida la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016?

1.3.2. Problemas Específicos

1.3.2.1. Problema específico 1

¿En qué medida la estandarización de procesos impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016?

1.3.2.2. Problema específico 2

¿En qué medida la Eficiencia global de los medios de producción impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016?

1.3.2.3. Problema específico 3

¿En qué medida la aplicación de las 5s impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016?

1.3.2.4. Problema específico 4

¿En qué medida la aplicación del Mapa de flujo impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016?

1.3.2.5. Problema específico 5

¿En qué medida la aplicación del Just in time impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016?

1.4. Justificación

La implementación de Herramientas Lean manufacturing en el proceso de elaboración de dinamita nos permitirá alcanzar los niveles de producción esperados en la organización, con la finalidad de satisfacer los requerimientos y especificaciones técnicas de los clientes, esto contribuirá con la obtención de resultados positivos en corto plazo en la rentabilidad y el sostenimiento de la empresa en el mercado de explosivos que cada vez es más exigente por la reducción del mercado y por la competencia que cada día es más disputada por la reducción de los costos operativos y precios de los minerales.

1.4.1. Justificación Teórica

La aplicación de Lean Manufacturing como herramienta propuesta busca mediante la teoría y conceptos básicos encontrar explicaciones de situaciones internas que aporten un conocimiento más amplio de cómo identificar los problemas que afectan la elaboración de dinamita.

1.4.2. Justificación Práctica

Para identificar los factores que influyen en los resultados, se debe realizar un estudio de los indicadores que permitan enfocar los puntos críticos, para buscar soluciones a las necesidades, esto será una gran oportunidad para mejorar los procesos en la empresa EXSA.

1.4.3. Justificación Cuantitativa

Esta aplicación de la herramienta Lean Manufacturing permitirá obtener aspectos cuantitativos positivos en la rentabilidad, que es la razón de ser de toda organización.

1.4.4. Justificación Académica

El presente trabajo de investigación ofrece un aporte relevante, ya que será de mucha utilidad para desarrollar próximas tesis relacionadas a la aplicación de Lean Manufacturing en la elaboración de dinamita o procesos similares.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar en qué medida la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016.

1.5.2. Objetivos Específicos

1.5.2.1. Objetivo específico 1

Determinar en qué medida la estandarización de procesos impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016.

1.5.2.2. Objetivo específico 2

Determinar en qué medida la Eficiencia global de los medios de producción impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016.

1.5.2.3. Objetivo específico 3

Determinar en qué medida la aplicación de las 5s impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016.

1.5.2.4. Objetivo específico 4

Determinar en qué medida la aplicación del Mapa de flujo impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016.

1.5.2.5. Objetivo específico 5

Determinar en qué medida la aplicación del Just in time impacta en la optimización del proceso de elaboración de dinamita en el área de molienda en la empresa EXSA, año 2016.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing, manufactura ajustada, manufactura esbelta o manufactura limpia es el conjunto de herramientas orientadas a retirar de los procesos productivos todo aquello que no añade valor al producto, proceso o servicio. Esto reduce costos, genera satisfacción de los clientes y mejora la rentabilidad de la empresa, objetivo principal de toda industria (Palomino Espinoza, 2012). Según (Womack & Jones, 2005) el pensamiento Lean provee una manera de hacer más con menos; menor esfuerzo humano, menos equipo, menos tiempo, menos espacio, acercándose más a lo que los clientes quieren exactamente.

Dentro del concepto de Lean se identifican siete (7) tipos de desperdicios, estos ocurren en cualquier clase de empresa o negocio y se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto. Adicionalmente, se considera un octavo tipo de desperdicio especial que da origen a lo que en Lean se llama 7+1 Tipos de Desperdicios. A continuación se explica cada uno de ellos (Liker & Meier, 2004).

Sobreproducción

Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.

Transporte

Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento

Tiempo de espera

Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.

Sobre-procesamiento o procesos inapropiados

Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

Exceso de inventario

Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa

Defectos

Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.

Movimientos innecesarios

Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

Talento Humano

Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc. Aunque la identificación de desperdicios es importante, lo fundamental es eliminarlos, la eliminación de estos presenta resultados inmediatos en la reducción del costo, aumento de la productividad, organización del área de trabajo, entre otros. Sin embargo, generalmente se presentan problemas con el mantenimiento de los mejoramientos alcanzados, esto sucede debido que no se implementa un sistema que en el largo plazo sea capaz de mantener y adaptar la empresa a nuevos cambios en el entorno.

2.1.1. Historia de Lean Manufacturing

El origen del término Manufactura Esbelta surge por primera vez en el donde se documentan muchas herramientas que emplean hoy en día las empresas.

Lean tuvo sus inicios en la industria automotriz, específicamente en el sistema de producción de Toyota (TPS - Toyota Production System), cuando a finales de la segunda guerra mundial Japón quedó destruido y por lo tanto la industria manufacturera se vio afectada. Toyota quedó sin muchos recursos para competir con las empresas de automóviles de Estados Unidos que en ese momento eran los líderes. Toyota, en cabeza de sus ingenieros Shigeo Shingo y Taiichi Ohno, comenzó a desarrollar herramientas de manufactura y gestión que formarían la base para que Toyota gradualmente se convirtiera en uno de los fabricantes de automóviles más importante y eventualmente, como sucedió en el año 2007, el productor número uno a nivel mundial teniendo los mejores estándares de calidad y la más alta productividad y rentabilidad de la industria.

A principios de los ochenta, una comitiva de investigadores del MIT (Massachusetts Institute of Technology) viajó a Japón y realizó un estudio que tenía como fin investigar que estaba haciendo la industria automotriz japonesa que en ese momento le quitaba mercado a la americana a pasos agigantados. Su principal descubrimiento fue el uso de las herramientas que conformaban el sistema de producción de Toyota. A su regreso

a Estados Unidos, esta comitiva nombró esta metodología de fabricación Lean Manufacturing y se encargó de su difusión en el mundo occidental, este estudio quedó plasmado en el libro "La máquina que cambió el mundo - The machine that changed the world". Publicado en 1990. Desde ese momento los principios de Lean y sus herramientas han sido aplicados, exitosamente y generando sorprendentes resultados, en todo tipo de industria manufacturera y recientemente en servicios, hospitales y otros (Womack, Jones, & Roos, 1990).

2.1.2. Principios de Lean Manufacturing

Según (Villaseñor, 2007) el Lean Manufacturing consta de un proceso de 5 pasos. En la figura 3 se observan los 5 principios.

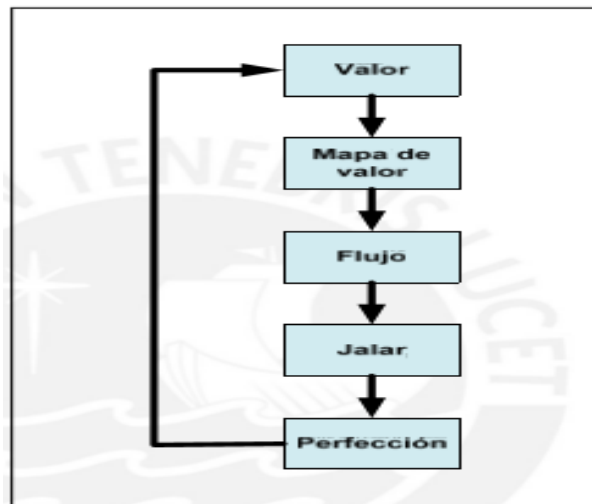


Figura 3 los cinco pasos de Lean Manufacturing

Elaboración: Villaseñor (2007) Manual de Lean Manufacturing

2.1.2.1. Definir qué agrega valor para el cliente

En esta parte del proceso se identifica y define, desde la perspectiva del cliente, qué es lo que realmente agrega valor con la finalidad de eliminar los desperdicios que le adicionan costos al producto. Se puede decir que lo único que agrega valor en cualquier tipo de proceso es la transformación física o informativa de los productos, servicios o actividades que pueda requerir el cliente; es por eso que esta filosofía se inicia con el cliente, ya que él es quien hace posible la estabilidad y crecimiento de un negocio.

2.1.2.2. Definir y hacer el mapa del proceso

Esta etapa consiste en realizar por medio de un mapa el flujo de información y de materiales (mapear la cadena de valor), y por medio de indicadores Lean identificar oportunidades de mejoras y eliminar los desperdicios.

2.1.2.3. Crear flujo continuo

En esta tercera etapa, se debe tener en cuenta el crear un flujo continuo en el proceso para que la información y materiales fluyan de manera más rápida y para que los problemas puedan visualizarse. El objetivo de este principio es hacer fluir el flujo de valor uniformemente y continuamente sin ninguna interrupción. Este concepto se puede resumir con la siguiente frase: “mover uno, hacer uno”. Así mismo, para este principio se debe tener en cuenta que en el flujo continuo todo funciona o nada funciona, así pues al implementar un flujo continuo conllevará a establecer una política de prevención y corrección de la calidad, mantenimiento y de la logística.

2.1.2.4. Lograr que el consumidor “jale” lo que requiere

Quiere decir establecer un sistema que jale de las estaciones de trabajo anteriores, desde el inicio del proceso productivo y continuando con las estaciones de trabajo anteriores (producir justo a tiempo). Al adoptar un sistema Pull se reducen los inventarios y se evita la sobreproducción. El lema de jalar es: No haga nada hasta que el cliente lo pida y, luego hágalo todo rápidamente.

2.1.2.5. Esforzarse por la excelencia y alcanzar la perfección

Esforzarse por la excelencia y alcanzar la perfección El último paso del Lean Manufacturing es el mejoramiento continuo (Kaizen), esto como consecuencia de la famosa frase siempre es posible hacer mejor las cosas. Esta filosofía engloba los conceptos de la mejora continua sin aumentar el dinero, personas, equipos grandes, inventario y espacios.

2.1.3. Herramientas de Lean Manufacturing

(Hernández & Vizán, 2013) Presentan las técnicas de Lean Manufacturing en la elaboración de su libro, Lean Manufacturing, Concepto, Técnicas e Implantación:

- 5 S
- SMED (Cambio rápido de modelo)
- Estandarización
- TPM (Mantenimiento productivo total)

- Control visual
- Sistema de participación de personal
- JIT (Just in time)
- OEE Eficiencia general de los equipos
- VSM (Mapa de flujo valor)

2.1.3.1. Las 5 s

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Elimina (Seiri)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton comporta: primero, marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso; segundo, disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

Limpieza e inspección (Seiso)

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta: primero, integrar la limpieza como parte del trabajo diario; segundo, asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria; tercero, centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias y cuarto, conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Estandarizar (Seiketsu)

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables.

Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas: primero, mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”; segundo, elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente; tercero, transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares; cuarto, crear

los hábitos de la organización, el orden y la limpieza; por último, evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos: primero, asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo; segundo, integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares y por último, chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligada al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. El líder de la implantación lean establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc.

2.1.3.2. SMED (Cambio rápido de modelo)

SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de máquina. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios radicales en la máquina, utillaje, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de preparación. Estos cambios implican la eliminación de ajustes y estandarización de operaciones a través de la instalación de nuevos mecanismos de alimentación/retirada/ajuste/centrado rápido como plantillas y anclajes funcionales.

Es una metodología clara, fácil de aplicar y que consigue resultados rápidos y positivos, generalmente con poca inversión aunque requiere método y constancia en el propósito.

La reducción en los tiempos de preparación merece especial consideración y es importante por varios motivos. Cuando el tiempo de cambio es

alto los lotes de producción son grandes y, por tanto, la inversión en inventario es elevada. Cuando el tiempo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria eliminando casi totalmente la necesidad de invertir en inventarios.

Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de técnicas y útiles. Los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas se encuentran a plena capacidad, una opción para aumentarla, sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio y preparación.

2.1.3.3. Estandarización de trabajo

La “estandarización” junto con las 5S y SMED supone unos de los cimientos principales del Lean Manufacturing sobre los que deben fundamentarse el resto de las técnicas que se describen en este capítulo. Una definición precisa de lo que significa la estandarización, que contemple todos los aspectos de la filosofía lean, es la siguiente: “Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente”.

La estandarización en el entorno de fabricación japonés, se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora continua y, probablemente, en la principal herramienta del éxito de su sistema. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia. La mejora continua es la repetición de este ciclo. En este punto reside una de las claves del pensamiento Lean: “Un estándar se crea para mejorarlo”.

Este concepto de “estándar” es diametralmente opuesto a los sistemas rígidos de aquellas empresas en donde la estandarización se traduce en documentos muertos que reposan en estantes o paneles, desfasados y poco o nada utilizados; incluso suelen tener errores en las descripciones de los métodos y en otras usan enfoques inapropiados para el usuario o situación particular.

Los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información debe existir un estándar. Las características que debe tener una

correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes: primero, ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas; segundo, proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso; tercero, garantizar su cumplimiento; por último considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores.

Con estas características, son muchos los estándares que deberían desarrollarse en una empresa.

2.1.3.4. PTM (Mantenimiento Productivo total)

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos: primero, maximizar la eficacia del equipo; segundo, desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones; tercero, implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos; por último, implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

La eficacia de los equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pedidas” que restan eficacia a los equipos.

2.1.3.5. Control Visual

Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, las fábricas usan estadísticas, gráficas y cifras de carácter estático y especializado que solo sirven a una pequeña parte de los responsables de la toma de decisión.

En este sentido, el control visual se convierte en la herramienta Lean que convierte la dirección por especialistas en un dirección simple y transparente con la participación de todos de forma que puede afirmarse que es la forma con la que Lean Manufacturing “estandariza” la gestión.

Bajo la perspectiva Lean, estas técnicas persiguen mantener informado al personal sobre cómo sus esfuerzos afectan a los resultados y darles el poder y responsabilidad de alcanzar sus metas. Estas técnicas tienen relación con la importancia que en la metodología Lean tiene la motivación de los empleados a través de la información.

El control y comunicación visual tiene muchas ventajas, entre ellas la rápida captación de sus mensajes y la fácil difusión de información. En las empresas japonesas se considera el dialogo como una inversión muy importante para las compañías, pues gracias a los aportes de sus integrantes se establece un proceso de aprendizaje, común y compartido, a partir de la experiencia y conocimiento de los mismos empleados. La motivación aumenta cuando el trabajador tiene la oportunidad de contribuir y recibir reconocimientos. Los tableros de gestión visual, o cualquier otro tipo de técnicas de comunicación visual, son excelentes espacios que sirven como marco metodológico para orientar el flujo de ideas y brindar un contexto de la situación a ser analizada.

El control visual incluye muchos métodos de aplicación, cada uno adecuado a diferentes objetivos o problemas de gestión. El siguiente cuadro expone un resumen de las diferentes técnicas de control visual que pueden darse en la planta de fabricación. No hay razón para implantar todo lo que aparece en el esquema sino que hay que aplicar aquellas medidas que mejor se adapten a las particularidades del sistema, de las personas, y del estado de evolución de la empresa hacia la cultura Lean.

2.1.3.6. Sistemas de Participación del personal

Los sistemas de participación del personal (SPP) se definen como el conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten canalizar eficientemente todas las iniciativas que puedan incrementar la competitividad de las empresas. Estos sistemas tienen como objetivo común la identificación de problemas o de oportunidades de mejora para plantear e implantar acciones que permitan resolverlos, de aquí que son pieza fundamental en el proceso de mejora continua propugnado por el Lean Manufacturing.

Sobre el papel, los sistemas de participación le dan al personal la oportunidad de expresar sus ideas relativas a diferentes aspectos de las

actividades desarrolladas en la organización. Su puesta en marcha no es sencilla ya que la implicación del personal es uno de los temas más controvertidos en las empresas y su éxito suele ser escaso. El problema radica en la poca importancia que muchas veces se le ha otorgado al individuo dentro del sistema. La implicación personal se consigue con trato directo y el establecimiento de técnicas que se ocupen particularmente del individuo. Para ello, el sistema Lean de mejora continua establece las prioridades en el lanzamiento de las mismas en función de su trascendencia: primero, seguridad en el trabajo. La premisa principal es garantizar la seguridad de todos los trabajadores a partir de buenas normas y mecanismos de control; segundo, condiciones de trabajo. La creación de un buen ambiente de trabajo comienza por establecer unas condiciones de trabajo satisfactorias que inviten a emprender el camino a la mejora; tercero, formación. El crecimiento profesional personal motiva e implica para sentirse partícipe del conjunto y asumir los objetivos de la empresa como propia; cuarto, comunicación personal. Una comunicación frecuente, clara y directa de los trabajadores con los superiores jerárquicos, de forma personal, elimina dudas y conflictos que pueden entorpecer el avance de la mejora; quinto, participación en la mejora. La experiencia de cada uno de los trabajadores es uno de los mayores valores de la empresa. Se deben crear mecanismos para incitar ideas de mejora, tanto a nivel individual como colectivo; sexto, implicación de todos. Finalmente la implicación de todo el personal, desde los directivos hasta los operarios, creará el vínculo necesario para la sostenibilidad del sistema.

En estas condiciones, los sistemas de participación pueden suponer evidentes ventajas para las empresas:

La mejora de las relaciones y la comunicación entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización.

El fomento de la creatividad y de la conciencia de grupo frente a la conciencia individual, lo que supone una mejor integración en la estructura organizativa.

El incremento de la motivación del personal.

2.1.3.7. Just in time (JIT)

Justo a tiempo, como un conjunto integrado de actividades diseñadas para lograr un alto volumen de producción, utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. Las piezas llegan a la siguiente estación de trabajo “justo a tiempo”, y se completan y pasan por la

operación rápidamente. El método justo a tiempo también se basa en la lógica de que nada se producirá hasta cuando se necesite.

La necesidad se crea por la demanda real de un producto. En teoría cuando un artículo se ha vendido, el mercado toma un reemplazo del último eslabón en el sistema, en este caso el ensamble final. Esto activa una orden a la línea de producción de la fábrica, en donde un colaborador pide otra unidad de una estación anterior pide a la estación que está antes que ellas y así sucesivamente hasta la liberación de las materias primas. Para permitir que este proceso funcione sin tropiezos JIT exige altos niveles de calidad en cada etapa del mismo, relaciones sólidas con los vendedores y una demanda muy predecible del producto terminado. El JIT puede considerarse de manera coloquial como el “gran JIT” y el “pequeño JIT”. El gran JIT (denominado con frecuencia producción racionalizada) es la filosofía del manejo de operaciones que busca eliminar el desperdicio en todos los aspectos de las actividades de producción de una empresa: relaciones humanas, relaciones con los vendedores, tecnología, y el manejo de materiales y de inventarios. El pequeño JIT se concentra más estrechamente en la programación de los inventarios de productos y en el suministro de recursos de servicio cuando y donde sean necesarios (Mendoza, E. (2013).

2.1.3.8. OEE Eficiencia general de los equipos

La OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financiera y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual. Finalmente, la OEE es la métrica para cumplimentar los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2000.

Es una herramienta que combina múltiples aspectos de la producción y puntos de referencia para proporcionar información sobre el proceso. Es una herramienta integral de evaluación comparativa que sirve para evaluar los diferentes subcomponentes del proceso de producción (por ejemplo, disponibilidad, rendimiento y calidad) – y se utiliza para medir las mejoras reales en 5S, Manufactura Lean , TPM, Kaizen y Seis Sigma.² Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por

disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas) Casilimas, C. L (2012).

Cálculo del OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad. $OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$.

$$OEE = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{RENDIMIENTO} \times \text{CALIDAD}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{TIEMPO DE PRODUCCION}}{\text{TIEMPO PLANIFICADO}}$$

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{PRODUCCION REAL}}{\text{CAPACIDAD DE PRODUCCION}}$$

$$\text{CALIDAD} = \frac{\text{PIEZAS BUENAS}}{\text{PRODUCCION REAL}}$$

Figura 4 Cálculo de OEE

Elaboración: propia

Clasificación OEE

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

OEE	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
< 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% <95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad
≥95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

Figura 5 Medición del OEE

Elaboración: propia

Grandes pérdidas consideradas por el OEE

El OEE (OVERALL EFFECTIVENESS EQUIPMENT) contempla las siguientes pérdidas:

- Paradas / Averías
- Configuración y Ajustes
- Pequeñas Paradas
- Reducción de velocidad
- Rechazos por Puesta en Marcha
- Rechazos de Producción

Las dos primeras, Paradas/Averías y Ajustes, afectan a la Disponibilidad. Las dos siguientes Pequeñas Paradas y Reducción de velocidad, afectan al Rendimiento y las dos últimas, Rechazos por puesta en marcha y Rechazos de producción afectan a la Calidad.

Disminución de Disponibilidad

Pérdidas de Tiempo: La pérdida de tiempo se define como el tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo pero no lo ha estado: Ningún producto sale de la máquina. Las pérdidas son:

Averías (Primera Pérdida): Un repentino e inesperado fallo o avería genera una pérdida en el tiempo de producción. La causa de esta disfunción puede ser técnica u organizativa (por ejemplo; error al operar la máquina, mantenimiento pobre del equipo). El OEE considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece.

Esperas (Segunda Pérdida): El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera. La máquina puede quedarse en estado de espera por varios motivos, por ejemplo; debido a un cambio, por mantenimiento, o por un paro para ir a merendar o almorzar. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo, cambiar herramientas, útiles u otras partes. La técnica de SMED (en inglés Single Minute Exchange of Die; en español técnica de paradas al estilo fórmula uno para realizar un abastecimiento/cambios necesarios) define el tiempo de cambio como el tiempo comprendido entre el último producto bueno del lote anterior y el primer producto bueno del nuevo lote. Para el OEE, el tiempo de cambio es el tiempo en el cual la máquina no fabrica ningún producto.

Disponibilidad = $(TO / TPO) \times 100$ Dónde: TPO= Tiempo Total de trabajo
- Tiempo de Paradas Planificadas TO= TPO - Paradas y/o Averías La
Disponibilidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar
porcentualmente

Disminución de Rendimiento

Pérdidas de Velocidad: Una pérdida de velocidad implica que la máquina
está funcionando pero no a su velocidad máxima. Existen dos tipos de pérdidas de
velocidad:

Microparadas (Tercera Pérdida): Cuando una máquina tiene
interrupciones cortas y no trabaja a velocidad constante, estas
Microparadas y las consecuentes pérdidas de velocidad son
generalmente causadas por pequeños problemas tales como bloqueos
producidos por sensores de presencia o agarrotamientos en las cintas
transportadoras. Estos pequeños problemas pueden disminuir de forma
drástica la efectividad de la máquina. En teoría las Microparadas son un
tipo de pérdida de tiempo. Sin embargo, al ser tan pequeñas
(normalmente menores de 5 minutos) no se registran como una pérdida
de tiempo.

Velocidad Reducida (Cuarta Pérdida): La velocidad reducida es la
diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica
o de diseño. En ocasiones hay una considerable diferencia entre lo que
los tecnólogos consideran que es la velocidad máxima y la velocidad
máxima teórica. En muchos casos, la velocidad de producción se ha
rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y
averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas son por tanto en
la mayoría de los casos ignoradas o infravaloradas.

Rendimiento = $\text{Tiempo de Ciclo Ideal} / (\text{Tiempo de Operación} / \text{N}^\circ \text{ Total Unidades})$ o $\text{Rendimiento} = \text{N}^\circ \text{ Total Unidades} / (\text{Tiempo de Operación} \times \text{Velocidad Máxima})$ El Rendimiento es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

Disminución de Calidad

La pérdida de calidad ocurre cuando la máquina fabrica productos que
no son buenos a la primera. Se pueden diferenciar dos tipos de pérdidas de
calidad:

Deshechos (Quinta Pérdida): Deshechos son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por calidad, incluso aquellos que no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente puedan ser vendidos como productos de calidad menor. El objetivo es “cero defectos”. Fabricar siempre productos de primera calidad desde la primera vez. Un tipo específico de pérdida de calidad son las pérdidas en los arranques. Estas pérdidas ocurren durante el arranque de la máquina, la producción no es estable inicialmente y los primeros productos no cumplen las especificaciones de calidad; cuando los productos del final de la producción de un lote se vuelven inestables y no cumplen las especificaciones y en Aquellos productos que no se consideran como buenos para la orden de fabricación y, consecuentemente, se consideran una pérdida. Normalmente este tipo de pérdidas se consideran inevitables. Sin embargo, el volumen de estas puede ser sorprendentemente grande.

Retrabajo (Sexta Pérdida): Los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad desde la primera vez, pero pueden ser reprocesados y convertidos en productos de buena calidad. A primera vista, los productos re trabajados no parecen ser muy malos, incluso para el operario pueden parecer buenos. Sin embargo, el producto no cumple las especificaciones de calidad a la primera y supone por tanto un tipo de pérdida de calidad (al igual que ocurría con el scrap).

Las unidades producidas pueden ser Conformes, buenas, o No Conformes, malas o rechazos. A veces, las unidades No Conformes pueden ser reprocesadas y pasar a ser unidades Conformes. La OEE sólo considera Buenas las que se salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por tanto las unidades que posteriormente serán reprocesadas deben considerarse Rechazos, es decir, malas. Por tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas re trabajadas o desechadas. La Calidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente (Casimilas & Poveda, 2012).

2.1.3.9. Mapa de flujo valor (VSM)

Según (Palomino Espinoza, 2012) Es una técnica que ayuda a desarrollar cadenas de valor más competitivas en las empresas manufactureras. El mapeo del flujo del valor realiza un seguimiento del flujo de materiales e información y lo plasma a través de herramientas graficas normalizadas. La

técnica realiza el seguimiento del producto desde su estado como materia prima en los almacenes hasta la consecución del producto terminado.

Se detallan todas las actividades que se realicen, añadan o no valor agregado al producto. Al ser un mapeo detallado de todas las actividades se hace posible la ubicación de posibilidades de mejora. Como todas las herramientas de Lean Manufacturing el objetivo del VSM es proponer mejoras en los procesos y eliminar aquello que no le añade valor. A través del VSM se identifican los procesos que generan desperdicios. A través de un equipo de trabajo se generan ideas para mejorar el proceso. En caso hubiesen desechos o muda en el proceso, se procede a eliminarlo del sistema. Para realizar un correcto proceso de mapeado se deben seguir los siguientes pasos:

Identificar el producto, familia de productos o servicio

Se debe identificar plenamente el grupo de productos que van a ser objeto de estudio. Se puede establecer porque su proceso productivo pasa por etapas similares. Una forma simple de encontrar una familia de productos es con el uso de una matriz. En las columnas se encuentran los procesos o etapas que contiene la planta. En las filas se ubican los productos. Por cada producto se va marcando los procesos por el cual atraviesa. De esta forma se hace más fácil la identificación de las familias de productos. Otra manera de elegir la familia de productos es a través de la importancia de estos dentro de la gama total de productos que se fabrican. Un análisis P-Q es aplicable para lograr esta identificación.

Determinación del VSM Actual

Representar mediante simbología normalizada el estado actual del flujo de materiales e información. El mapeo se inicia en el cliente y recorre el proceso productivo hasta llegar a los proveedores de materias primas. Se detallan flujos de información así como flujo de materiales.

Determinación del VSM Futuro

Representación de la situación futura. Esta situación debe ir acorde a la filosofía Lean y para lograrlo debe cumplir ciertos puntos:

Adaptar el tiempo de procesamiento de productos según el Takt time. Esto mejora la respuesta de la empresa ante el periodo de posicionamiento de pedido del cliente. Se trabaja en base al cliente. El cliente pone el ritmo de producción. Esto implica una resolución y respuesta rápida ante posibles problemas; eliminar al máximo los tiempos de parada entre procesos de setup y

minimizar los desperdicios. Takt Time = Tiempo Disponible de Trabajo/Tiempo de Demanda

Implementar el flujo continuo dentro de las líneas de producción. Un flujo continuo ayuda a eliminar las “islas” de trabajo que se producen cuando se pasa, lote por lote, las piezas de una etapa del proceso a otra. Esto ayuda a combinar procesos, minimizar espacios y trabajo en forma de celdas de manufactura.

En los casos en los cuales la implementación de un flujo de trabajo continuo no sea posible ser implementado se debe trabajar a través de supermercados de reposición.

El marcapasos de la producción debe ir alineado con los requerimientos del cliente.

El nivel de producción debe ser nivelado para evitar demoras por restricciones de los cuellos de botella propios del proceso. Una buena herramienta que ayuda a nivelar esto es el panel Heijunka. En el panel se colocan las tarjetas Kanban que van a ser distribuidas a los diferentes puestos de trabajo para iniciar el sistema pull. Estas tarjetas van a ser retiradas cada cierto periodo de tiempo.

Se debe determinar cada cuanto se da la producción de una pieza. Esto nos ayuda a conocer cuánto tiempo pasamos en producción efectiva y cuánto tiempo se toma para cambio de producto y preparación de maquinaria. De esta forma se pueden combatir estos tiempos y ganar flexibilidad a través de la minimización de los tiempos de cambio.

Establecer los pasos necesarios para lograr la situación futura

Se debe tomar en cuenta cuales son las brechas existentes ente el mapa de valor actual y el cual se pretende llegar. En base a eso se deben planificar las labores y reorganizar las funciones. Se planifican las actividades que se van a realizar y la secuencia de su realización. Se debe tener en cuenta, que todo debe conformar parte de una metodología PDCA.

Implementación

Como en todo proceso de las herramientas de Lean Manufacturing, la implementación debe ser hecha a través de un grupo multidisciplinario. Esto proporciona diferentes perspectivas de ataque hacia los problemas y diversas formas de eliminar procesos que no añaden valor. Además, el jefe del equipo debe tener potestad para poder realizar los cambios que sean necesarios, y estar profundamente convencido del funcionamiento de la filosofía.

Las ventajas de la aplicación de VSM como parte de herramientas de Lean, es la técnica gráfica acompañada por datos numéricos que ayuda a la comprensión de la situación actual. Esto facilita la visión del flujo de materiales y la información; segundo, todo el equipo de trabajo establece un mismo lenguaje para el análisis y comprensión del sistema; tercero, la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en una sola técnica; por último, posibilidad de VSM como punto de partida de un plan estratégico de mejora gracias a su gran descripción del proceso productivo.

2.2. Proceso de elaboración de dinamita

(EXSA, 2009) La dinamita es un explosivo muy potente compuesto por nitroglicerina. La dinamita fue inventada por Alfred Nobel en 1867, Desempeña un papel muy importante en trabajos como la excavación de montañas, la construcción de carreteras, demoliciones y en general cualquier obra pública que requiera el movimiento de masas rocosas. La dinamita se solía fabricar mezclando nitroglicerina y tierra de diatomeas con un alto contenido de dióxido de silicio. Esta última actuaba como una especie de esponja, absorbiendo y estabilizando la nitroglicerina, haciendo su uso como explosivo más seguro y práctico

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Minería

Es una actividad productiva de explotar las minas, mediante la cual se identifican zonas con presencia de minerales, los extraen y procesan de forma que podamos contar con los metales que usamos en nuestra actividad diaria (cobre, oro, plata, etc.) el Perú es un país de antigua tradición minera, tradición que mantiene y cultiva gracias a la presencia de empresas líderes a nivel internacional (Ministerio de energía y minas).

2.3.2. Sucamec

La Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil, Controlar, administrar, supervisar, fiscalizar, normar y sancionar las actividades en el ámbito de los servicios de seguridad privada, fabricación y comercio de armas, municiones y conexos, explosivos y productos pirotécnicos de uso civil, de conformidad con la Constitución Política del Perú, los tratados internacionales y la legislación nacional vigente. En esta materia, comprende también la facultad de autorizar su uso.

2.3.3. Explosivos

Los explosivos son sustancias o mezclas químicas, con la propiedad de cambiar a un estado más estable, mediante una reacción química exotérmica en un instante de tiempo, liberando toda la energía que contienen en forma de gases, sonido y calor de una manera violenta. Parte de esta energía liberada es utilizada en la fragmentación de roca, especialmente la producción de gases a gran presión y temperatura. En la industria minera, la voladura es el método más productivo para la excavación en roca dura. Existe una variedad de clasificaciones para los explosivos en base a sus distintas características o aplicaciones. Para esta investigación se presenta en el siguiente diagrama una clasificación de los explosivos de uso industrial, los cuales son aplicados en minería.

2.3.4. Nitroglicerina

La nitroglicerina es un líquido aceitoso, incoloro y que emana vapores orgánicos, es el elemento básico para la fabricación de dinamitas, fue descubierto por Ascanio Sobrero en 1847, el descubrimiento de la dinamita en 1866 por Alfred Nobel, genero la ascendente demanda de la nitroglicerina.

La nitroglicerina es sumamente peligrosa, su manipulación requiere sistemas adecuados para su transporte y transformación, la estabilidad de la nitroglicerina está ligada estrictamente a la pureza de los insumos utilizados para su fabricación, la nitroglicerina está compuesta de una mezcla de ácidos y una mezcla de alcoholes, para su fabricación en la empresa EXSA se utiliza ácido nítrico concentrado, ácido sulfúrico concentrado, glicerina y glicol.

Los elementos que pueden dañar la estabilidad y pureza de la fabricación de la nitroglicerina son el fierro y el cloro.

Para medir la estabilidad de la nitroglicerina se realiza una prueba llamada Abel Test, la cual consiste en sacar una muestra de nitroglicerina en una probeta, luego esta se sumerge en agua y se calienta a 80 °C, se toma el tiempo en que cambia el color de la nitroglicerina de incoloro a amarillento, el tiempo es el punto de estabilidad de la nitroglicerina. La estabilidad óptima para poder manipularla es de 12 a 15 minutos.

2.3.5. Nitrocelulosa

Es una mezcla de ésteres nítricos, con un porcentaje de 11% a 13% de nitrógeno que insensibiliza algo la nitroglicerina y la gelatiniza al mezclarse con ésta o con el nitroglicol. Se tiene una variedad de bajo punto de congelación que es el nitro almidón.

2.3.6. Mezclado

El mezclado se realiza con mezcladores tipo planetarios éstos se utilizan en la industria química, alimentaria y otras industrias para la mezcla de productos de viscosidad media a alta, dependiendo de la forma de los brazos agitadores, incluyendo productos adhesivos.

El diseño del mezclador se compone de una estructura de trabajo hidráulico la tapa de elevación está equipada de dos brazos agitador que giran alrededor de su propio eje, mientras que el movimiento radial también es sobre su eje. A los pocos minutos del mezclado, el dispositivo está en contacto con toda la superficie interna de la olla. Mientras se mueve desde la periferia hacia el centro de la olla, el producto se homogeniza de las paredes y se mueve en trayectoria circular, por lo que las partículas del producto chocan aleatoriamente en contra corriente de la masa.

El diseño de alta eficiencia de los mezcladores planetarios permite una distribución uniforme en el producto, incluso cuando los materiales se introducen en una cantidad menor.

2.3.7. Molienda de nitrato de amonio

La operación de un molino de nitrato de amonio consiste esencialmente en la acción de transformar físicamente la materia sin alterar su naturaleza. La reducción se lleva a cabo fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado. Los molinos son aparatos que reducen el tamaño de los trozos de material con elementos móviles, la elección de un molino se fundamenta en la naturaleza o el estado físico (dureza, granulometría y humedad) del producto a tratar y del grado de finura que se quiera obtener.

2.3.8. Tiempo de parada

Es el tiempo acumulado de los rubros de las Paradas menores. Se expresa en horas.

2.3.9. Tiempo de entrenamiento.

Es el tiempo acumulado de las reuniones, Charlas, capacitación e inducción de cursos. Se expresa en horas.

2.3.10. Problema tiempo de parada por falta de capacidad

Es el tiempo acumulado de las paradas en que se detiene el proceso por falta de capacidad y que son mayores a 5 min. Se expresa en horas.

2.3.11. Tiempo utilizado para la descarga de nitroglicerina

La diferencia entre el tiempo programado menos el tiempo de averías, falta de capacidad, causas externas, exceso de programadas y paradas menores. Se expresa en horas.

2.3.12. Velocidad

Es la división de la producción total y el resultado de las horas entre 60 min. Cabe resaltar que el cálculo de la velocidad o rendimiento varía de acuerdo al programa de producción y la demanda, también a las diferentes fórmulas programadas. Además, se verifica la variación de los RPM de los mezcladores para estandarizar las operaciones.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Situación actual del proceso de la elaboración de dinamita en EXSA.

Se presenta el detalle de la situación actual del área de molienda, donde se identificaran las posibles variables del proceso que afectan la eficiente elaboración de dinamita.

3.1.1. Proceso general de elaboración de dinamita en Exsa

El proceso de la elaboración de dinamita en la empresa Exsa se inicia con la difusión del programa de producción, el transportista autorizado en la operación del montacargas coordina con el personal encargado de la gestión del área de molienda para que realice la solicitud mediante correo interno dirigido al personal de almacenes y libere los materiales necesarios para la elaboración de la dinamita, luego se realiza el traslado y abastecimiento de las diferentes materias primas que serán utilizadas para la elaboración de mezcla inicial en el edificio 568, previamente verificara las cantidades solicitadas con sus lotes respectivos.

El operador de producción autorizado verificara que las materias primas que ingresan al proceso de elaboración de mezcla inicial cuenten con el rotulado de control de calidad, luego ejecutara las indicaciones estipuladas en el procedimiento, optimizando el uso de los materiales en las operaciones.

Después de 32 minutos de homogenización se realiza la descarga de mezcla inicial en ollas de inox de capacidad de 240 kg. Luego se adiciona los semielaborados correspondiente, registrara los datos del tipo de formula y se traslada la carga a la siguiente actividad.

En la siguiente actividad el operador de producción responsable debe identificar y verificar los datos consignados en la banda blanca de la olla y agregara la cantidad necesaria de nitrocelulosa en la cavidad del interior de la olla, luego realiza la descarga de nitroglicerina.

Se traslada la olla con los insumos a unas máquinas mezcladoras para su homogenización por un tiempo de 6 minutos, finalizada esta operación se realiza la descarga de la dinamita en 6 cubetas de aproximadamente 40 kg, luego es transportada a las maquinas encartuchadoras.

3.1.2. Diagrama de flujo de la elaboración de dinamita

A continuación se muestra el diagrama actual del proceso de elaboración de la dinamita, en la cual realizaremos modificaciones necesarias para obtener la calidad

deseada de acuerdo a las especificaciones y satisfacción de cliente interno y externo, asimismo lograr la eficiencia esperada del proceso de elaboración de dinamita cumpliendo los objetivos establecidos en el plan estratégico de la empresa.

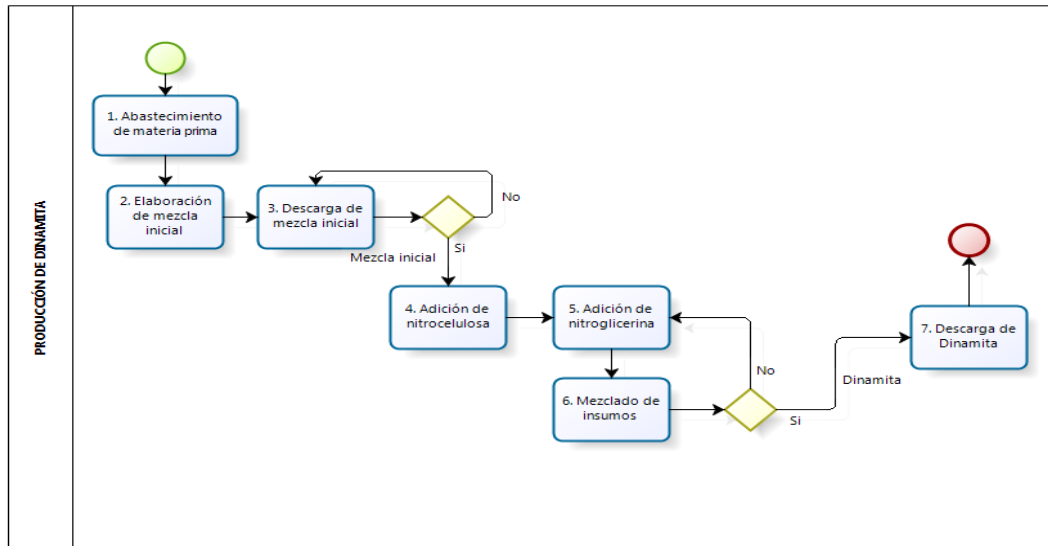


Figura 6 Diagrama de flujo de la elaboración de dinamita

Elaboración: propia

3.1.3. Instructivos de molienda

Se muestra la situación actual del estatus de los instructivos a inicios del año 2016.

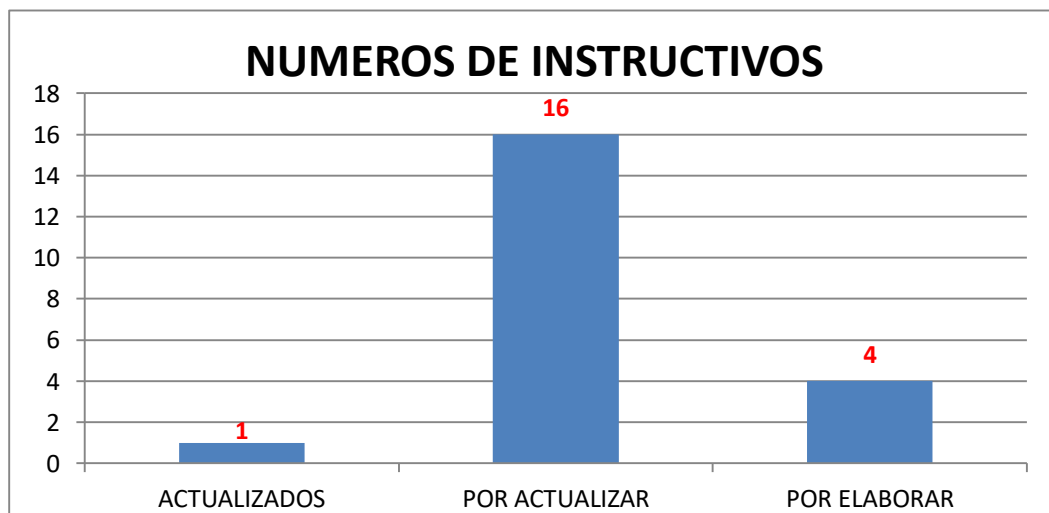


Figura 7 Número de instructivos en molienda

Elaboración: propia

La cantidad total de instructivos del área de molienda es 21, de los cuales 4 están por elaborar debido a la división de responsabilidades de las operaciones.

3.1.4. OEE

Se muestra el OEE del equipo de la balanza de NGL de los meses de enero a julio del año 2016, mostrando un cálculo inaceptable de acuerdo al porcentaje de la medición.

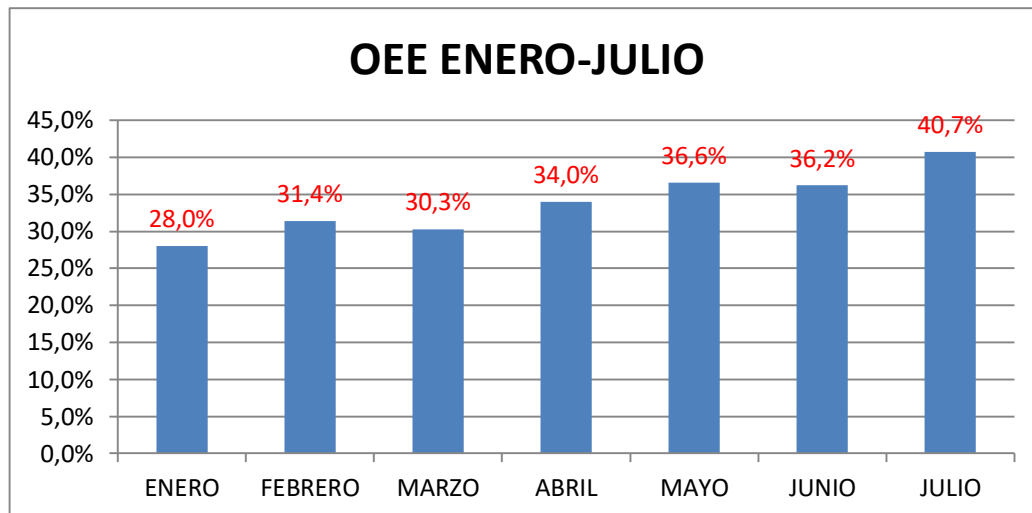


Figura 8 Mermas de dinamita

Elaboración: propia

3.1.5. Generación de mermas de dinamita

En la operación de mezclado se registra un incremento de generación de mermas de dinamita con respecto del mes de enero a julio, por una consideración de seguridad las mermas no son reprocesadas ya que al tener contacto con el piso y en prevención de que cualquier cuerpo extraño pueda extraerse de ella y afecte la seguridad en las operaciones, por ello identificaremos las posibles causas que originan esta desviación (Figura 9).

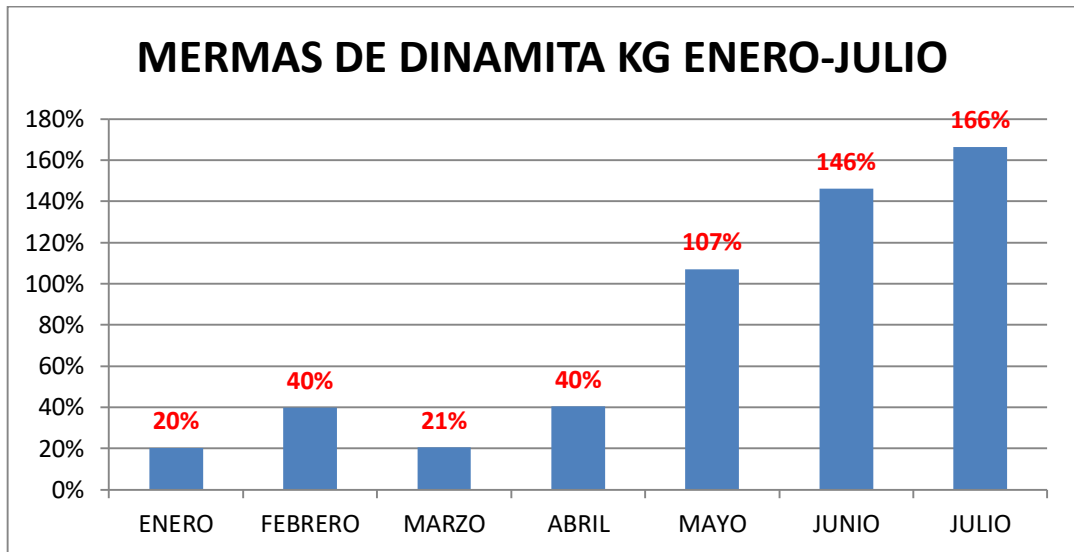


Figura 9 Mermas de dinamita Enero-Julio 2016

Elaboración: propia

3.1.6. Tiempo de parada de máquinas encartuchadoras

Existen tiempos medidos en porcentajes de paradas de máquinas por falta de dinamita para ser encartuchadas, en el siguiente grafico se muestra el comportamiento de las paradas de los meses de enero-julio del 2016.

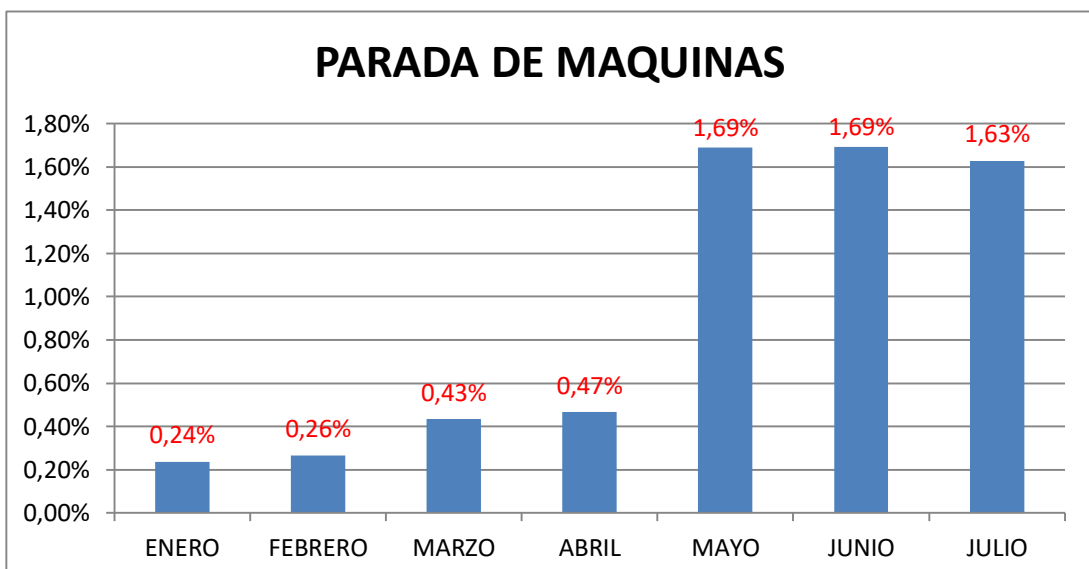


Figura 10 Parada de máquinas enero-julio 2016

Elaboración: propia

3.2. Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta fue creada y aplicada por el japonés y licenciado en química Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943, es más beneficiosa cuando las combinamos con otras herramientas como lluvias de ideas o los cinco porqués; con esta herramienta se podrá realizar el análisis para buscar soluciones a los problemas.

Según el diagrama de Ishikawa podemos determinar que existen factores que están involucrados directamente con las causas que provocan los problemas identificados. Dados los factores que encontremos vamos a proponer medidas para contrarrestar los problemas que existen y afectan la eficiencia en la elaboración de dinamita.

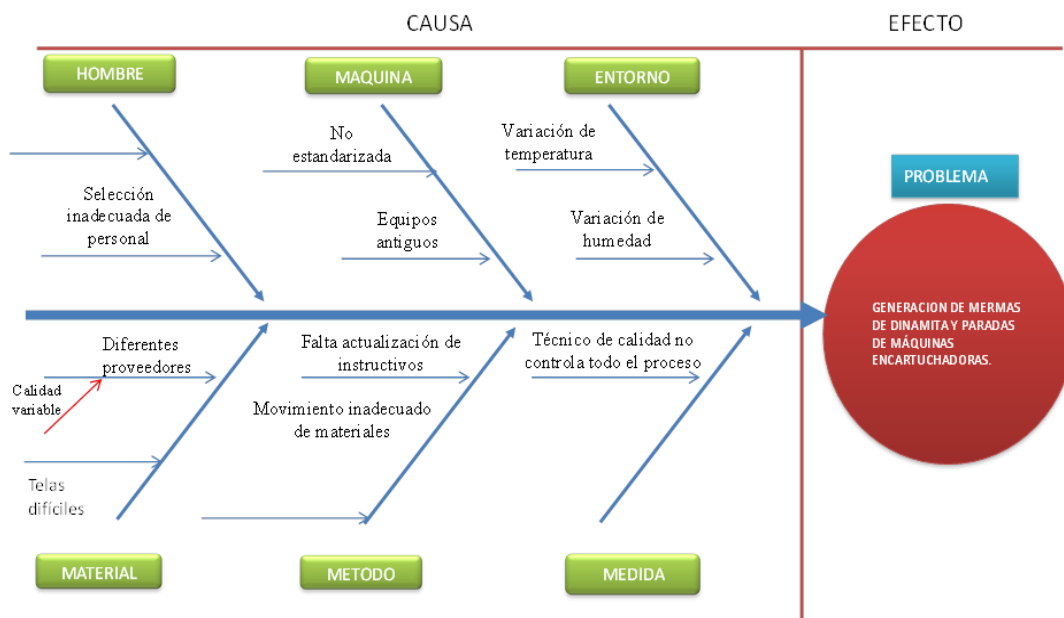


Figura 11 Diagrama de Ishikawa

Elaboración: propia

Con este diagrama se busca identificar las causas de los desperdicios que buscamos eliminar, en conclusión el problema que afecta el eficiente cumplimiento de los objetivos trazados.

La estandarización se basó en definir los objetivos y alcance, las definiciones, las responsabilidades, la descripción del proceso, los registros, los documentos de consulta, los materiales involucrados en la lista de materiales, las consideraciones de seguridad, las consideraciones de seguridad ocupacional, las consideraciones ambientales, las herramientas y los responsables de la elaboración, validación y aprobación de los documentos administrativos.

La caracterización de procesos nos describe como se realiza el proceso, quienes son nuestros proveedores, cual es la entrada, los requisitos de especificación, el proceso, la salida y quien es el cliente.

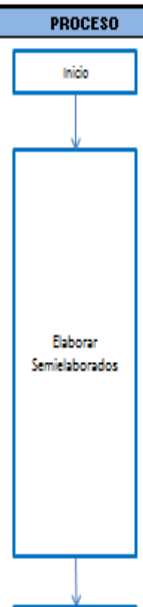
EXSA		SISTEMAS INTEGRADOS Y MEJORA CONTINUA			SIG-F-179	
		CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			EDICIÓN 01	
PROCESO	Elaboración de Dinamita					
DUEÑO PROCESO	Jefe de Planta de Dinamitas					
FECHA DE ACTUALIZAC	13/08/2016					
PARTICIPANTES	Victor Cruzado (L), Jerzy Salinas (P), Marco Paulino (P), Nathalie Granda (P)					
ELABORADO POR	Marco Paulino, Nathalie Granda					
PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS		CLIENTE
¿Quién es el Proveedor?	¿Cuáles son las entradas?	¿Cuál es el requisito de especificación de la entrada?	Inicio	¿Cuál es la salida?	¿Cuál es el requisito de la especificación de la salida?	¿Quién es el cliente?
	XI-881					
Almacén de MMPP	Antiglomerante ALFA 617 Aceite DELTA 311 Colorante Z-551	Etiqueta Verde de conformidad Etiqueta Verde de conformidad Etiqueta Verde de conformidad		XI-881	IDE-PC-016 IDE-TA-017	Molienda de Amonio
	XI-451					
Almacén de MMPP Molienda de Amonio Caldero N°10 Almacén de MMPP	Pegrol ALFA 630 Antiglomerante XI-881 Vapor de agua Aceite DELTA 311	Etiqueta Verde de conformidad IDE-PC-016 IDE-PC-017 Etiqueta Verde de conformidad		XI-451	IDE-PC-017	Molienda de Amonio
	XI-600					
Almacén de MMPP Caldero N°10 Almacén de MMPP	Harina de trigo PI-552 Vapor de agua Antiglomerante ALFA 617	Etiqueta Verde de conformidad IDE-PC-002 Etiqueta Verde de conformidad	XI-600	IDE-PC-002	Molienda de Amonio	
	XI-555					
Almacén de MMPP Molienda de Amonio Almacén de MMPP Almacén de MMPP	Nitrato de Amonio BETA 132 Antiglomerante XI-881 Harina de maíz ultrazeca PI-561 Tiza IOTA 301	IDE-TA-001 IDE-TA-002 IDE-TA-018 IDE-PC-016 Etiqueta Verde de conformidad Etiqueta Verde de conformidad		Mezcla Inicial XI-555	IDE-PC-008	Zona de Descarga de Mezcla Inicial
	XI-550					

Figura 13 Caracterización de procesos

Fuente: Registro Exsa

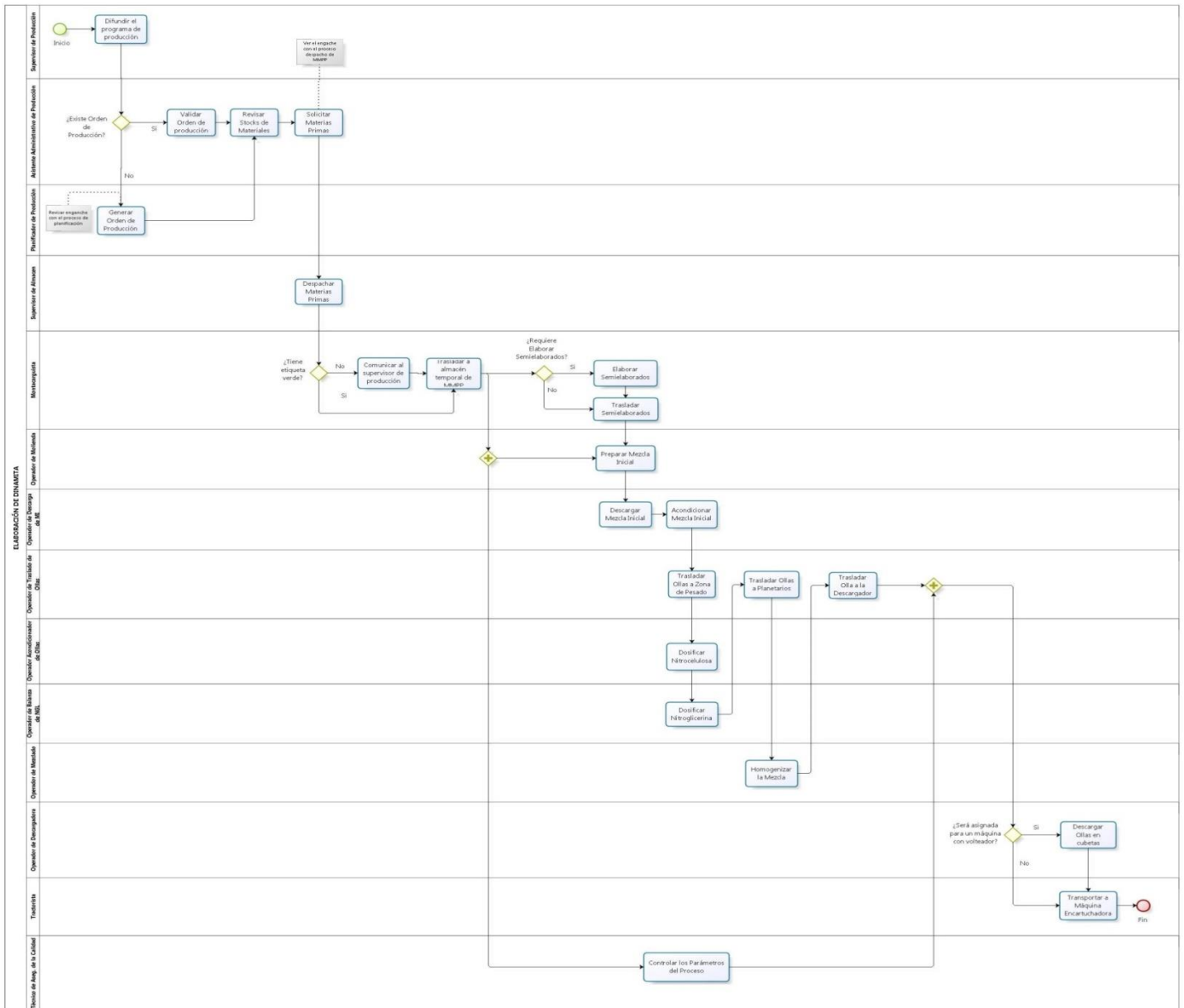


Figura 14 Diagrama de proceso propuesto 2016

Elaboración: propia

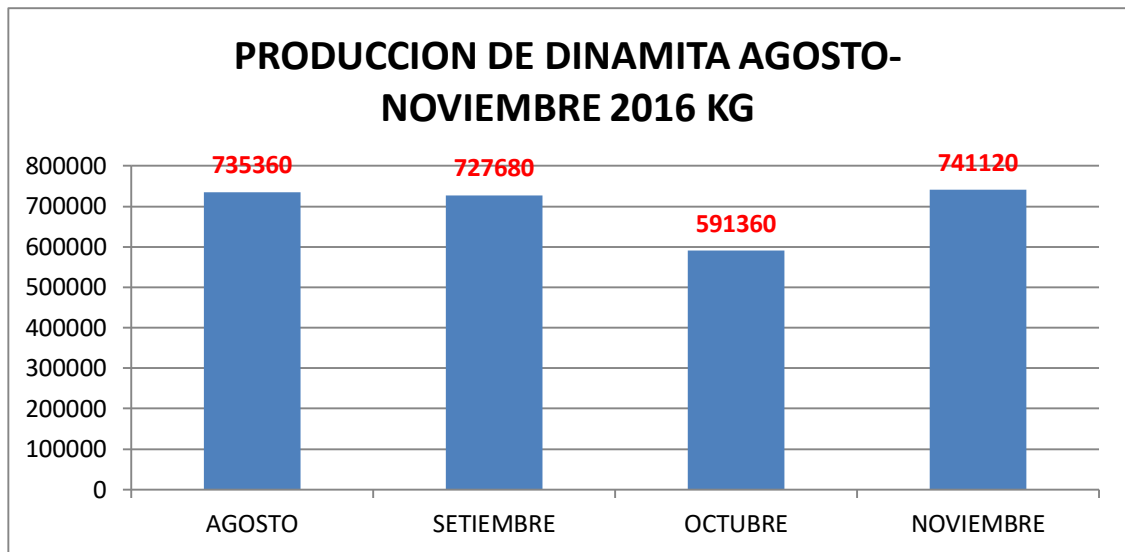


Figura 15 Producción agosto-noviembre 2016

Elaboración: propia

Se puede visualizar la producción del periodo agosto-noviembre 2016 registrando un incremento del volumen de dinamita.

3.3.2. Aplicación del O.E.E

El OEE es la Eficiencia Global de los medios de producción, se aplica a la operación de descarga de Nitroglicerina que juega un rol importante en la producción de elaboración de la dinamitas, es en este punto que se realizara el análisis y evaluación de la medición de esta herramienta con la finalidad de incrementar su eficiencia e identificar las posibles variables que la afectan obteniendo una calificación inaceptable.

FORMULA	N°CAJAS	LINEA	MEZCLADORES	
			# Planetarios	
5300	300		4	
5400	300			
6200	250			
7000	180	Ollas trasladadas en Montacarga		
7000	0			
7000	0			

Figura 16 OEE Aplicado 1

Elaboración: propia

FECHA	DIA	SEMANA	MES	AÑO			
18/10/2016	mar	43	Oct	2016			
TIEMPO TOTAL	Paradas Programadas	Averías	Restricción De Flujo	Causa Externa	Paradas Menores	Limpieza	Producción conforme
605	115	0	50		80	30	160
PRODUCCION		Cantidad	Unidad	OEE			
Prod. Nautas L1		14	nautas	55.15%			
Prod. Nautas L2		16	nautas	57.90%			
Prod. Descarga Mezcla Inicial		160	ollas	82.42%			
Prod. Pesado de NGL		160	ollas	57%			
Prod. Mezcladores		160	ollas	80%			
Prod. Descarga Mezcla Explosiva		160	ollas	90.57%			

Figura 17 OEE Aplicado 2

Elaboración: propia

Se muestra la nueva aplicación para el cálculo del OEE estableciendo la cantidad de mezcladores que se utilizaran, ya que depende de esta etapa la eficiencia de la balanza de NGL y obteniendo los siguientes resultados (Figura 22).

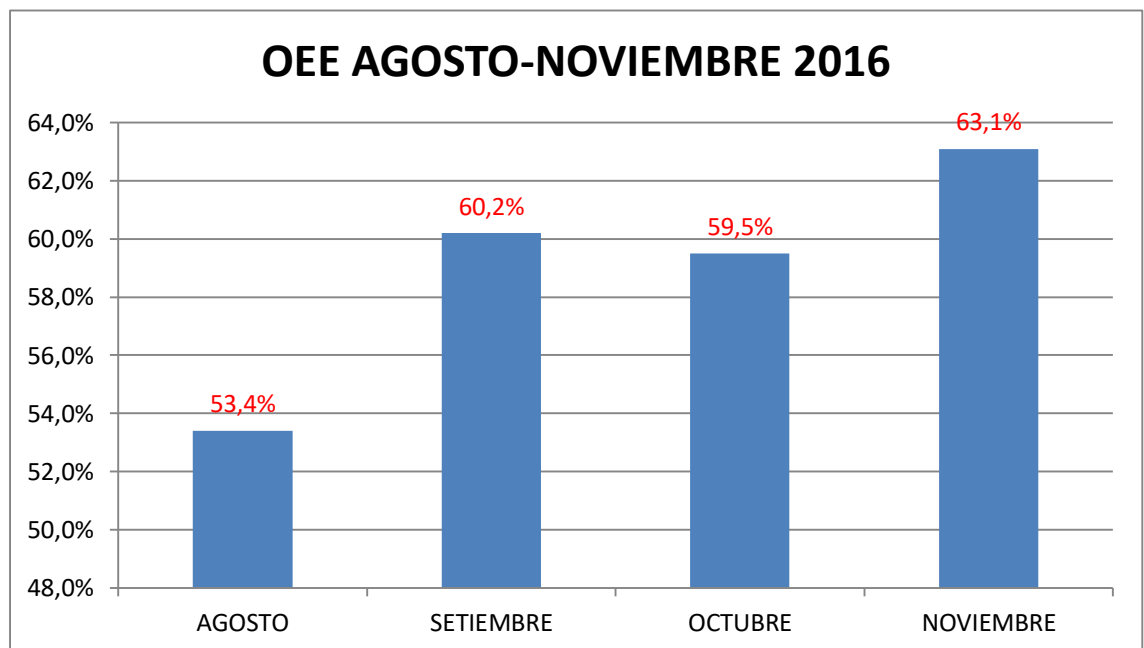


Figura 18 OEE Aplicado

Elaboración: propia

3.3.3. Aplicación de 5s

Con esta aplicación se establece el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo de los operadores de molienda al momento de realizar sus actividades para la elaboración de la dinamita, todo esto en busca de una mejor organización del área y seguridad en sus operaciones, para ello se desarrolla las 5s (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina) asimismo minimizar la reducción de mermas generada en el proceso de elaboración de dinamita.

Se inició con la clasificación de lo necesario y lo innecesario que existía en el área de molienda, se realizó el orden de los materiales y accesorios, luego se limpia los ambientes, se compromete al personal para mantener el estándar alcanzado y la disciplina para mantener el orden y la limpieza y lograr que esta herramienta sea sostenible en el tiempo.



Figura 19 Almacén de agregados

Fuente: Registro Exsa



Figura 20 Aplicación de 5s 1

Fuente: Registro Exsa.

La capacitación del personal fue fundamental para la aplicación de las 5s, logrando alcanzar la reducción de mermas en la elaboración de dinamita a partir del mes de agosto fecha que se dio inicio a la aplicación de esta herramienta.

3.3.4. Aplicación del mapa de flujo Valor (VSM)

Esta técnica gráfica nos permite visualizar todo el proceso, permite detallar y entender eficazmente el flujo tanto de información como de materiales necesarios que se utilizan para que un producto o servicio llegue al cliente cumpliendo las especificaciones requeridas, con esta técnica se pueden identificar las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente de ser necesario evaluarlo y retirarlo.

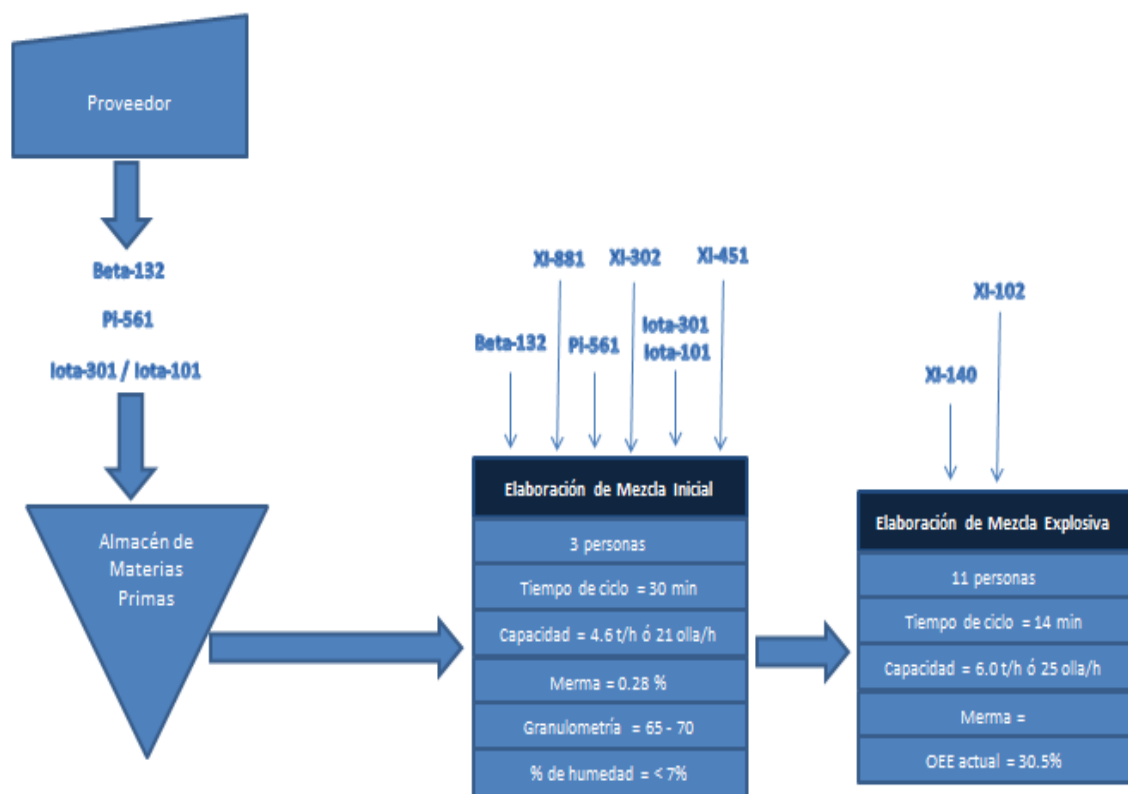


Figura 21 VSM Actual

Elaboración: propia

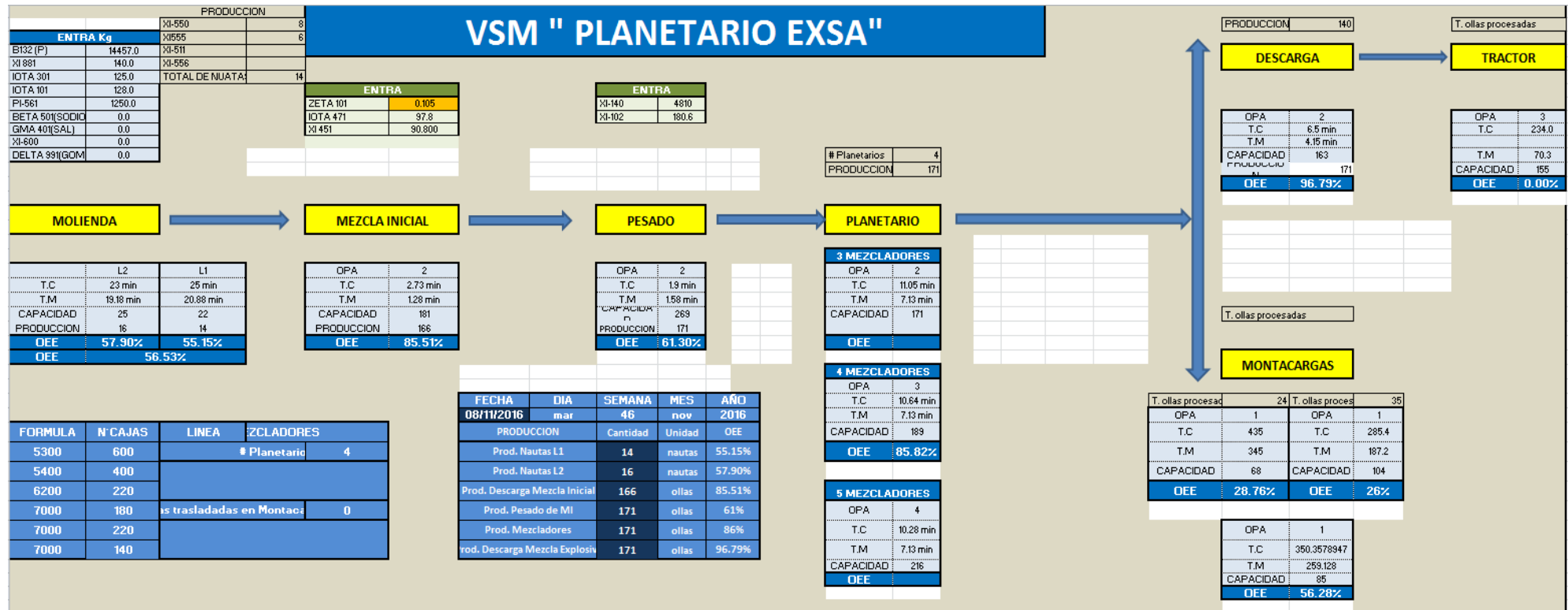


Figura 22 VSM propuesto

Elaboración: propia

3.3.5. Aplicación del Just in time (JIT)

El JIT nos permite optimizar nuestros recursos tanto de entrada como de salida, es proporcionar al cliente interno los componentes en cantidades necesarias, en tiempo necesario evitando generar costos adicionales por inventarios, sobreproducción, horas hombres y otros.

Se realizó un balance de producción de tal forma que las operaciones inmersas en la elaboración de dinamita fluyan eficientemente sin generar cuellos de botella que afecten los objetivos trazados y minimizar las paradas en máquinas encartuchadoras por falta de dinamita.

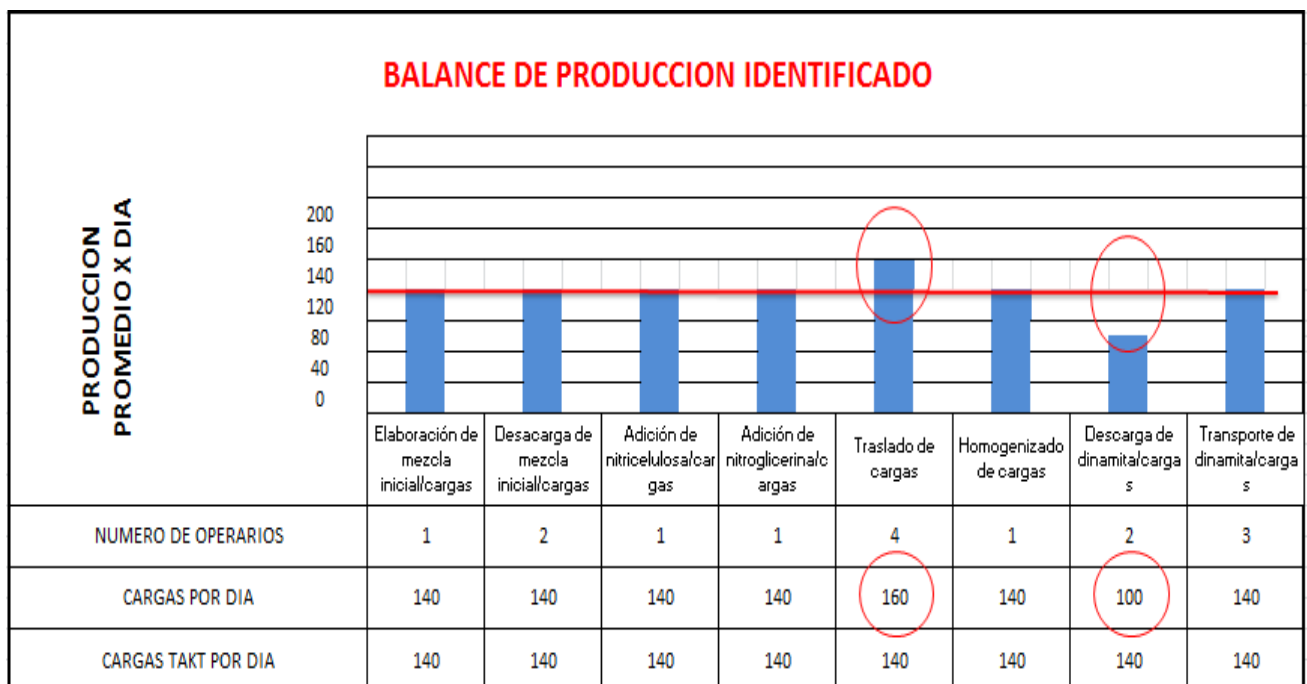


Figura 23 Balance de producción identificado

Elaboración: propia

Como se aprecia en la figura 23, existe un desbalance de números de operadores que afectan el eficiente flujo de cargas de dinamita, generando cuello de botella.

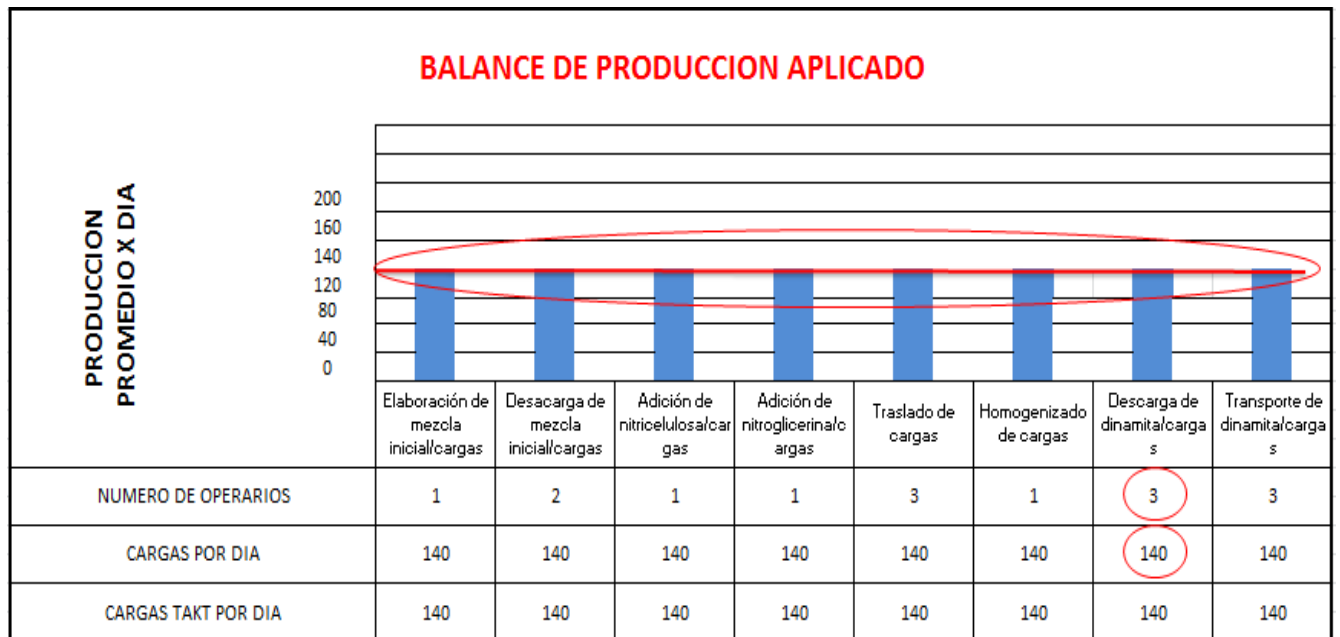


Figura 24 Balance de producción aplicado

Elaboración: propia

Realizado el balance de producción en el proceso de dinamita, se registró un incremento en la producción, logrando reducir el cuello de botella en la zona de descarga, ya que el número de personal que realiza esta operación no estaba balanceado de acuerdo a la cantidad de cargas producidas por día.

Asimismo se programó realizar traslapes con la finalidad de optimizar el tiempo de las paradas programadas establecidas por la empresa, así lograr que el producto este en el momento indicado y en la cantidad indicada sin necesidad de asignar mayor recurso para la ejecución del traslape, se reducirá al 50% de los recursos existentes en el proceso de elaboración de dinamita (dos equipos) con la finalidad de optimizar las paradas programadas y obtener resultados resaltantes.

El traslape consiste continuar las operaciones en forma continua sin necesidad de realizar paradas de refrigerio de 12:00 hrs. a 14:00.

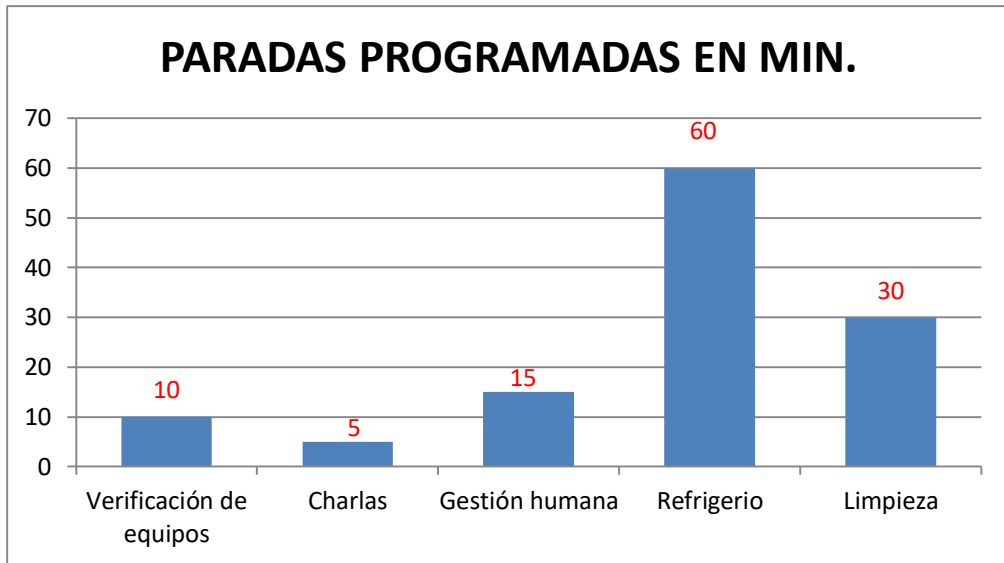


Figura 25 Paradas programadas en min.

Elaboración: propia

El traslape elimina las pérdidas de velocidad que se registra al tener que detener las operaciones y reanudar las mismas posterior al tiempo de parada establecida para el refrigerio.

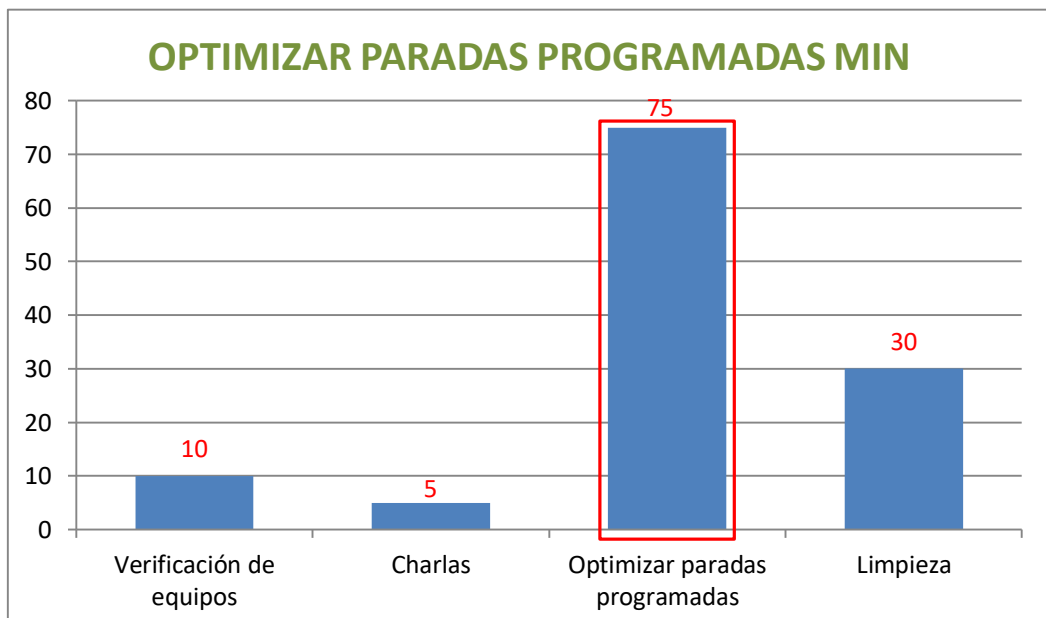


Figura 26 Optimizar paradas programadas min.

Elaboración: propia

Se presenta la distribución de personal con la finalidad de obtener la mayor eficiencia optimizando las paradas programadas.

DISTRIBUCION DE PERSONAL		PARADA PROGRAMADA DE 12:00 A 13:00
COLABORADOR	LABOR	
OPA 1	MOLIENDA 1	PRODUCCION DE 13:00 A 14:00 20 CARGAS DE 240 KG 4800 KG
OPA 2	MOLIENDA 2	
OPA 3	TAMIZ 1	
OPA 4	TAMIZ 2	
OPA 5	TRASLADO 1	
OPA 6	ACONDICIONADO	
OPA 7	BALANZA NGL	
OPA 8	CONTROL DE MEZCLADO	
OPA 9	TRASLADO 2	
OPA 10	TRASLADO 3	
OPA 11	TRASLADO 4	
OPA 12	TRASLADO 5	
OPA 13	DESCARGADOR 1	
OPA 14	DESCARGADOR 2	
OPA 15	DESCARGADOR 3	
OPA 16	DESCARGADOR 4	
MEZCLADORES UTILIZADOS 5		SE REGISTRA 10' DE PERDIDA DE VELOCIDAD DE 11:50 A 12:00
TIEMPO POR CICLO 11'		SE REGISTRA 10' DE PERDIDA DE VELOCIDAD DE 13:00 A 13:10
		TOTAL DE PERDIDA DE VELOCIDAD 20'

Figura 27 producción normal

Elaboración: propia

TRASLAPE DE 12:00 A 14:00			PRODUCCION DE 12:00 A 14:00	
COLABORADOR	LABOR	COLABORADOR		
OPA 1	MOLIENDA	OPA 2	33 CARGAS DE 240 KG 7920 KG	
OPA 3	TAMIZ	OPA 4		
OPA 7	BALANZA NGL	OPA 6		
OPA 9	CONTROL DE MEZCLADO	OPA 8		
OPA 5	TRASLADO	OPA 11		
OPA 10	TRASLADO	OPA 12		
OPA 13	DESCARGADORA	OPA 15		
OPA 14	DESCARGADORA	OPA 16		
MEZCLADORES UTILIZADOS 3				APROVECHAMIENTO DE PARA PROGRAMADA
TIEMPO POR CICLO 10'				INCREMENTO DEL 65 % POR OPTIMIZACION DE RECURSOS
				PRODUCCION X DIA 160 CARGAS INCREMENTO X DIA 13 CARGAS
				INCREMENTO DEL 8 % EN PRODUCCION X DIA
EL OBJETIVO PRINCIPAL ES ELIMINAR LAS PERDIDAS DE VELOCIDAD, OPTIMIZACION DE RECURSOS Y EFICIENCIA EN LA PRODUCCION				

Figura 28 Producción realizando traslape

Elaboración: propia

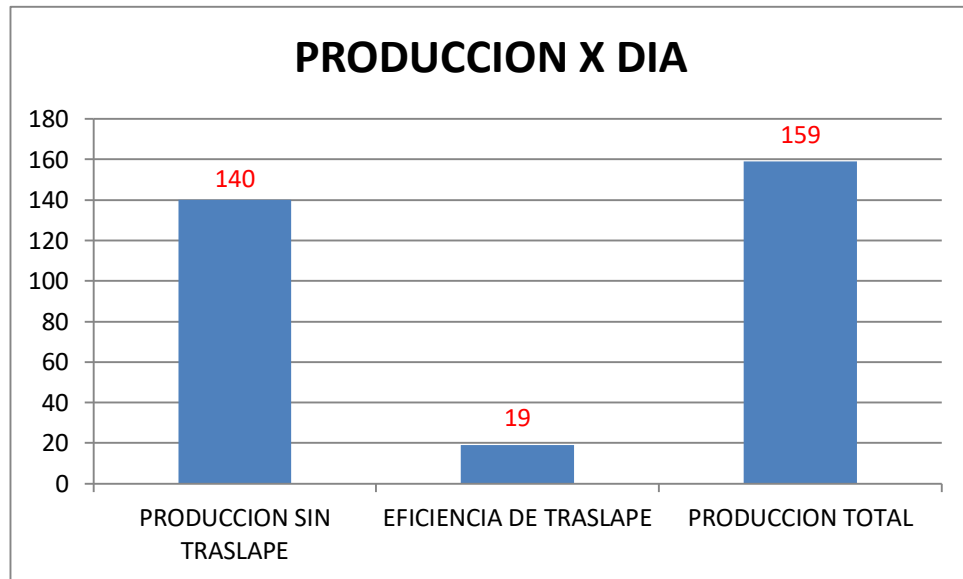


Figura 29 Producción x día

Elaboración: propia

Se presenta los resultados obtenidos con la realización del traslape.

Se puede visualizar una eficiencia con la optimización de las paradas programadas, ya que incrementa la producción y reduce las paradas de máquinas encartuchadoras, este incremento representa aproximadamente 4 560 kg de dinamita.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultado de la aplicación de Estandarización de procesos

Mediante la aplicación de la estandarización de procesos se pudo obtener una mayor eficiencia en los volúmenes de producción, los colaboradores lograron estar más alineados al modo de realizar las operaciones de una manera segura y eficiente.

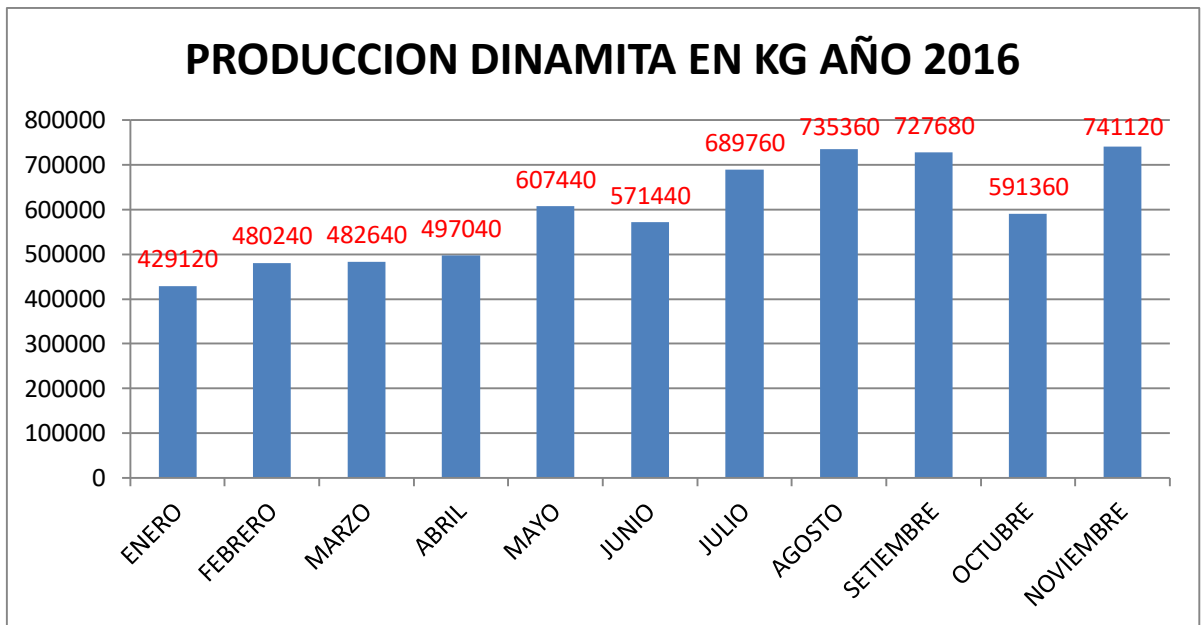


Figura 30 Producción de dinamita 2016

Elaboración: propia

4.1.2. Resultado de la aplicación del O.E.E

Se puede apreciar en la figura 31 el cálculo del OEE del año 2016 logrando un incremento a partir del nuevo cálculo realizado desde el mes de agosto, se realizó la modificación de la estructura anterior basado en la cantidad de mezcladores que se utilizan en el día, ya que se cuenta cinco equipos de mezclado y debido a la demanda se establece la cantidad de mezcladores que se utilizaran para la ejecución de las operaciones.

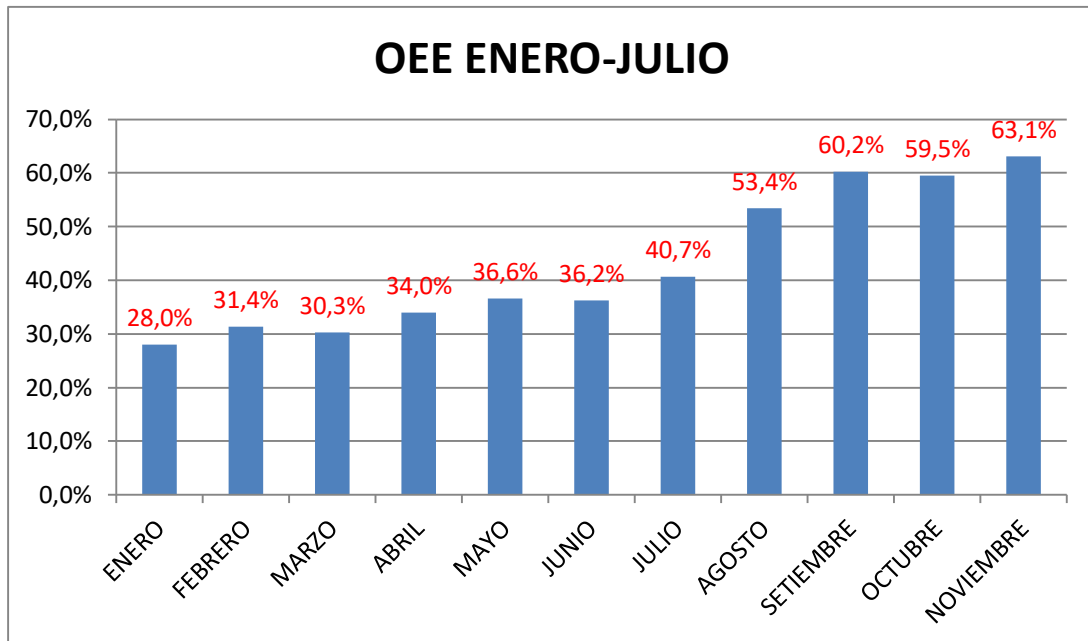


Figura 31 Producción de dinamita 2016

Elaboración: propia

Asimismo después del análisis se determina que aun habiendo registrado un incremento continuo dentro de la calificación inaceptable, considerando que el cálculo aceptable es un OEE de 65%.

4.1.3. Resultado de la aplicación de 5s

Se alcanzó el objetivo de minimizar la generación de mermas de dinamita a partir del mes de agosto cuando se dio inicio de la aplicación, se mejoró la limpieza de los equipos que acumulaba residuos de dinamita entre sus brazos lo que originaba el derrame en el ambiente

Asimismo hay que considerar que su eliminación como merma es más tediosa por ser un producto peligroso por sus componentes que contiene.

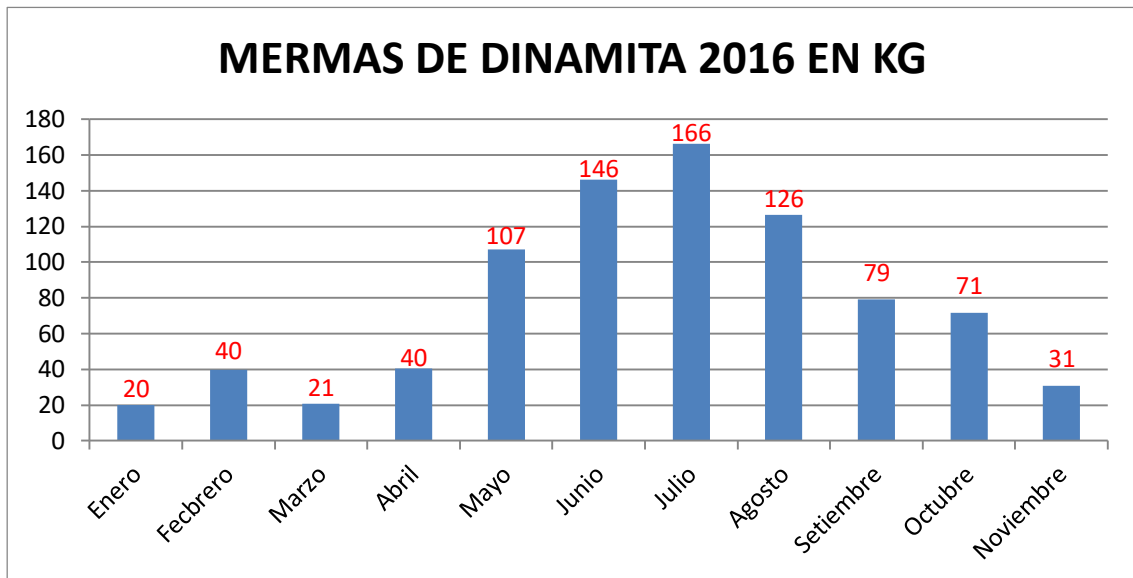


Figura 32 Mermas de dinamita 2016

Elaboración: propia

4.1.4. Resultado de la aplicación del Just in time (JIT)

Se obtuvo un incremento en la producción, ya que se planifico de una forma más eficiente optimizando los recursos en el momento indicado con las cantidades adecuadas, así minimizamos las paradas de las máquinas encartadoras con una mejor atención a sus necesidades.

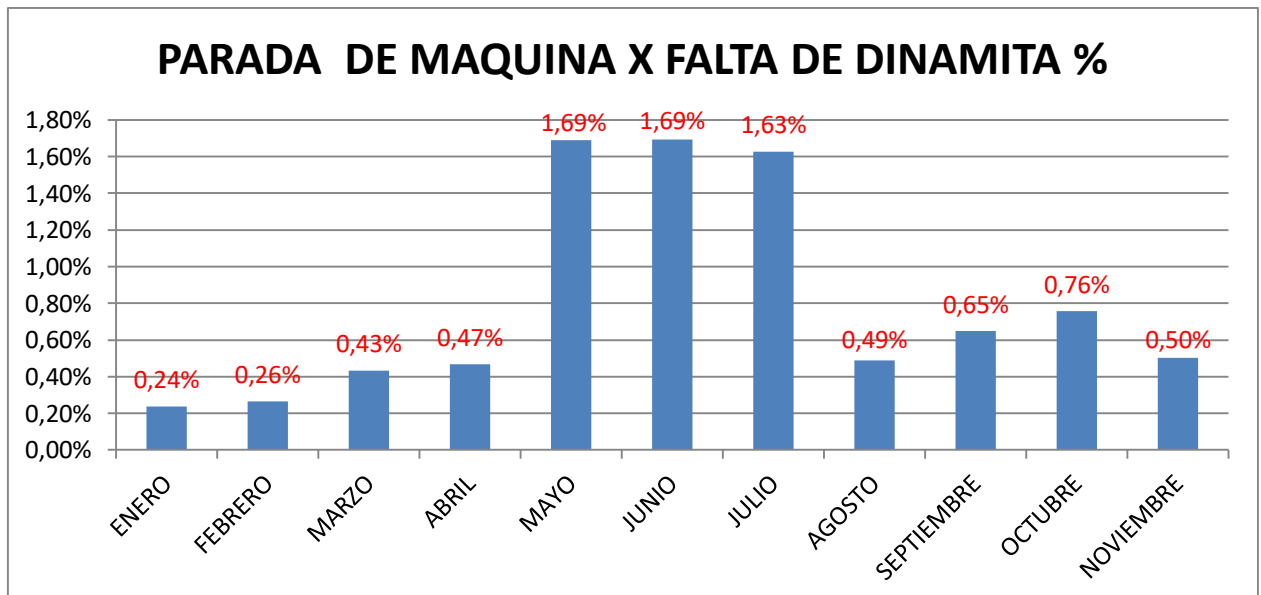


Figura 33 Paradas de maquina por dinamita

Elaboración: propia

El propósito es hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor y que los problemas se puedan visualizar. La eliminación de las interrupciones y lograr que el flujo de la cadena no tenga interrupciones nos beneficiara a lograr las metas trazadas.

4.2. CONCLUSIONES

A lo largo de este proyecto se pudo trabajar en una empresa real, donde se identificaron muchas oportunidades de mejora; mediante un diagnóstico de condiciones necesarias para aplicar las herramientas de Lean Manufacturing.

Se pudo determinar que con la aplicación de la estandarización de procesos obtuvimos un impacto positivo en un incremento en la producción de dinamita, puesto que nuestra producción desde enero a julio del 2016 en promedio de volumen fue de 525,040 kg de dinamita producida y a partir de agosto a noviembre del 2016 que se aplicó la estandarización de procesos fue de 698,880 kg producidos; demostrando un incremento de 174,840 kg.

Después del análisis se determina que aun habiendo registrado un incremento en la producción de dinamita permanece dentro de la calificación inaceptable, considerando que el cálculo aceptable es un OEE de 65% (Figura 5).

Mediante la implementación de las 5s se determina una reducción de mermas de 76kg en promedio de los meses de agosto a noviembre del 2016, optimizando la limpieza de los equipos.

Al realizar la aplicación del Just Time, se obtiene un incremento en la producción, logrando reducir el cuello de botella en la zona de descarga, ya que el número de personal que realiza esta operación no estaba balanceado de acuerdo a la cantidad de cargas producidas por día. Asimismo se programó realizar traslapes en el proceso de la elaboración de dinamita con la finalidad de optimizar el tiempo de las paradas programadas establecidas por la empresa, así aumentar la producción en 4 560 kg de dinamita diario y reducir las paradas de las maquinas encartuchadoras.

4.3. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la implementación de las 5's para poder lograr un cambio definitivo y sostenible en el área de molienda. Para esta recomendación es importante que se asigne a una persona responsable (coordinador) para que realice el control y el seguimiento de las mejoras para llevar un registro de estas actividades, para futuras implementaciones.

Se recomienda con la implementación de 5's en el área de molienda, expandirla a otras áreas, como en las maquinas encartuchadoras mediante un trabajo planificado.

Se recomienda la capacitación constante concerniente a la filosofía lean para con el personal, de esta manera ayudará a que cuando se presente algunos problemas estos puedan ser detectados a tiempo y así poder aplicar los correctivos respectivos.

Se debe involucrar a los operarios en cuanto a la toma de decisiones a nivel operativo. Se sugiere abrir un espacio formal con los empleados de planta y gerencia, para que estos puedan realizar sugerencias a sienta participación en la organización de la empresa.

REFERENCIAS

- Casimilas, C. L., & Poveda, R. A. (2012). *Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (overall effectiveness equipment) en la línea tubería en corpacero s.a., Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*. Bogota.
- EXSA. (2009). *Manual de Voladura*. Trujillo.
- Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing*. Madrid: Fundacion EOI.
- Jara, M. A. (2000). *Caracterizacion del poder de iniciacion de multiplicadores, Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral*. Guayaquil.
- Liker, J., & Meier, D. (2004). *El modelo Toyota*. New York: Mc Graw Hill.
- Mendoza, E. O. (2013). *Justo a Tiempo como herramienta para mejorar el servicio al cliente en empresas comercializadoras de equipo de computo, Universidad Rafael Landivar*. Quetzaltenango.
- Palomino Espinoza, M. A. (2012). *Aplicacion de herramientas de Lean Manufacturing en las lineas de envasado de una planta envasadora de lubricantes, tesis de grado, Universidad Pontifica del Peru*. Lima, Peru.
- Villaseñor, A. (2007). *Guia Basica Manual de Lean Manufacturing*. Mexico: Limusa.
- Womack, J., & Jones, D. (2005). *Lean Thinking: como utilizar el pensamiento Lean para eliminar despilfarros y crear valor en la empresa*. Barcelona: Gestion 2000.
- womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: Story of lean production*. New york: Rawson Associates.

ANEXOS

Anexo n.º 1. Aplicación de las 5 S

Antes y después

