



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA**

FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE
POSGRADO**

**“IMPACTO EN INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD
OEE EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN”**

DIRECTOR:

M.A María del Rosario Moncada García

TESIS

**Para Obtener el Grado de
Maestro en Administración.**

PRESENTA:

Beatriz García Malo López

Puebla, Pue. Marzo 2016

Dr. Jacinto García Flores
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Contaduría Pública
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e

Por este conducto la que suscribe en mi calidad de **Directora** de la tesis denominada: **"IMPACTO EN INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD OEE EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN"**, elaborada por la alumna de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN** de nombre:

BEATRIZ GARCÍA MALO LÓPEZ

Informo a Usted que a mi juicio el citado trabajo cumple con los requisitos técnicos y metodológicos necesarios, por lo que no tengo inconveniente en liberarlo para que se continúe con los trámites de titulación que procedan.

Agradezco de antemano la atención prestada a la presente.

Sin otro particular, quedo de Usted.

H. Puebla de Z., a 14 de Abril de 2016

Atentamente



M.A. María del Rosario Moncada García.



Dr. Jacinto García Flores

Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado

Facultad de Contaduría Pública

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Presente

Por este conducto la que suscribe en mi calidad de **Asesora Metodológica** de la tesis denominada: **"IMPACTO EN INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD OEE EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN"**, elaborada por la alumna de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN** de nombre:

BEATRIZ GARCÍA MALO LÓPEZ

Informo a Usted que a mi juicio el citado trabajo cumple con los requisitos técnicos y metodológicos necesarios, por lo que no tengo inconveniente en liberarlo para que se continúe con los trámites de titulación que procedan.

Agradezco de antemano la atención prestada a la presente.

Sin otro particular, quedo de Usted.

H. Puebla de Z., a 14 de Abril de 2016

Atentamente

Dra. María Antonieta Monserrat Vera Muñoz.



Dr. Jacinto García Flores
Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Contaduría Pública
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
P r e s e n t e

Por este conducto el que suscribe en mi calidad de **Asesor Temático** de la tesis denominada: **"IMPACTO EN INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD OEE EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN"**, elaborada por la alumna de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN** de nombre:

BEATRIZ GARCÍA MALO LÓPEZ


Informo a Usted que a mi juicio el citado trabajo cumple con los requisitos técnicos y metodológicos necesarios, por lo que no tengo inconveniente en liberarlo para que se continúe con los trámites de titulación que procedan.

Agradezco de antemano la atención prestada a la presente.

Sin otro particular, quedo de Usted.

H. Puebla de Z., a 14 de Abril de 2016

Atentamente


Dr. José Gerardo Serafín Vera Muñoz



Dr. Jacinto García Flores

Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado

Facultad de Contaduría Pública

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Presente

Por este conducto la que suscribe en mi calidad de **Lectora** de la tesis denominada: **"IMPACTO EN INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD OEE EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN"**, elaborada por la alumna de la **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN** de nombre:

BEATRIZ GARCÍA MALO LÓPEZ

Informo a Usted que a mi juicio el citado trabajo cumple con los requisitos técnicos y metodológicos necesarios, por lo que no tengo inconveniente en liberarlo para que se continúe con los trámites de titulación que procedan.

Agradezco de antemano la atención prestada a la presente.

Sin otro particular, quedo de Usted.

H. Puebla de Z., a 14 de Abril de 2016

Atentamente



Dra. Rafaela Martínez Méndez.





BUAP

Oficio No. FCP-SIEP/038/16
Asunto: Digitalización de Tesis

C. BEATRIZ GARCÍA MALO LÓPEZ

PRESENTE

Por medio del presente tengo a bien comunicarle que se autoriza la digitalización en formato PDF, de la tesis denominada **“IMPACTO EN INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD OEE EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN”**, a fin de sustentar el examen profesional para obtener el grado de **MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN**.

Sin más por el momento, quedo de ustedes.

ATENTAMENTE

“Pensar Bien, Para Vivir Mejor”

H. Puebla de Z., 16 de abril de 2016

DR. JACINTO GARCÍA FLORES

Secretario de Investigación y Estudios de Posgrado.



60
AÑOS DE
AUTONOMÍA
UNIVERSITARIA

<i>Resumen</i>	<i>V-vii</i>
<i>Abstract</i>	<i>V-x</i>
I. INTRODUCCIÓN	<i>i</i>
II. PROBLEMA	<i>iv</i>
III. JUSTIFICACIÓN	<i>v</i>
IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	<i>vi</i>
Objetivo General	<i>vi</i>
Objetivos Específicos	<i>vi</i>
V. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	<i>vii</i>
VI. HIPÓTESIS	<i>vii</i>
VII. VARIABLES	<i>viii</i>
Variable independiente:.....	<i>viii</i>
Variable Dependiente	<i>viii</i>
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO	<i>viii</i>
Método	<i>viii</i>
Enfoque.....	<i>viii</i>
Tipo de Investigación.....	<i>ix</i>
IX. ALCANCES Y LIMITACIONES	<i>x</i>
 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN AL IMPACTO DE INDICADORES EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN.	
1.1. Introducción a Indicadores de Efectividad y Eficiencia en Empresa de Producción.	1
1.2. Tipología de los Indicadores.....	4
1.3. El OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	5

1.4.	Sistemas Productivos	7
1.5.	Sistemas de Medición	8
Capítulo II. INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD		10
2.1.	Efectividad	10
2.2.	Eficiencia	11
2.3.	Relación de Eficiencia y Efectividad	13
2.4.	Incremento en el Indicador de Efectividad y Eficiencia	14
2.5.	Descripción de los Parámetros para el Cálculo del OEE.....	16
2.6.	Cálculo del OEE	22
2.7.	Clasificación del OEE	23
Capítulo III. PROCESO DE PRODUCCIÓN SOMETIDO A OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS.		25
3.1.	Eficiencia en el Proceso de Producción Actual	25
3.2.	Disponibilidad.....	27
3.3.	Calidad	42
3.4.	Detección de las Seis Grandes Pérdidas Detectadas en el Proceso de Producción Actual.	44
Capítulo IV. APLICACIÓN E IMPACTO DE INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Cañuelas Jetta A4		50
4.1.	Aplicación de Medidas para Aumento en Indicadores de OEE en las Estaciones de Producción. 51	
CAPÍTULO II.		51
4.2.	Análisis del Impacto de los Resultados en el Indicador OEE	59
4.3.	Análisis del los Resultados en el Proceso de Producción Después de la Intervención	72

4.4. Análisis del Impacto Económico por Baja Eficiencia y Efectividad en el Proceso de Producción 81

<i>Conclusiones</i>	90
<i>Recomendaciones</i>	95
<i>Bibliografía</i>	96
<i>Anexos</i>	98

<i>Ilustración 1</i>	<i>Pieza de cañuela Jetta A4 después Primera estación</i>	29
<i>Ilustración 2</i>	<i>Entrada Poka Yoke de la Primera Estación</i>	29
<i>Ilustración 3</i>	<i>Primera</i>	30
<i>Ilustración 5</i>	<i>Primera Estación (Pieza al Final de la Serie de Cuchillas)</i>	31
<i>Ilustración 4</i>	<i>Primera Estación (Tope Activador de Cuchillas)</i>	31
<i>Ilustración 6</i>	<i>Primera Estación (Sistema de Activación de la Serie de Cuchillas)</i>	31
<i>Ilustración 7</i>	<i>Entrada Poka Yoke de Segunda Estación</i>	32
<i>Ilustración 8</i>	<i>Segunda Estación con Entrada Poka Yoke</i>	32
<i>Ilustración 9</i>	<i>Pieza de cañuela Jetta A4 Después Segunda Estación</i>	33
<i>Ilustración 10</i>	<i>Tercera Estación (Base Origen y Clamps)</i>	34
<i>Ilustración 11</i>	<i>Pieza en Base Origen de Tercera Estación</i>	34
<i>Ilustración 12</i>	<i>Pieza con los Clamps Accionados</i>	35
<i>Ilustración 13</i>	<i>Botonera a Dos Manos de Tercera Estación</i>	35
<i>Ilustración 14</i>	<i>Tercera etapa (tope de cuchillas)</i>	36
<i>Ilustración 15</i>	<i>Empaque de Producto Terminado Cañuela Jetta A4</i>	37
<i>Ilustración 16</i>	<i>Tercera Estación (Desmontaje de Cuchillas)</i>	40
<i>Ilustración 17</i>	<i>Tercera Etapa (Cuchillas)</i>	41
<i>Ilustración 18</i>	<i>Tope Primera estación antes y después</i>	52
<i>Ilustración 19</i>	<i>Bloques de identificación para cambio de versión en primera estación</i>	53
<i>Ilustración 20</i>	<i>Tope segunda estación después</i>	54
<i>Ilustración 21</i>	<i>Tercera estación tope antes y después</i>	56
<i>Ilustración 22</i>	<i>Tercera estación antes de identificación por colores</i>	57
<i>Ilustración 23</i>	<i>Tercera estación después de la identificación por colores</i>	58
<i>Ilustración 24</i>	<i>Tercera estación con identificación por colores en topes</i>	58
<i>Tabla 1</i>	<i>Cálculo del OEE</i>	22
<i>Tabla 2</i>	<i>Clasificación del OEE</i>	24
<i>Tabla 3</i>	<i>Costos de Producción Cañuelas Jetta A4</i>	26
<i>Ecuación 1</i>	<i>Cálculo del OEE</i>	17
<i>Ecuación 2</i>	<i>Cálculo de Disponibilidad</i>	18
<i>Ecuación 3</i>	<i>Cálculo de TPO</i>	18
<i>Ecuación 4</i>	<i>Cálculo de TO</i>	18
<i>Ecuación 5</i>	<i>Ecuación de Eficiencia (1)</i>	20

<i>Ecuación 6 Ecuación de Eficiencia con capacidad nominal</i>	20
<i>Ecuación 7 Ecuación Eficiencia (2)</i>	20
<i>Ecuación 8 Ecuación de Calidad</i>	21
<i>Ecuación 9 Disponibilidad</i>	22
<i>Ecuación 10 Eficiencia</i>	22
<i>Ecuación 11 Calidad</i>	23
<i>Ecuación 12 OEE</i>	23
<i>Ecuación 13 Cálculo de eficiencia proceso antes de intervención</i>	60
<i>Ecuación 14 Cálculo de eficiencia proceso después de intervención</i>	61
<i>Ecuación 15 Cálculo de disponibilidad proceso antes de intervención mínimo de avería</i>	63
<i>Ecuación 16 Cálculo de disponibilidad proceso antes de intervención máximo de avería</i>	64
<i>Ecuación 17 Cálculo de disponibilidad proceso después de intervención</i>	65
<i>Ecuación 18 Cálculo de calidad del proceso antes de intervención</i>	66
<i>Ecuación 19 Cálculo de calidad del proceso después de intervención</i>	67
<i>Ecuación 20 Ecuación 20 Ecuación de OEE desglosada</i>	68

RESUMEN

La observación de un proceso de producción con un correcto análisis lleva a encontrar pequeños cuellos de botella en los cuales se presentan fluctuaciones en la calidad del producto generando un impacto en costos y productividad del proceso, incluyendo el impacto en la disponibilidad con la que cuenta el proceso y la eficiencia con la que llegamos a lograr el objetivo de producción. A lo largo del trabajo se enfocara a la importancia de los indicadores en un proceso de producción con un impacto en la eficiencia y efectividad del proceso.

Enfocados en el indicador que se engloba no solo el afecto de la eficiencia, si no la relación que involucra el cálculo del indicador, como es la calidad y disponibilidad.

El OEE es un indicador que cuenta con una interrelación entre tres conceptos que impactan directamente en el resultado, que reflejará la realidad de cómo es el proceso productivo.

Cuando se lleva a cabo el cálculo, al verse involucrados tres conceptos, acompañado con la observación y análisis se logra generar una toma de decisiones para intervenir y generar un impacto. Dependiendo de las decisiones tomadas en el proceso de producción será el impacto e importancia en el cálculo del indicador.

Además de generar una amplia explicación de que es efectividad y eficiencia, sus diferencias y relación en un proceso de producción. Siempre realizando el análisis de costos para generar un impacto importante en el proceso

en el cual se desea intervenir. Para cumplir con los objetivos de manera no solo eficiente si no de manera eficaz, con todo lo que involucra el hacerlo.

El trabajo se enfocará en el hecho de realizar la observación de un proceso de producción para llevar a cabo un análisis, el cual conlleva a detectar cuellos de botella y deficiencia en el proceso, el cual al realizar el cálculo del indicador de eficiencia y efectividad, el indicador OEE, se detecte en cuál de los parámetros que se ven involucrados en el cálculo del indicador, es o son las áreas de oportunidad para intervenirlas y aumentar el indicador de eficiencia y efectividad en el proceso de producción. Para generar un impacto importante en la efectividad y costo del proceso de producción.

Se ha seleccionado el proceso de producción de cañuelas Jetta A4, para su intervención en el cual se demostrara como se detectan cada uno de los parámetros que involucra el cálculo del indicador en el proceso.

El proceso de producción se conforma de tres estaciones las cuales son observadas, analizadas y detalladas en el desarrollo del trabajo, con la información obtenida bajo la observación del proceso, el cual posteriormente se somete a un análisis, lleva a la detección de áreas de oportunidad para generar una intervención dando como resultado un impacto en los indicadores en cuestión, para realizar una comparativa entre lo que se tenía antes y después de la intervención, con una mejora en la efectividad, utilizando y administrando correctamente los recursos generando una reducción de costos y aumento en el porcentaje del indicador OEE para convertir el proceso actual en un proceso World class. Esta clasificación derivado al desarrollo de la clasificación del OEE en se detalla en el desarrollo de la investigación.

En conjunto con la descripción de las seis grandes pérdidas que se tiene en un proceso de producción. Y como es que se detectaron en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4, y como es que se irán eliminando con la intervención realizada en el proceso.

PALABRAS CLAVE: indicadores en un proceso de producción, reducción de costos, eficiencia y efectividad.

ABSTRACT

The observation of a production process with a correct analysis leads to find small bottlenecks which fluctuations occur in product quality making an impact on costs and productivity of the process, including the impact on availability with the counting process and efficiency with which we achieve the production target. Throughout the work will focus on the importance of indicators in a production process with an impact on the efficiency and effectiveness of the process.

Focusing on the indicator that the affection of efficiency encompasses not only, if not the relationship that involves calculating the indicator, as is the quality and availability.

The OEE is an indicator that has a relationship between three concepts that directly impact the result, which reflect the reality of how the production process.

When carrying out the calculation, three concepts to be involved, together with the observation and analysis is achieved by generating a decision to intervene and have an impact. Depending on the decisions made in the production process the impact and importance in calculating the indicator.

In addition to generating a comprehensive explanation of which is effectiveness and efficiency, their differences and relationship in a production process. Always performing cost analysis to generate a significant impact on the process in which it is desired to intervene. To meet the objectives so not only efficient if not effectively, with all that involves doing.

The work will focus on the fact of making the observation of a production process to carry out an analysis, which leads to detect bottlenecks and deficiencies in the process, which when calculating the indicator of efficiency and effectiveness, the OEE indicator is detected which of the parameters that are involved in calculating the indicator, is or are the areas of opportunity to intervene them and increase the indicator of efficiency and effectiveness in the production process. To generate a significant impact on the effectiveness and cost of the production process.

It is selected cañuelas production process Jetta A4, for his speech in which were shown as they are detected each of the parameters involves calculating the indicator in the process.

The production process is made up of three stations which are observed, analyzed and detailed development work with the information obtained under the observation of the process, which subsequently an analysis is submitted, it leads to detection of areas of opportunity to generate an intervention resulting impact indicators in question to make a comparison between what it was before and after the intervention, an improvement in effectiveness, using and managing correctly resources generating a cost reduction and increase in the percentage of OEE indicator to convert the current process in a process World class. This referred to the development of OEE in classification detailed in research development.

In conjunction with the description of the six big losses you have in a production process. And as they were detected in the production process cañuelas Jetta A4, and how we will be eliminated with the intervention in the process.

KEYWORDS: indicators in the process of production, cost reduction, efficiency and effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se tiene un proceso de producción establecido o puesto en marcha, es importante tener en cuenta que se debe contar con una visión amplia y analítica para cumplir con los objetivos planteados; en este caso enfocado a la eficiencia y efectividad del proceso analizado.

De ahí que surge la necesidad de observar, analizar e implementar una administración de recursos en un proceso de fabricación de autopartes en Kunststoff-Technik Trier de México, y con ello obtener un aumento en el OEE que por sus siglas en inglés Overall Equipment Effectiveness, que quiere decir Eficiencia General de los Equipos, el cual es un indicativo de eficiencia y efectividad utilizado en la industria automotriz.

El desarrollo del trabajo explicará como la observación, análisis y administración de recursos en un proceso, obtiene un impacto en la eficiencia y efectividad y por ende un impacto económico en el proceso.

Se realiza la observación de un proceso de producción de cañuelas Jetta A4, donde se detectan ciertos cuellos de botella, llevara cabo una intervención para generar un impacto en la efectividad y eficiencia del proceso, el cual será medido y comparado con el cálculo del indicador, en el caso para este proyecto de investigación será tomado el indicador OEE.

Para ello se introducirá en lo que el indicador abarca, con respecto de los rubros que afectan en el cálculo de los indicadores, y cuáles son las intervenciones para atacar cada uno de los rubros que intervienen. Además de la

definición, detección y atención de las grandes pérdidas que pueden existir o encontrarse en un proceso de producción cualquiera que sea.

En el proceso en el cual se realizaran las intervenciones se llevará a cabo el desglose de cada una de las etapas que comprende el proceso de producción de cañuelas Jetta A4, y cuál fue su impacto al llevar a cabo la intervención, en conjunto con su análisis de costo y los resultados en los diferentes rubros para el cálculo del indicador OEE.

Es importante resaltar que en cualquier proceso de producción al realizar una observación y análisis de los recursos, se puede obtener un impacto en los indicadores de efectividad y eficiencia como lo es el indicador OEE, lo cual involucra un impacto en los costos, tiempos y calidad de la producción, acompañado con una correcta administración de los recursos.

Resaltando los significados de la efectividad y eficiencia en un proceso de producción, y tener la clara diferencia entre ambos significados.

El OEE el cual es un indicador utilizado en los procesos de producción, que tiene que ver la efectividad de los procesos, que está envuelto en otros argumentos que afectan directamente el indicador como lo es la calidad y disponibilidad de los equipos, que lleva a una correcta administración de los recursos.

Para poder generar un impacto en el indicador OEE, de la eficiencia y efectividad, se tiene que tomar en cuenta las seis grandes pérdidas que se menciona a lo largo de la metodología del indicador.

Las seis grandes pérdidas serán:

- Averías
- Esperas
- Microparadas
- Velocidad reducida
- Desechos (SCRAP)
- Retrabajo

De ahí la importancia de llevar a cabo una observación detallada para realizar un análisis del proceso de producción en el cual se desea obtener una mejora en los indicadores de eficiencia y eficacia, que tendrá un impacto de gran importancia dentro de todos los factores antes mencionados, dependiendo de la certeza de las decisiones.

En el desarrollo del tema de investigación se tomará el proceso de producción de las cañuelas de Jetta A4, en el cual se realiza la observación detallada de cada uno de los pasos del proceso de producción, para llevar a cabo el análisis encausando una toma de decisiones para el impacto en los indicadores de efectividad y eficiencia, el indicador OEE, por la mejora en la administración de los recursos.

II. PROBLEMA

La falta de observación y análisis de un proceso de producción para la fabricación de autopartes, podría causar la baja efectividad y eficiencia de los procesos, ya que actualmente se define la planta ideal de producción como aquella que utiliza información de fabricación en tiempo real para optimizar el rendimiento y minimizar las pérdidas de calidad y tiempo de paradas.

El OEE es uno de los indicadores que se utilizan dentro de la industria automotriz, la OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Operativa de los Equipos, el cual está regido por los siguientes factores o índices que ayudan a medirlo:

- **Disponibilidad** Las pérdidas de tiempo productivo.
- **Rendimiento** Las pérdidas de velocidad.
- **Calidad** Las pérdidas por calidad.

El proceso que se observará y analizará será la producción de cañuelas de Jetta A4 dado a que se cuenta con acceso a la implementación, medición y acceso a la información, y se detecta una inestabilidad en el proceso de producción por la falta de la correcta admiración de recursos.

Actualmente cuenta con topes que delimitan la cuchillas los cuales no se encuentran de manera fija los que se encuentran sometidos a una fuerza externa de impacto, causando movimiento del tope, dando como resultado la baja estabilidad en el proceso de producción, ocasionando una baja calidad en el producto, generando piezas fuera de los parámetros permisibles por el cliente

(SCRAP), que claramente se ve reflejada en costos, todos estos factores en conjunto, afectan al indicador de producción de efectividad y eficiencia, OEE

III. JUSTIFICACIÓN

Al realizar una observación y análisis en un proceso productivo, se puede llegar a determinar factores los cuales afectan de manera directa en los indicadores de eficiencia y efectividad.

- El indicador de eficiencia y efectividad, OEE (Overall Equipment Effectiveness), que se rige de distintos factores, mencionados con anterioridad. Por lo que al realizar una correcta administración de los recursos, se puede llegar a observar un impacto en:
- Corridas de producción estables y prolongadas, eliminando tiempos muertos por personal de producción.
- Reducción de tiempos de ajustes y cambio de versión.
- Producción de piezas de calidad con los requerimientos solicitados por el cliente.
- Impacto en los costos de producción.

La observación y análisis del proceso de producción llevara a la determinación de medidas a implementar para la mejora en el indicativo de efectividad y eficiencia OEE (Overall Equipment Effectiveness).

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Observar, analizar y administrar los recursos en un proceso de producción de cañuelas, para el aumento en los indicadores de eficiencia y efectividad OEE dentro de la planta de producción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Observar el proceso de producción para detectar áreas de oportunidad.

Analizar los tiempos y movimientos, costos y la administración de recursos, para llegar a una mejora en los indicadores.

Administrar correctamente los recursos, con un impacto en el indicador de efectividad y eficiencia, OEE.

Demostrar como con la correcta administración de recursos en un proceso de producción se tiene impacto en los indicadores y por ende en la calidad y costos.

V. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿En qué medida la observación, análisis y administración de los recursos en un proceso de producción de cañuelas, promueve el aumento en los indicadores de eficiencia y efectividad OEE dentro de la planta de producción?

- a. ¿Qué es efectividad?
- b. ¿Qué es eficiencia?
- c. ¿Cuál es la diferencia entre efectividad y eficiencia?
- d. ¿Qué son los indicadores en un proceso de producción?
- e. ¿Qué es el OEE (Overall Equipment Effectiveness)?
- f. ¿Cómo se ve afectado cada uno de los rubros del indicador de efectividad y eficiencia OEE?

VI. HIPÓTESIS

La observación, análisis y administración adecuada de los recursos afectan directamente a los indicadores de eficiencia y efectividad en un proceso de producción.

VII. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

La observación, análisis y administración adecuada de los recursos
aVariable dependiente:

VARIABLE DEPENDIENTE

Afectación directa a los indicadores de eficiencia y efectividad en un proceso de producción.

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

MÉTODO

La presente investigación se realizará bajo el método mixto deductivo-inductivo ya que se presentara la explicación del tema de manera general y se aplicara a una muestra para después validar la información y llevarla nuevamente a la generalidad que permitirá cuantificar el efecto de la investigación.

ENFOQUE

El trabajo se realizara haciendo un análisis de la información en forma cualitativa para después cuantitativamente validarlo o verificar la postura de la

investigadora en el tema que se desarrollara apoyándose de una investigación de campo.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se realizara con un tipo de investigación descriptiva para la construcción del marco teórico que servirá de apoyo al tema que permitirá analizar las fuentes de información secundarias con el objetivo de describir temas y subtemas relacionados con el origen del trabajo, haciendo un repaso a fundamentos, conceptos y teorías, etc. Análisis causa raíz para el fundamento en las decisiones para tener un impacto en el indicador de efectividad y eficiencia del OEE.

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Para la investigación documental se recurrirá al acopio de información a través de libros también se recurrió a direcciones electrónicas de internet, se procedió a la consulta de fuentes secundarias como son periódicos, revistas y tesis.

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Se procederá al acopio de información relacionada con el tema de las fuentes citadas para posteriormente seleccionarla, analizarla y realizar con ella resúmenes, síntesis, y cuadros comparativos de la misma que permitirá construir el marco teórico referencial del trabajo.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

En primer término se identificara el tipo de personas que formarían parte de la investigación.

IX. ALCANCES Y LIMITACIONES

La investigación se desarrollara en la ciudad de Puebla.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN AL IMPACTO DE INDICADORES EN UN PROCESO DE PRODUCCIÓN.

A lo largo del capítulo I se introducirá en los indicadores e efectividad y eficiencia que se encontrará, tomando en cuenta sobre la tipología que se encuentra, con el planteamiento de los objetivos generales y específicos del porqué del desarrollo de este tema de investigación.

1.1. INTRODUCCIÓN A INDICADORES DE EFECTIVIDAD Y EFICIENCIA EN EMPRESA DE PRODUCCIÓN.

Un indicador establece una relación cuantitativa entre dos cantidades que corresponden a un mismo giro, sistema o proceso establecidas o mejores prácticas.

Los indicadores miden la efectividad de un área, sistema, proceso, programa o empresa en su conjunto. Es necesario conocer el significado, alcance y peso específico de cada uno de los indicadores que son utilizados.

Cuando una empresa tiene un sistema amplio de indicadores cuenta con la posibilidad de obtener mediciones de mayor precisión, hacer comparaciones, juicios, analizar tendencia, predecir cambios y establecer estrategias que haga más competitiva la empresa.

Se deberá establecer cada indicador su periodicidad de medición, la base comparativa y la unidad de medida.

La eficacia y eficiencia son elementos básicos para cumplir con los objetivos propuestos en las empresas.

La eficiencia mide los resultados analizado en función de los objetivos que se han propuesto, presuponiendo que esos objetivos se cumplen de manera organizada y ordenada sobre la base de su relación. (Fleitman, 2007)

La eficiencia consiste en la medición de los esfuerzos requeridos para alcanzar los objetivos. El costo, el tiempo, el uso adecuado de los factores materiales y humanos, cumplir con la calidad propuesta, constituyen elementos inherentes a la eficiencia.

Los resultados más eficientes son alcanzados cuando se hace uso adecuado de estos factores, en el momento oportuno, al menor costo posible y cumpliendo las normas de calidad requeridas. (Fleitman, 2007)

La eficiencia es un factor muy importante en el éxito de las empresas pero la eficacia es aún más decisiva.

La efectividad se encuentra en el equilibrio bajo la premisa de que para que una empresa funcione debe tener un mínimo nivel de eficacia y eficiencia en sus procesos.

Cuando se haya puesto como objetivo alcanzar un grado de eficiencia por sobre todas las cosas, seguramente no pasará nada extraordinario o fuera de lo normal y puede conducir a la muerte lenta y sin demasiado ruido de la empresa.

Se puede inmovilizar y causar prejuicios muy altos e irreversibles, teniendo en cuenta la velocidad del cambio que debe producirse en las organizaciones para poder perdurar en este mundo altamente globalizado y competitivo.

La falta de eficacia no puede suplirse con eficiencia. Un alto grado de eficacia que alcance los objetivos planeados al menor costo posible es un escenario ideal para cualquier empresa.

La búsqueda de un alto grado de eficacia, logrando en forma eficiente debe formar parte de la visión de la empresa y formar parte vital de la misión de sus líderes.

En la composición de un equipo de trabajo es necesario considerar que sus integrantes deben contar con aptitudes y actitudes para alcanzar un equilibrio en los resultados medidos en la eficiencia y eficacia.

Para que haya eficiencia y eficacia se requiere economía en las acciones. Y no se hace referencia directamente al término de inversión; sino de la administración adecuada de los recursos, para obtener el máximo provecho de los mismos, para que generemos un impacto y se llegue a las metas y objetivos trazados.

La eficiencia y eficacia de un determinado factor o área comprueba por medio de pruebas de cada elemento que interviene y posteriormente se analiza y evalúa. (Fleitman, 2007).

1.2. TIPOLOGÍA DE LOS INDICADORES

Se conocen tres grandes tipos de indicadores, por su naturaleza, por su vigencia y por su nivel organizacional.

- *Por su naturaleza.* Están relacionados con los cinco tipos de indicadores establecidos por: eficacia, eficiencia, efectividad, calidad y economía.
- *Por su vigencia.* Pueden ser indicadores permanentes (vigentes por varios años, responden a objetivos/ metas recurrentes) y los indicadores temporales (responden a razones de carácter temporal o de toma de decisiones a corto plazo)
 - *Por nivel organizacional.* Se tienen en este caso indicadores estratégicos, tácticos u operacionales que tiene una ejecución presupuestaria y cumplimiento de metas.

Los indicadores los cuales se enfoca el trabajo de investigación son sobre los indicadores de eficacia, que como se ha manejado en el desarrollo del trabajo de investigación, miden el nivel de logro o alcance del objetivo, meta, producto y resultado, durante un periodo parcial o completo (eficiencia intermedia y eficiencia final). Los indicadores de eficiencia miden si se alcanza el objetivo, meta, producto o resultado al más bajo costo; es decir, analizando cuales son los recursos utilizados para alcanzar esos logros.

Por lo que al realizar una observación de un proceso cual sea, es importante ser analítico y detectar todas las áreas de oportunidad para atacar directamente y tener un impacto en el indicador de efectividad y eficiencia. (Jackeline, 2004)

En el proceso central que se enfoca el trabajo de investigación, además de contar con el factor humano se cuenta con la maquinaria que será operada. En el cual se detecta una gran área de oportunidad, que se detallará y desglosara más adelante, demostrando como con la observación y un análisis puntual, se toman decisiones importantes para el impacto en los indicadores que se desean.

1.3. EL OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

El OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global de los Equipos, es un indicador que permite medir la eficiencia con la que trabaja un equipo o un proceso. También se puede entender cómo la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado.

Los coeficientes que se involucran para el cálculo del OEE son:

- Disponibilidad
- Eficiencia
- Calidad

Las características que tiene el indicador OEE, que lo hacen imprescindible son:

- Constituye una forma estructurada y estandarizada de conocer la eficiencia de un proceso y lo que es más importante, la composición de las pérdidas del mismo.
 - Prioriza las líneas de actuación, consiguiendo elevar la eficiencia, con los mínimos recursos.
 - Guía la actuación de los grupos de mejora continua, permitiendo cuantificar rápidamente los avances conseguidos.
 - Se trata de un indicador universal, que permite la comparación entre procesos totalmente distintos.
 - A partir de este análisis se puede identificar las variantes que está causando el bajo % de OEE, ya sea por:
 - No disponibilidad de máquina (no se ha producido durante el tiempo que se debería estar produciendo)
 - Baja eficiencia (no se ha producido con la velocidad que se debería de haber hecho)
 - No calidad (no se ha producido con la calidad que debería hacerse)
- (CDI, s.f.)

La ventaja del OEE que tiene con respecto al resto de los indicadores es que es el único indicador que involucra para su cálculo los parámetros fundamentales en la producción industrial que como se han mencionado antes son la disponibilidad, eficiencia y calidad.

Teniendo clara la ventaja que existe del OEE en relación a otros indicadores, se puede decir que con el cálculo del OEE se puede saber si el 100% del indicador fue afectado por la disponibilidad, que involucra la maquinaria con

paros no planeados, si el indicador fue afectado por la eficiencia, o sea que si la maquinaria y recursos no se manejaron a su capacidad total y la calidad, que se basa en la cantidad de piezas defectuosas que se generan en el proceso de producción.

1.4. SISTEMAS PRODUCTIVOS

Los sistemas productivos han sido el eje de los procesos de desarrollo de las empresas de manufactura e industria alrededor del mundo. En el mundo de hoy se subestima el alcance de los sistemas productivos en el proceso de obtener una ventaja competitiva, dado a que distintos factores y práctica de vanguardia como innovación, optimización de movimientos logísticos e implementación de nuevos sistemas de información han arrojado aspectos positivos. No obstante los procesos son susceptibles en ser optimizado en diversas áreas como la innovación del material, flexibilidad, calidad, diseño y costos

En un proceso de producción se tienen objetivos, los cuales a lo largo del proceso de producción son medibles para realizar un análisis de las causas por las cuales puede no estar alcanzando los objetivos plasmados.

Entre muchos de los indicadores que existen como medibles para los procesos, con diversos enfoques como lo puede ser: calidad, producción, costos, efectividad, eficiencia, tiempos de producción etc. Todos son diseñados de tal manera que se tengan resultados tangibles para llevar a cabo una toma de decisiones sobre las acciones correctivas o preventivas en el proceso de estudio para obtener un impacto en los indicadores.

Se podría decir que el objetivo de los indicadores es aportar un camino para el proceso cuando se presenta a una situación de toma de decisiones o acciones para ver modificados los valores que afectan a los resultados en el cálculo de los indicadores (López, 2012).

1.5. SISTEMAS DE MEDICIÓN

Los sistemas de medición abarcan ciertas rubricas, las cuales algunos de los objetivos que abarcan son:

- Comunicar la estrategia
- Comunicar las metas
- Identificar problemas y oportunidades
- Diagnosticar problemas
- Entender los procesos
- Definir responsabilidades
- Mejorar el control de las empresa
- Identificar iniciativas y acciones necesarias
- Medir comportamientos
- Facilitar la delegación en la personas
- Integrar la compensación con la acentuación

Una vez teniendo respuesta de los indicadores que se han calculado, el observador podrá darse cuenta de la importancia e impacto que tienen los indicadores en un proceso, ya que le permitirá medir los cambios de la condición a través del tiempo sobre las decisiones tomadas; se tendrá mayor facilidad para analizar y mirar los resultados de las iniciativas y acciones que se tomaron para generar un impacto en los indicadores a calcular, resaltando la importancia de la

evaluación continua y el seguimiento al proceso de desarrollo como un instrumento y herramienta de control en los indicadores que ayudaran a llegar a al objetivo con mejores resultados, mejor costo y con la calidad solicitada por el cliente.

Al desarrollar un proceso para el cálculo de los indicadores, se lleva a cabo una serie de pasos que ayudan a la obtención del indicador de una manera asertiva y lo más exacta posible; derivado a que cada proceso sometido a estudio puede contener variantes, los pasos podría depender directamente del proceso de estudio, para tomar las decisiones y acciones correctas para obtener un impacto en el resultado del cálculo de indicadores. Los pasos más comunes en el desarrollo para el cálculo de un indicador son:

- Planeación
- Presupuesto
- Información
- Seguimiento
- Evaluación
- Compensación

(Joanna, 2012)

Siguiendo los pasos anteriores para desarrollar los indicadores se lograra el objetivo para lo que han sido creados los sistemas de medición, es este caso se enfocará en el desarrollo y aplicación del indicador OEE de efectividad y eficiencia.

La eficiencia es como se ha visto una parte de los parámetros del indicador OEE, por lo que es de suma importancia entender la diferencia entre eficiencia y efectividad, y tener la correcta aplicación para el cálculo del OEE, el cual será desarrollado en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO II. INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD

En el desarrollo de capítulo II se ampliará la definición de lo que es la efectividad y eficiencia sabiendo claramente la diferencia entre cada una de ellas y como es que tienen una relación clara entre el indicador de efectividad y eficiencia OEE, teniendo en cuenta cuales son los parámetros y el significado de este indicador.

2.1. EFECTIVIDAD

La palabra efectividad adquiere su origen del verbo latino “*officere*” que quiere decir ejecutar, llevar a cabo u obtener un resultado. Cuando un individuo practica la efectividad en su trabajo, su tiempo rinde mucho más. Según la ley de la efectividad este hábito se adquiere al equilibrar la producción y la capacidad para producir. De esta forma, tanto los gerentes como el personal al su cargo, podrán obtener un mayor beneficio del esfuerzo y las horas de trabajo que invierten a diario en la empresa. (Lurys., 2013)

La observación y análisis del proceso debe enfocarse en cumplir con los estándares y valores que se tiene como objetivo; que ayudara a la toma de decisiones que ira acompañado con un impacto en el indicador en el proceso de producción seleccionado.

La efectividad de la organización se indica según la medida en que avanza hacia el cumplimiento de su misión y la realización de sus metas. No obstante, la efectividad no es un concepto simple. La dificultad básica en analizar la efectividad radica en el hecho de que muchas organizaciones hacen múltiples declaraciones sobre las misiones y metas. A veces estas declaraciones son parte

de la constitución de la organización; otras veces son parte de sus documentos estratégicos. Donde quiera que se hallen estas declaraciones, es necesario tener una guía bien definida de la razón de ser de la organización.

Ya que en la industria automotriz cuenta con el indicador de eficiencia, el indicador OEE; las metas y misiones son claras, que es el obtener un porcentaje de OEE elevado para decir que el proceso es un proceso productivo y efectivo, cumpliendo con los estándares de calidad solicitados por el cliente.

Y al igual que cualquier compañía o empresa, dependiendo de la naturaleza del giro o proceso, serán las metas que se establecen para que dentro de la observación y análisis se logre tener una intervención a tiempo para generar un impacto en los indicadores. Que como se visto la efectividad de cualquier proceso harán que se llegue a las metas y objetivos establecidos, personal o corporativamente hablando.

2.2. EFICIENCIA

La noción de eficiencia tiene origen en el término latino “efficientia” y refiere a la habilidad de contar con algo o de alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con la fortaleza o el de acción.

Una organización debe poseer la capacidad no solo de ofrecer un servicio excepcional, sino también dentro de una estructura apropiada de costos. El desempeño se juzga cada vez más por la eficiencia de la organización.

Sea cual sea el tamaño de la unidad, se considera como organizaciones de buen desempeño aquellas que ofrecen buen valor por el dinero, tanto en términos cuantitativos como cualitativos.

La eficiencia, por lo tanto está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo de uso posible de los recursos, por lo que se supone una optimización.

La optimización es uno de los puntos en los cuales dentro de los procesos se tiene que tener en cuenta cuando se desea tener un impacto en los indicadores, para que estos se vean afectados de manera importante aumentando los valores y acercándose cada vez el objetivo trazado.

Para el caso de estudio se refiere principalmente aquellos recursos que se tiene (humanos, tecnológicos, financieros, físicos, etc.) para conseguir algo, la forma en la que son utilizados y los resultados a los que se ha arribado, cuanto mayor haya el aprovechamiento de estos recursos, mayor será la eficiencia en la forma de buscar dicha meta.

Hablando administrativamente se hace referencia al uso de recursos que son los medios de producción que se tiene disponibles y puede llegar a conocerse el nivel de eficiencia del proceso.

Algunos de los indicadores de eficiencia son:

- Costo por programa
- Costo por cliente servido
- Relación costo – beneficio de los programas
- Producción por miembro del personal
- Absentismo y cambios en el personal
- Tasas de conclusión de programas
- Administración - costo total de programas
- Frecuencia de paros en el sistema
- Eficiencia en la entrega de servicios.

(Lusthaus, 2002)

Al realizar una observación detallada de cualquier proceso de producción, los resultados del análisis pueden llegar a detectar la eficiencia de los equipos, los cuales entraría en cuestión la frecuencia de paros en el sistema, donde se puede ver diferentes áreas involucradas para atacar el área de oportunidad, dependiendo de la naturaleza del proceso, como lo pueden ser áreas de mantenimiento, áreas de calidad, suministros, programación, logística, etc. Una vez detectada el área de oportunidad, con base a los resultados obtenidos se hace la toma de decisiones y con ello va acompañado el generar un impacto en el resultado de los indicadores.

2.3. RELACIÓN DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD

Con un preámbulo de las situaciones que abarca la eficiencia y efectividad, puede llegar a tener un panorama amplio y decir si verdaderamente contamos con proceso efectivo y eficiente o únicamente cumplimos con las características de una de las definiciones, con respecto a los resultados de los indicadores y con ello

llegar a una toma de decisiones para tener una mejora en los resultados obtenidos.

La eficacia difiere de la eficiencia en el sentido que la eficiencia hace referencia en la mejor utilización de los recursos, en tanto que la eficacia hace referencia en la capacidad de para alcanzar un objetivo aunque en el proceso no se haya hecho el mejor uso de los recursos, es decir, no importa si se fue eficientes en el proceso llevando a cabo para alcanzar el objetivo y ser eficaces.

Por lo que es posible ser eficiente y no eficaz, y del modo contrario se puede ser eficaz pero no eficiente.

2.4. INCREMENTO EN EL INDICADOR DE EFECTIVIDAD Y EFICIENCIA

Teniendo en cuenta y clara la diferencia entre cada uno de los conceptos antes mencionados, partiendo de la observación que se hace a un proceso de producción cual sea que se desee generar un impacto en los indicadores. Teniendo como objetivo generar un impacto en el indicador de efectividad y eficiencia, se recurre a la toma de decisiones para iniciar con la aplicación y medición, para ver si el análisis realizado al proceso que se desea, ha cubierto y alcanzado el objetivo planeado.

La efectividad y eficiencia se puede aumentar mediante la inversión o técnicas organizativas.

Si se recurre y toma la decisión por medio de inversión es por medio de:

- Crear nuevos procedimientos ya sean básico o mejorar el existente
- Instalando maquinaria o equipos modernos, que ayuden a aumentar la capacidad existente.

Ahora si se desea aumentar la efectividad y eficiencia por medio de técnicas organizativas, se deben de aprovechar los recursos con los que se cuentan actualmente, para:

- Reducir el contenido en cuanto al trabajo del producto
- Reducir el contenido del trabajo del proceso y
- Reducir el tiempo improductivo (tiempos muertos)

El aplicar técnicas organizativas, requiere de un análisis exhausto, para encontrar todas las áreas de oportunidad en las cuales se puede generar una intervención, siempre con el previo análisis de cuál sería el impacto en el indicador con un margen de error sin arriesgar el proceso el cual se pretende aplicar.

Partiendo desde la administración de los recursos para la optimización de ellos, obteniendo un aumento en la efectividad ya que se obtendrá la mayor cantidad de ahorro en el uso de los recursos, materiales o humanos, dependiendo del proceso en cuestión.

Si se habla de la reducción del contenido de trabajo del proceso se abarcara la observación y análisis del proceso para entender cada una de las etapas que se ven involucradas en conjunto con la planificar del trabajo,

detectando las áreas de oportunidad como sería la implementación de nuevas tecnologías e incluso la formación de los operarios de la maquinaria.

La formación de los operarios crearía un impacto en la reducción del tiempo improductivo, a consecuencia de un control mejora en las condiciones de empleo, podría ocasionar la generación de un programa para realizar mantenimientos planificados teniendo así la administración eficiente del tiempo aplicado para la producción de cual sea el proceso seleccionado.

En resumen se puede ver como la aplicación de técnicas organizativas, conlleva a el impacto en la efectividad y eficiencia como el efecto dominó; al desencadenar y aplicar todo de manera efectiva se genera un impacto en la eficiencia, y por ende impacto en el indicador de importancia para el caso de estudio el indicador OEE.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DEL OEE

El OEE es una relación que ayuda para medir el rendimiento y productividad en una línea de producción en donde la maquinaria juega un papel muy importante.

Para el cálculo del indicador OEE resulta de la multiplicación tres conceptos las cuales son razones porcentuales de:

- La disponibilidad
- La eficiencia y

- La calidad

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

Ecuación 1 Cálculo del OEE

Hablando a grandes rasgos de cada uno de los conceptos se dice que:

- La disponibilidad: es cuánto tiempo se ha mantenido en funcionamiento la maquinaria o equipo respecto al tiempo que se planifico estuviera en funcionamiento.
- El rendimiento: es que durante el tiempo en que se ha mantenido funcionando la maquinaria; cuanto ha fabricado ya sea dentro del estándar de las especificaciones establecidas en el proceso o no.
- La calidad: es el indicador más conocido por todos que es cuanto se ha fabricado dentro de los estándares de las especificaciones a la primera con respecto del total de la producción realizada (producto bueno + producto malo).

2.5.1. Disponibilidad

La disponibilidad parte de la división del tiempo que la máquina ha producido (Tiempo de Operación TO) por el tiempo en que debería de haber estado produciendo. El tiempo que debió haber estado produciendo es el (Tiempo Planificado de producción (TPO) en este es el tiempo total menos los periodos en lo que no se tenía planeado producir por paradas planificadas.

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{TO}{TPO} \right) * 100$$

Ecuación 2 Cálculo de Disponibilidad

Donde:

$$TPO = \text{Tiempo Total de trabajo} - \text{Tiempo de paradas planificadas}$$

Ecuación 3 Cálculo de TPO

$$TO = TPO - \text{Paradas y/o averías}$$

Ecuación 4 Cálculo de TO

Los resultados que debe arrojar la disponibilidad van de 0 a 1 ya que se expresa de manera porcentual.

2.5.2. Eficiencia

El rendimiento se abarca la pérdida de velocidad por pequeñas paradas o por reducción de la velocidad en la maquinaria que está operando.

El rendimiento es el dividir las piezas realmente producidas entre las que se podrían haber producido durante el tiempo de la disponibilidad de la maquinaria.

Para obtener la cantidad de piezas que se podrían haber producido se multiplica el tiempo de producción por la capacidad de producción de la maquinaria.

Siendo así, se tiene que:

- La capacidad nominal, también es conocida como Machine Capacity, Ideal run rate, Theoretical Rate, Capacidad de la maquina o línea declarada en la especificación velocidad máxima u optima donde sus unidades son:

Número de unidades/hora

Si no se desea utilizar la capacidad nominal se puede tener el tiempo de ciclo. El tiempo de ciclo ideal o también conocido como ideal cycle time, Theoretical cycle time, es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas

Tiempo de ciclo ideal = 1/Capacidad Nominal

En esta ecuación se representaría la cantidad de tiempo que se requiere para la producción de una pieza.

Esta capacidad nominal es lo primero que se debe establecer. Esta capacidad normalmente es proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación. Puesto que las condiciones en que se opera pueden variar dependiendo de la operación de la maquinaria.

El valor será el producto final de la línea. Rendimiento tiene en cuenta las pérdidas de velocidad, lo que da el porcentaje real o capacidad real con respecto de la ideal.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ de\ ciclo\ ideal}{\left(\frac{Tiempo\ de\ operación}{No.\ Total\ de\ Unidades}\right)}$$

Ecuación 5 Ecuación de Eficiencia (1)

$$Eficiencia = \frac{\frac{1}{Capacidad\ Nominal}}{\left(\frac{Tiempo\ de\ operación}{No.\ Total\ de\ Unidades}\right)}$$

Ecuación 6 Ecuación de Eficiencia con capacidad nominal

$$Eficiencia = \frac{Total\ de\ unidades}{(Tiempo\ de\ operación * Velocidad\ Máxima)}$$

Ecuación 7 Ecuación Eficiencia (2)

El resultado de la eficiencia será entre 0 y 1 por lo que se expresa de manera porcentual.

2.5.3. Calidad

El punto de la calidad va relacionado en los tipos de pérdidas a las cuales está sometido el proceso. Como lo son:

- Pérdida de calidad, igual al número de unidades malas fabricadas.
- Pérdida de tiempo productivo, igual al tiempo empleado para fabricar las unidades defectuosas

En función de que las unidades se encuentren o no de las especificaciones deseadas, para el reprocesado, incluye:

- El tiempo de reproceso
- Costo de tirar, reutilizar, etc.

$$Q = \frac{\text{No. de Unidades Conformes}}{\text{No. de unidades Totales}}$$

Ecuación 8 Ecuación de Calidad

En el proceso las unidades que se producen pueden estar o no dentro de las especificaciones establecidas, aceptadas o rechazadas.

En el OEE se consideran únicamente las piezas buenas en la primera vez de su proceso, no las que han pasado por un reproceso o re trabajo. Ya que estas tendrán que pasar por un proceso más, por lo que se consideraran como rechazos, scrap o piezas NOK.

Por lo tanto la calidad resultará de la división de las piezas buenas producidas, entre el total de las piezas producidas incluyendo las piezas re trabajadas o fuera de especificación y las rechazadas.

La calidad tiene un valor entre 0 y 1, ya que es un número porcentual.

2.6. CÁLCULO DEL OEE

Una vez expuestos cada uno de los parámetros envueltos en el cálculo del OEE, plasmados en una plantilla, con el fin de apoyar en el cálculo del OEE de manera visual.

Tiempo Total de Operación					
A	Tiempo Disponible				No programado
B	Tiempo Operativo			Averías Esperas	
C	Producción Prevista				
D	Producción Real		Micro paradas Velocidad reducida		
E	Producción Real				
F	Piezas Buenas	Scrap Retrabajos			

Tabla 1 Cálculo del OEE

$$\text{Disponibilidad} = \frac{B}{A}$$

Ecuación 9 Disponibilidad

$$\text{Eficiencia} = \frac{D}{C}$$

Ecuación 10 Eficiencia

$$Calidad = \frac{F}{E}$$

Ecuación 11 Calidad

$$OEE = \left(\frac{B}{A}\right) * \left(\frac{D}{C}\right) * \left(\frac{F}{E}\right)$$

Ecuación 12 OEE

2.7. CLASIFICACIÓN DEL OEE

La métrica del OEE es la mejor que existe como herramienta para optimizar los procesos de fabricación y están relacionado directamente con los costos de operación.

Esta métrica informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y con esto lleva a la toma de decisiones financieras y del rendimiento de las operaciones en el proceso, y con esto justificar la decisión sobre nuevas inversiones.

Además el OEE permite estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. y planificación anual.

Porcentaje			Clasificación	Explicación
	OEE <	65%	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad
65%	< OEE <	75%	Regular	Aceptable sólo si estpa en proceso de mejora. Perdidas económicas. Muy baja competitividad.
75%	< OEE <	85%	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85%, Siguiente paso hacia Worl Class (Clase mundial) Ligeras pérdidas Económicas, Competitividad ligeramente baja.
85%	< OEE <	95%	Buena	Entra en Valores World Class (Clase mundial). Buena competitividad
95%	< OEE		Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad

Tabla 2 Clasificación del OEE

Una vez calculado el porcentaje de OEE en un proceso de producción cual sea, se debe realizar un análisis de cada una de las rubricas que lo engloban para determina cual es el cuello de botella o mejoras que se pueden aplicar para incrementar el porcentaje.

El incremento del porcentaje de OEE es directamente afectado dependiendo de las decisiones que se tomen con respecto al análisis realizado. De ahí que al realizar por primera vez el cálculo, se logra determinar la situación actual del proceso y si se tienen que tomar decisiones a largo o corto plazo, para obtener un porcentaje World Class (de clase mundial).

Una vez expuesto el indicador OEE con sus parámetros que lo involucra, el cálculo con sus respectivas fórmulas para la obtención de todos sus parámetros y la clasificación, procederemos a la implementación práctica en el proceso en el cual se realizará el cálculo de dicho indicador.

CAPÍTULO III. PROCESO DE PRODUCCIÓN SOMETIDO A OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS.

En este capítulo proceso se abarcará cada uno de los parámetros envueltos en el cálculo del OEE en el proceso que será sometido a observación, que es el de la producción de las cañuelas Jetta A4.

A lo largo del análisis del proceso de producción de cañuelas Jetta A4, se enfatizara en el indicador OEE, es de ahí que surge la importancia de la observación y análisis puntual para detectar y medir la efectividad que existe en el cualquier proceso que se desea intervenir para generar un impacto en los indicadores, que para el caso práctico se tomará como modelo el proceso de la confección de las cañuelas para el Jetta A4, el cual se desea tener un impacto en los indicadores de eficiencia y efectividad OEE.

3.1. EFICIENCIA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL

En el proceso de producción de autopartes, es uno de los factores que se aplican a diario, el proceso de producción en el cual el trabajo será basado, es la producción de las cañuelas para Jetta A4, realizando un análisis objetivo para tener un impacto importante en los resultados de la eficiencia del proceso, para llegar a obtener una producción con un menor costo al actual, en tiempo oportuno para el cliente, dentro de los estándares solicitados por él.

Enfocado al parámetro de la eficiencia en el proceso de producción de cañuelas de Jetta A4, se maneja una capacidad Nominal de:

$$230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}$$

Esta capacidad se tomó de la producción del personal en condiciones actuales, las que para efectos de aumentar la efectividad pero sobre todo la eficiencia, se llevara a cabo un análisis en el proceso para tomar decisiones las cuales generen un impacto importante en el indicador OEE.

La iniciativa de realizar una mejora es derivado a los altos costos que involucra la producción de las piezas en cuestión, teniendo los costos de:

Costo	Concepto	Tiempo
\$ 6,499.00¹	Costos fijos	1 hora
\$ 28.25	Costo fijo por pieza	1 pieza
12.3 usd²	Precio de venta por pieza	1 pieza

Tabla 3 Costos de Producción Cañuelas Jetta A4

Los costos fijos por pieza se tendrán, aun cuando la pieza este dentro de los parámetros de calidad o no. Las piezas que se encuentren dentro de especificación pasaran automáticamente al empaque para el cliente hasta a completar la orden de compra, de lo contrario, las piezas que están fuera de especificación, serán sometidas a re trabajo, aumentando su valor en costo y tiempo por pieza, las cuales se detallaran más adelante.

¹ Costos proporcionados por el departamento de calidad de la compañía, por cuestiones de privacidad no se desglosa la información.

² Los costos de piezas están dados en dólares, derivado a la constante fluctuación del dólar.

Y el costo por pieza se podrá enviar al cliente siempre y cuando este dentro de los parámetros de calidad solicitadas por el cliente, y se complete la orden de compra para realizar el embarque en camino al cliente.

Otro punto que se describirá más adelante, será el cambio de versión en el cual, al tener compartida la maquinaria es inevitable el realizar un paro programado para llevar a cabo el cambio.

El cambio de versión es efectivo, ya que se realiza en la actualidad de manera correcta en un tiempo de 60 minutos por cambio de versión, más los minutos de ajuste de la maquinaria. El objetivo es mejorar la eficiencia, llegar al cambio de versión en un menor tiempo de ajuste.

3.2. DISPONIBILIDAD

Hablando de disponibilidad en el proceso, la maquinaria cuenta con una disponibilidad de 24 horas, ya que no está sometida a ninguna condicionante, con respecto a su uso, la disponibilidad con la que se cuenta la maquinaria está directamente relacionada con la orden de pedido de las piezas. La orden de pedido será lo que me delimite en teoría cuantas horas deberá estar trabajando la maquinaria para alcanzar el objetivo.

Es en este parámetro donde se tiene el indicador más bajo derivado la situación actual de la maquinaria con respecto a las micro paradas o reducción de velocidad que presenta el proceso.

La descripción de las etapas en el proceso de producción por medio de la observación, con un análisis enfocado a los resultados, llevara a una serie de

toma de decisiones dentro del proceso para llegar a generar un impacto en el indicador de eficiencia y efectividad OEE

De ahí que surge la importancia de la observación y análisis en cada una de las etapas que involucra el proceso que se desea analizar; es crucial en cualquier proceso de producción o administrativo, ya que derivado a los resultados que se obtengan, será basada la toma de decisiones que llevará a tener un impacto positivo o negativo en el indicador de eficiencia y efectividad OEE llevando a un caso de éxito o fracaso aplicado al proceso analizado.

3.2.1. Primera Estación en el Proceso de Producción Cañuelas Jetta A4

Esta primera estación es el inicio de la producción de las cañuelas Jetta A4 listas para su ensamblado; ya que antes de someterlas a un proceso de fabricación son generadas por medio de un proceso de extrusión de plástico, con el alma de aluminio, con ciertas características del estándar de calidad solicitado por el cliente. Teniendo la las piezas extruidas y dentro de los parámetros establecidos, se inicia oficialmente el proceso de producción de las cañuelas Jetta A4.

Esta estación consta de una serie de cinco cuchillas en las cuales se introducirá por la ranura tipo poka yoke³, para realizar los cortes en la parte con alma de aluminio de la pieza.

³ El sistema poka yoke es una técnica en manufactura para evitar errores. Proporciona conceptos claros para minimizar defectos en los procesos relacionados con el personal o la máquina. Poka: errores inadvertidos, Yokeru: evadir.

Sistema creado por Shigeo-Shingo en los años 60's inicialmente llamado baka-yoke que significaba a prueba de tontos, con el tiempo cambió a poka yoke.

Una vez que se introduce la pieza pasará a lo largo de la serie de las cinco cuchillas, hasta que llegue al tope, una vez llegada la pieza al tope será el detonante para accionar las cuchillas y realizar los cortes en la pieza.

Este es un tope el cual será el centro de observación y caso de análisis para llegar a generar una mejora en el indicador de eficiencia y efectividad OEE.

La situación actual del tope que acciona la serie de cinco cuchillas dentro de la primera etapa del proceso de producción es un tornillo de cabeza hexagonal con una tuerca para su ajuste.



Ilustración 1 Pieza de cañuela Jetta A4 después Primera estación

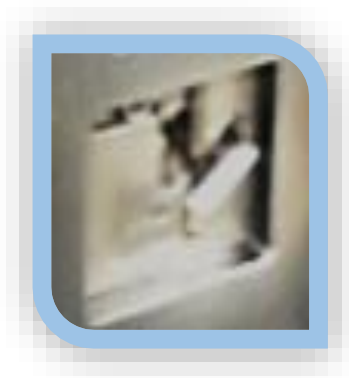


Ilustración 2 Entrada Poka Yoke de la Primera Estación



Ilustración 3 Primera

Estación (Serie de Cuchillas con Entrada Poka Yoke)



Ilustración 6 Primera Estación (Sistema de Activación de la Serie de Cuchillas)



Ilustración 4 Primera Estación (Pieza al Final de la Serie de Cuchillas)



Ilustración 5 Primera Estación (Tope Activador de Cuchillas)

Una vez terminado el proceso de las serie de las cinco cuchillas la maquinaria expulsará la pieza, la cual podrá ser tomada por el operador de la maquinaria y enviada a la segunda etapa del proceso de producción.

A lo largo de una jornada al no contar con un estándar específico para generar estabilidad y repetitividad en el tope, se presenta un tiempo de ajuste de 20 minutos por jornada laboral de 8 horas, aproximadamente.

Generando un disminución tanto en la disponibilidad de la maquinaria como gastos de producción, por las piezas que no se producen en ese lapso de micro parada.

3.2.2. Segunda Estación en el Proceso de Producción Cañuelas Jetta A4

En la segunda estación se cuenta con el principio del tope igual que en la primera, que consta de un tornillo de cabeza hexagonal. Este tope tendrá la misma función que en el de la primera estación, que será la el accionamiento de las cuchillas, en esta estación se cuenta con 2 cuchilla las cuales realizarán el corte en la parte plástica de la pieza.

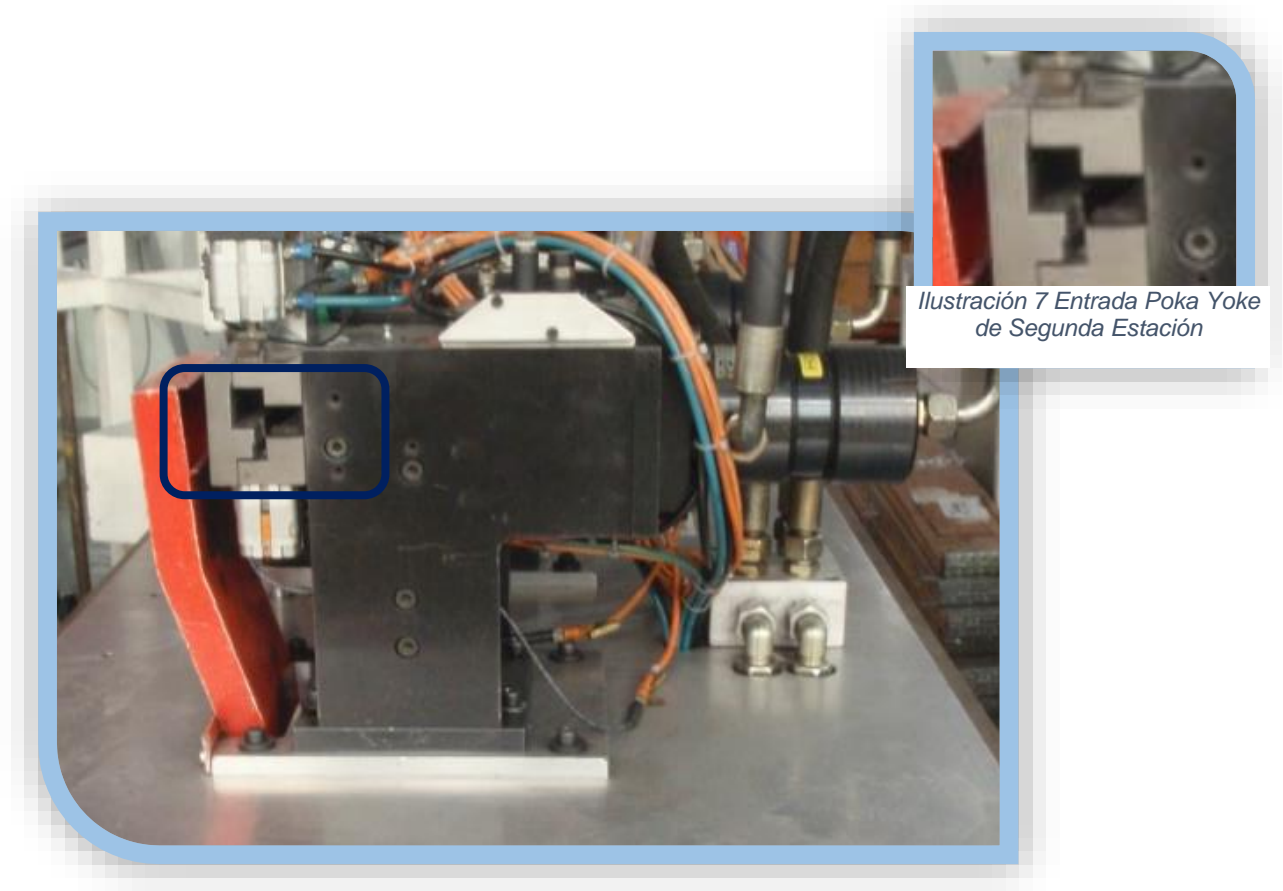


Ilustración 8 Segunda Estación con Entrada Poka Yoke



Ilustración 9 Pieza de cañuela Jetta A4 Después Segunda Estación

En esta etapa al solo tener como variante nuevamente el tope de las cuchillas se presenta inestabilidad constante en el proceso, con un periodo de ajuste de aproximadamente 5 minutos, por jornada laboral de 8 horas, nuevamente disminuyendo la disponibilidad de la maquinaria y aumentando los costos por piezas no producidas.

3.2.3. Tercera Estación en el Proceso de Producción Cañuelas Jetta A4

En esta tercera etapa el proceso cuenta con un punto origen; el cual se colocara la pieza después se someterse a la primera y segunda etapa. Dentro de la primera estación se realiza el corte que será utilizado para montarlo en el punto origen.

En esta estación no se generaran cortes en la pieza, en esta se definirá la longitud de la pieza para ser sometida a la medición para verificar que se encuentre dentro de los parámetros de calidad y ser empacadas para el cliente.

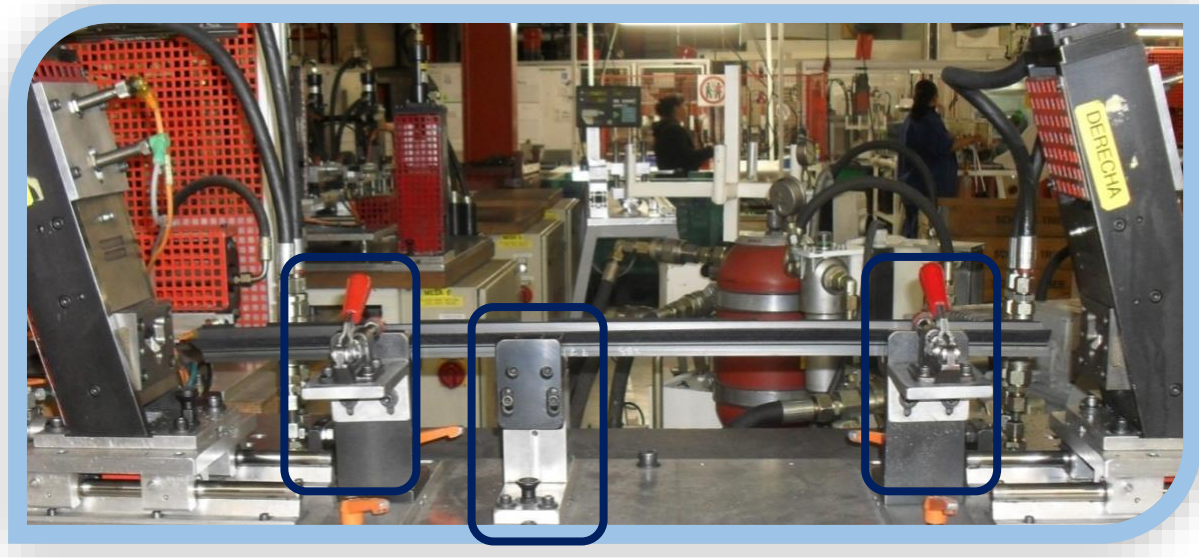


Ilustración 10 Tercera Estación (Base Origen y Clamps)

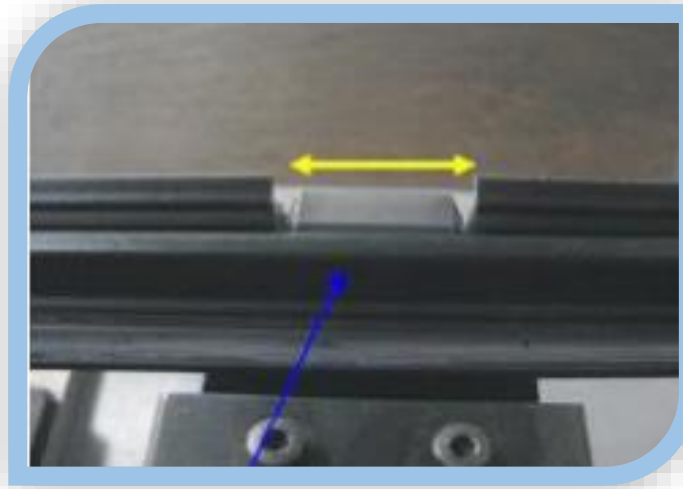


Ilustración 11 Pieza en Base Origen de Tercera Estación

Una vez colocada la pieza en la base origen, es asegurado la pieza para evitar movimientos con los Clamps colocados a lo largo de esta estación.

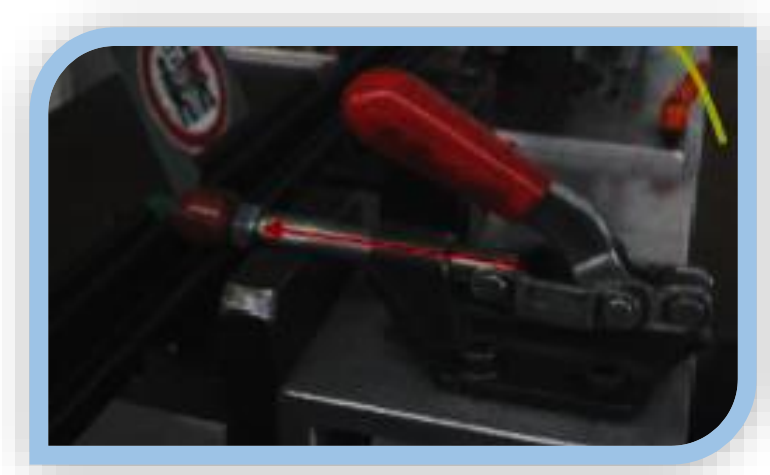


Ilustración 12 Pieza con los Clamps Accionados

Con la pieza asegurada, iniciara el proceso de corte por parte de las cuchillas, que delimitaran la longitud.

Para evitar daños en el operador se utiliza una botonera a dos manos, esto con el fin de que ambas manos se encuentren en la botonera a la hora de accionar las cuchillas, evitando un accidente al operador, ya sea golpe de las cuchillas o un corte en las manos.



Ilustración 13 Botonera a Dos Manos de Tercera Estación

Una vez accionada la botonera a dos manos se iniciará el recorrido las cuchillas en el eje x.

En esta estación se cuenta de igual manera que en las estaciones anteriores un tope que consiste en una placa con un tornillo. El cual al realizar el movimiento de la cuchilla en el eje X, todo el impacto generado por la chichilla impulsado hidráulicamente genera un desgaste constante en el tornillo.



Ilustración 14 Tercera etapa (tope de cuchillas)

Una vez que se realiza el desplazamiento de las cuchillas y se realizan los cortes, pasa la pieza a la medición para verificar si cumple con las especificaciones del cliente, de ser así pasarán a ser empacadas como producto final, de lo contrario serán piezas fuera de especificación consideradas como scrap⁴.

En esta última estación se genera la mayor cantidad de incidencias reportadas, y donde se concentra la mayor cantidad de tiempo por ajustes durante la jornada laboral de mínimo 20 minutos, y hasta un total de 3 horas en ajuste de

⁴ Scrap, piezas fuera de especificación, rechazos o desechos del proceso de producción.

la maquinaria. Estas mini paradas por ajuste generan una reducción en la velocidad de la maquinaria, aumentando los costos por piezas no producidas. Sin tomar en cuenta las piezas que se han desechado por estar fuera de especificación por parte del cliente.

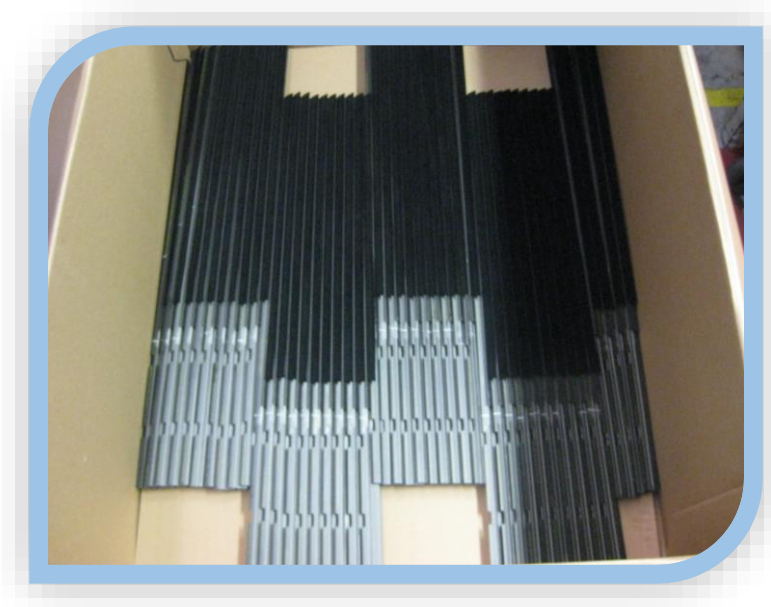


Ilustración 15 Empaque de Producto Terminado Cañuela Jetta A4

Derivado a que la maquinaria montada, sirve tanto para la versión derecha como izquierda. Un punto que actualmente se encuentra en observación y análisis es el proceso del cambio de versión. Esto es cuando se cambia de derecha a izquierda y viceversa.

El tener un cambio como se ha mencionado con anterioridad, es un paro programado, ya que indudablemente para la producción de otro producto cuando

se comparte la maquinaria en cualquier proceso de producción o administrativo, se debe contar con un paro programado, en el cual se efectuará dicho cambio.

La disponibilidad de la maquinaria dependerá de cuanto sea el tiempo de ajuste después del cambio de versión.

En las tres estaciones se ven afectadas derivado a que en cada versión se manejan medidas diferentes. Los cambios que se llevan a cabo en las estaciones que se describirán a continuación.

3.2.4. Primera Estación en el Cambio de Versión

Para realizar el cambio de versión en la primera etapa, se lleva a cabo:

- Movimiento en las cuchillas
- Ajuste en el tope para accionar las cuchillas
- Y cambio de posición de guía de la pieza.

Al iniciar cualquier cambio de versión se debe considerar el desconectar cualquier fuente de alimentación, tanto neumática como hidráulica y eléctrica, además de desconectar los conectores de las mismas para realizar los movimientos pertinentes.

Primero se extraerá la guía de la pieza ubicada en el cuarto puesto, ya que se realizará movimiento de cuchillas y esta cambiara de ubicación al tercer puesto y viceversa, Iniciando por aflojar los tornillos sujetadores de las cuchillas para

poder desplazarlas hasta las marcas; las marcas son realizadas por los operadores utilizando plumones, cinta, pluma o cualquier objeto que sirva de marca.

Una vez ubicados, se apretaran los tornillos para mantenerlos fijos a la hora de arrancar el proceso de producción.

Como cierre del cambio de versión en la primera etapa, el tope que será el que accione las cuchillas que se encuentra ubicado al final de esta serie de cuchillas, se tendrá que ajustar a prueba y error, aflojando y girando el tornillo del tope actual.

Esto lleva un tiempo aproximado de 10 minutos para poder dejar la maquinaria produciendo piezas dentro del estándar del cliente.

3.2.5. Segunda Estación en el Cambio de Versión

Para la segunda estación el único cambio que se realiza es respecto al tope que se encuentra al final; como se mencionó con anterioridad consiste únicamente en un tornillo con tuerca para realizar ajustes, sin un estándar o control para regular y asegurar la perpetuidad del proceso, para evitar micro paradas por ajuste.

Al igual que en la etapa uno, el proceso de medición para ver que se encuentren dentro de los estándares del cliente, es a prueba y error, con un promedio de 10 minutos por ajuste.

3.2.6. Tercera Estación en el Cambio de Versión

En esta etapa es la única que se lleva a cabo desmontaje de las cuchillas por completo, pues el corte que se realiza de manera sesgada, depende de la versión que se esté produciendo.

Para proceder al cambio, se inicia como se dijo a realizar todas las desconexiones de alimentación tanto hidráulica, neumática y eléctrica. Una vez realizada esta operación se cambian las cuchillas y fijan a la base para evitar movimiento durante el proceso.



Ilustración 16 Tercera Estación (Desmontaje de Cuchillas)

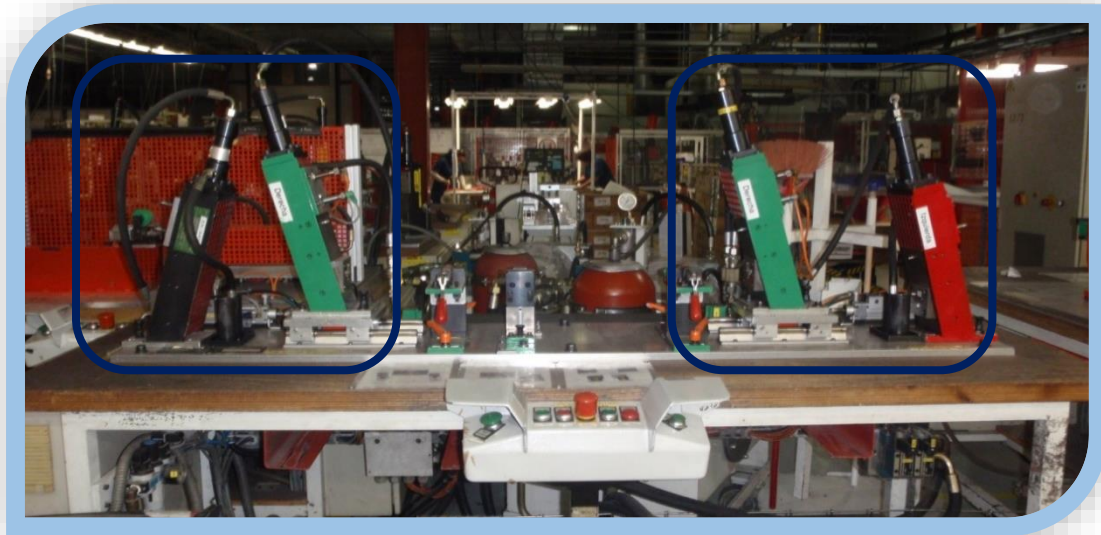


Ilustración 17 Tercera Etapa (Cuchillas)

Una vez montadas las cuchillas correspondientes a la versión a producir, le continúa dos movimientos más.

El primer movimiento es el de la base origen, con un giro de 180° y para saber la posición con respecto de la versión, se tiene marcado con plumón cuál es su ubicación aproximada, lo que genera al no tener una delimitación certera y constante para la colocación de este centro.

Y el segundo movimiento es el de los topes, los cuales se maneja igual que en las etapas anteriores que consiste en una placa con un tornillo y tuerca que da el ajuste de la longitud de la pieza.

Actualmente como se lleva a cabo el cambio de versión sin un estándar para generar repetitividad en cada cambio de versión, la verificación de que se

lleve a cabo el proceso de producción dentro de los estándares es mediante prueba y error.

En el ajuste de la maquinaria se tiene un tiempo promedio de 40 minutos por ajuste.

Si se retoman los tiempos de ajuste promedio se tiene un total de 60 minutos, afectando directamente el indicador OEE en el rubro de disponibilidad; esto es en un cambio de versión, sin olvidar que al tener un tope el cual se encuentra a constante fuerzas de carga generando un desgaste, ocasiona una inestabilidad en el proceso, causando micro paradas para su ajuste.

En general el tiempo óptimo de cambio de versión planificado es de 20 minutos en las tres estaciones, dicho parámetro fue el calculado y establecido a base de un registro que se llevó a cabo en el análisis para la generación de documentación y estandarización por parte del personal del departamento de calidad, en conjunto con el departamento de costos y producción, para ver la programación de producción de las piezas de cañuela Jetta A4 y costos de producción respectivamente.

3.3. CALIDAD

En el concepto de calidad. Las piezas deben de cumplir con estándar establecido por el cliente en relación a los cortes que se efectuaron en las etapas mencionadas con anterioridad.

Las medidas que se tienen cuentan con un margen de error que van desde el 0.5 hasta el 1.0 mm, por encima o por debajo de las medidas establecidas, dependiendo de cada corte.

Una pieza fuera de los estándares de las medidas establecidas no se detecta sino hasta la tercera etapa, por lo que si desde la primera etapa se encuentran fuera de especificación, al finalizar las tres etapas se producirá una pieza fuera de especificación. Dependiendo de las circunstancias puedes ser sometidas a re trabajos o completamente desechadas

Las medidas con las que se cuentan son:

Primera etapa

- 47.3 ± 1 mm
- $699,6 \pm 1$ mm
- 559.5 ± 1 mm
- $434,4 \pm 1$ mm
- $219,3 \pm 1$ mm

Segunda etapa

- 519.7 ± 1 mm
- 130.4 ± 1 mm

Tercera etapa

- Longitud 771 ± 0.5 mm

Las cuales para determinar la estabilidad del proceso actual, se realizará un seguimiento aleatorio de un proceso de producción en la situación actual analizando los resultados y llegar a una toma de decisiones para la mejora e impacto del indicador OEE.

Y como complemento el análisis de los costos para la relación que en cualquier compañía se desea ver reflejado, el aumento de la eficiencia y efectividad, al mejor costo posible, aumentando la utilidad y utilizando de la mejor manera los recursos para el proceso de producción cual sea.

El departamento de calidad encargado del seguimiento de la rastreabilidad y estabilidad del proceso, lleva un control con respecto del comportamiento del proceso. Los resultados se muestran de manera gráfica, haciendo posible el seguimiento y análisis del proceso actual.

Actualmente se cuenta con un promedio de 450 piezas fuera de especificación por cortes desplazados, en un lapso de la jornada laboral, esto es en relación al promedio estimado a lo largo del año.

3.4. DETECCIÓN DE LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS DETECTADAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL.

3.4.1. Averías

Las averías en el proceso de producción se observan y detectaron con la observación y análisis del proceso de producción de cañuelas Jetta A4, es la falta de estabilidad den el proceso de producción, causado por las averías que tiene de origen los topes de las cuchillas.

Como se ha descrito con anterioridad en las tres estaciones de producción, cuentan con un tope el cual no es una pieza sólida, sino es únicamente un tonillo

que se somete a esfuerzo por la descarga de las cuchillas, generando un desgaste.

La avería es intervenida por el departamento de mantenimiento, realizando los ajustes necesarios para subsanar la avería y dejar el proceso de producción nuevamente en condiciones de producción con piezas dentro del estándar de calidad solicitada.

Aun atendida la avería tiene impacto importante en las cuestiones de costos, eficiencia y efectividad, por ende causa un impacto importante en el indicador OEE, que va desde 15 minutos de ajuste por avería hasta 8 horas de ajuste.

Otra de las averías detectadas es cuando las cuchillas no se encuentran en condiciones óptimas para la producción, hablando directamente de cuestiones de mantenimiento.

Por otro lado estas averías no se presentan en el proceso de producción, ya que se lleva a cabo el reemplazo de cuchillas al iniciar la corrida de producción, y afiladas en el proceso de cambio de versión, teniendo el rubro de averías por cuchillas controlado y con un impacto despreciable en el cálculo, razón por la cual no será contemplado para cuestión de análisis.

3.4.2. Espera

En este rubro se engloba la espera en cuestiones de disponibilidad de la máquina. Una vez descritos los procesos de producción de las cañuelas Jetta A4, en conjunto con su cambio de versión en las tres estaciones, se cuenta con un tiempo de espera, para la entrega de la maquinaria.

Aun hablando en cuestiones de paros programados, puesto que inminentemente se requiere un cambio de versión para la producción del resto de las piezas, se puede llegar a minimizar el tiempo de espera, con una mejora en los tiempos de cambio.

La mejora en los tiempos de cambio va relacionado con la observación realizada al proceso de producción, donde se detectó la avería mencionada en el punto anterior. Lo que genera un tiempo de espera en lo que se realizan los ajustes necesarios en la maquinaria para garantizar la producción de piezas dentro de los estándares de calidad solicitadas por el cliente.

Recordando que se puede tener un tiempo de espera por un tiempo mínimo de minutos, hasta por un lapso de horas ocasionando grandes pérdidas en el proceso de producción.

3.4.3. Micro paradas

Las micro paradas se consideran menores a 5 minutos, ya sea por avería o por medición. En este caso el proceso de estudio que es el de producción de cañuelas Jetta A4, cuenta con la micro paradas cada 30 minutos.

Las micro paradas que tiene el proceso de producción, se deriva del control de calidad que se mantiene durante el proceso de producción. Esto se dio derivado de la inestabilidad del proceso que se llegó a la necesidad de tener un control de las medidas cada 30 minutos, durante los periodos establecidos en ocasiones no se detectaban cambios en las medidas, y se continuaba con el proceso de producción de manera normal, de detectar alguna medida en el límite inferior o superior, se procedía a realizar los ajustes en la maquinaria, convirtiéndose entonces de una micro parada a una avería.

3.4.4. Velocidad reducida

La velocidad reducida es una de las seis grandes pérdidas de la producción, ya que al reducirse la velocidad; el número de piezas producidas disminuye. Generando una perdida en piezas no producidas y en aumento de los costos.

La velocidad reducida se verá cuando se tiene micro paradas o averías, como consecuencia, en efecto dominó, desencadenada integrantes de estas seis grandes pérdidas del proceso de producción que sería averías y micro paradas; sin olvidar el impacto n los indicadores y costos de producción.

3.4.5. Desechos (SCRAP)

Estos desechos mayormente conocidos como scrap en la industria automotriz, son directamente todas las piezas fuera de especificación las cuales aun con un re trabajo no pueden ser rescatadas las piezas.

Utilizando el proceso antes descrito, la razón por la cual una pieza es enviada al scrap, es por su longitud. La longitud permitida es de 771 ± 0.5 al pasar el límite inferior no es posible generar un re trabajo, pues sería imposible agregarle de alguna manera longitud a la pieza, por lo que se procede a desecharla.

Otra causal de enviar las piezas al scrap sería al realizar los cortes ya sea aun la estación uno o dos, que se encuentren desplazados y a la hora de realizar el corte de longitud, no se encuentren a las distancias delimitadas de manera correcta, sin oportunidad de generar un re trabajo en la pieza.

Con este claro ejemplo es como en cualquier proceso productivo o administrativo donde se generen, produzcan o desarrollen actividades de manera errónea o fuera del estándar o especificaciones de calidad, las cuales no pueden ser corregidas por medio de un re trabajo; se pierde gran cantidad de las ganancias, subsanando lo que se dañó. A demás de generar un impacto negativo en los indicadores, se tiene un impacto inminente en los costos de producción puesto que a pesar de haber generado, producido o desarrollado algo fuera de especificación y estándar de calidad, genero un costo y requirió del uso de materia prima, maquinaria, mano de obra entre otros gastos.

3.4.6. Retrabajo

Cerrando con esta sexta gran perdida en un proceso de producción, involucra en cualquier proceso de producción o administrativo la inversión nuevamente de horas hombre y de recursos para alinear lo que esta fuera de estándares de calidad, para que cumplan con los requerimientos del cliente.

Dependiendo de la complejidad del proceso en el cual se tendrá que re trabajar será el impacto que se tenga, llegando generar un aumento en, costos, disponibilidad, y calidad.

En el caso muy particular de las piezas de cañuela Jetta A4, solo se someten las piezas que tiene excedido la longitud, ya que es la única manera en el que se tiene un rango para actuar y colocar las piezas dentro de especificación.

En este proceso en ocasiones es más económico el re trabajo que el desecho del mismo, no únicamente por los costos que ya género y el gasto de materia prima, esto va más a fondo pues para las cañuelas Jetta A4, al ser un perfil de extrusión cuenta con un alma de aluminio, lo que lo hace un material difícil de separar; aluminio – plástico, al mismos tiempo que el transporte y desecho de los mismo, pues no se puede separar como aluminio o como plástico.

CAPÍTULO IV. APLICACIÓN E IMPACTO DE INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN CAÑUELAS JETTA A4

Una vez que se ha seleccionado el proceso en el cual se desea intervenir en una empresa, ya sea un proceso administrativo o productivo, derivado de una baja eficiencia o efectividad, o simplemente con el objetivo de mejora en el proceso, se procede a someterlo a análisis.

Cada proceso al someterlo a análisis se debe realizar una observación a todo el proceso para determinar cuál será o serán las detonantes para intervenir y generar el impacto.

En el proceso de producción de cañuelas Jetta A4, se ha sometido a observación para que después de un análisis crítico y objetivo; se detecten las áreas de oportunidad para intervención en el proceso, y se obtenga el impacto en el indicador de eficiencia y efectividad en el proceso a intervenir.

En el desarrollo del capítulo IV, se mencionarán las decisiones que se tomaron en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4 en cada una de las estaciones para generar un impacto en el indicador de eficiencia y efectividad OEE.

El impacto se verá desde los diferentes factores que involucra el cálculo del indicador; disponibilidad, calidad y eficiencia. Siempre dando el análisis en costos a consecuencia de la implementación de nuevas decisiones en el proceso; con un comparativo de antes y después.

4.1. APLICACIÓN DE MEDIDAS PARA AUMENTO EN INDICADORES DE OEE EN LAS ESTACIONES DE PRODUCCIÓN.

4.1.1. Aplicación de Medidas para la Primera Estación

Como se describió en el proceso de producción anteriormente, se cuenta con un cuello de botella que es el ajuste de medidas a lo largo del proceso de producción.

El ajuste se lleva a cabo por medio del tornillo con el que se cuenta apretando y aflojando la tuerca. Como se sabe cualquier material que se someta a una fuerza de impacto por un periodo prolongado, sufre un desgaste si no está diseñado para la recepción de ese impacto.

El tornillo con que se cuenta no está diseñado para dicho desgaste, ya que cuenta con una cuerda que al ser dañada contantemente generando una variación de medidas, y el cuello de botella por cuestiones del tope actual no es únicamente durante el proceso de producción, sino también en el proceso de cambio de versión.

La decisión que se tomó para abatir el problema con las variaciones de las medidas a lo largo de proceso de producción como el cambio de versión fue la en conjunto con una correcta administración de los recursos, es la correcta colocación de un tope fijo el cual no se requiere la intervención de ajustes y se eliminan tiempos de cambio y micro paradas, que genera la reducción de velocidad.

Con un éxito del 100%, ya que de los 20 minutos que se requería en un proceso de producción para realizar ajuste en las medidas, se eliminó por completo los tiempos de ajuste a lo largo del proceso de producción.



Ilustración 18 Tope Primera estación antes y después

Otro de los puntos detectados como cuello de botella es el no contar con una estandarización en la ubicación de las cuchillas al realizar el cambio de versión por lo que en base a la observación realizada en el proceso de producción y en el análisis se tomó la decisión de colocar un bloque de identificación para la estandarización de la ubicación de las cuchillas en cada cambio de versión. Facilitando así el cambio de versión reduciendo los tiempos programados de paro por cambio de versión, con una reducción de tiempo al 50%. Esto es de 10 minutos en que se procesaba el cambio, se redujo a 5 minutos por cambio de versión.



Ilustración 19 Bloques de identificación para cambio de versión en primera estación

4.1.2. Aplicación de Medidas para la Segunda Estación

Durante la segunda etapa, el único detalle como en el caso anterior es el hecho de o contar con unas estandarización de las medidas; derivado del tope a base de un tornillo para el ajuste.

De la misma manera que en la primera estación se tomó la decisión de colocar un tope el cual fuera sólido, evitando el movimiento constante a causa del desgaste de las cuerdas del tornillo.

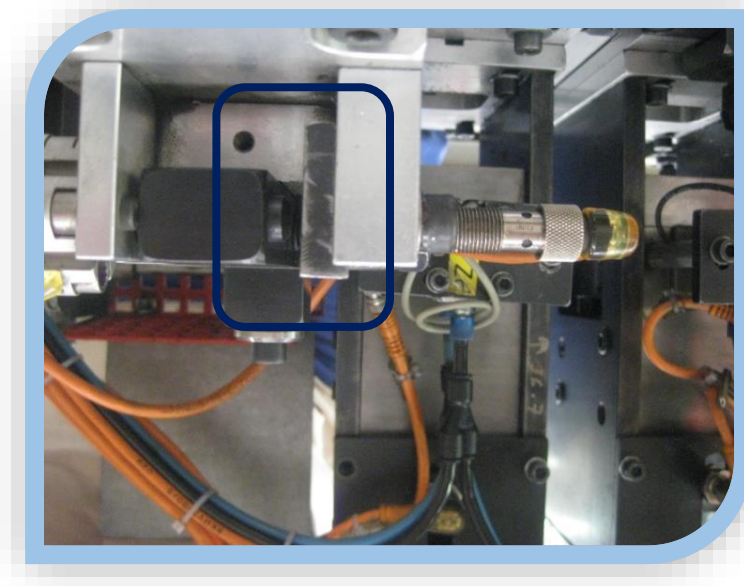


Ilustración 20 Tope segunda estación después

Gracias a la observación y análisis del proceso y la correcta administración de los recursos materiales de la empresa, se logró reducir al 30% el cambio de versión; esto es se reduce a 3 minutos el cambio de versión y en cuestiones de ajuste en el proceso de producción al 100%, esto es la eliminación de 10 minutos de ajuste en la producción junto con mitigación de micro paradas y reducción de velocidad.

4.1.3. Aplicación de Medidas para la Tercera Estación

En esta estación se detectaron los siguientes puntos en los cuales se tienen cuellos de botella tanto en el cambio de versión como en el proceso de producción, causando disminución en el tiempo disponible de la maquinaria, y piezas que son desechadas o consideradas para un re trabajo.

- Tiempos de ajuste en el proceso de producción
- Tiempo de cambio de versión

- Identificación correcta en la instalación de cuchillas en el cambio de versión

Para la mitigación de cada uno de los puntos resaltados durante la observación y análisis del proceso. Se tomaron medidas con el objetivo de generar un impacto los indicadores de efectividad y eficiencia OEE.

Iniciando por los tiempos de ajuste en el proceso de producción al contar con una variante de medidas causando micro paradas para proceder al ajuste. No obstante en esta estación es en donde se tiene mayor cantidad de piezas desechadas a razón de la variación de las medidas.

En el proceso para ajuste de medidas se llega a tener un paro de producción de mínimo 20 minutos hasta de 180 minutos. A causa del movimiento constante al cual está sometido el tornillo con función de tope, ya que a diferencia de las dos estaciones anteriores, esta cuenta con dos topes, haciendo de esta la estación más complicada por el ajuste de ambos topes, que delimitan la longitud de la pieza, y por ende la correcta distribución de los cortes anteriores a lo largo de la cañuela.

Para mitigar esa gran pérdida de tiempo, se tomó la decisión de aplicar el mismo principio que se ha desarrollado al momento que es la utilización de un tope fijo con medidas específicas para cada versión.

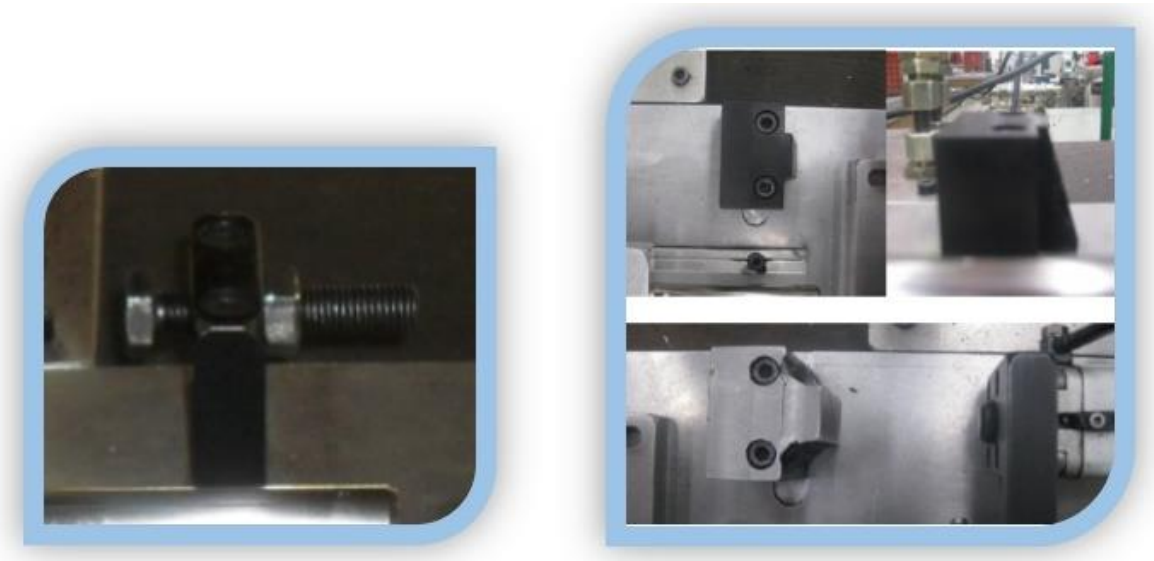


Ilustración 21 Tercera estación tope antes y después

En cuestión del tiempo en los cambios de versión como se comentó es una estación en la cual se cuenta con dos topes, generando inestabilidad en el proceso, ya que en cada cambio de versión es necesario el ajuste de las medidas, con el objetivo de tener una producción de cañuelas dentro de los parámetros solicitados por el cliente.

La creación de los topes fijos que se fabricaron con las especificaciones exactas de los requerimientos del proceso para cada versión, eliminó por completo los ajustes en el proceso de cambio de versión, por lo que el cuello de botella detectado en el cambio de versión fue abatido un 60%; pasando de 40 minutos que era el promedio de tiempo para realizar cambios de versión, a solo un periodo de 15 minutos por cambio de versión.

Por último lo observado en el proceso de cambio de versión, es la confusión en el cambio de versión en la tercera estación, recordando que en esta estación es la única que genera cambios en las cuchillas. Como medida para generar un impacto se basó en el uso de ayudas visuales, en este caso de identificación.

La ayuda visual que ayudo a mitigar la confusión fue el colocar colores de identificación tipo Check list para que el personal operativo lograra detectar cualquier anomalía antes de arrancar el proceso. Se llegó al objetivo pintando toda la parte frontal del equipo, de color verde o rojo dependiendo de la versión a trabajar.



Ilustración 22 Tercera estación antes de identificación por colores



Ilustración 23 Tercera estación después de la identificación por colores

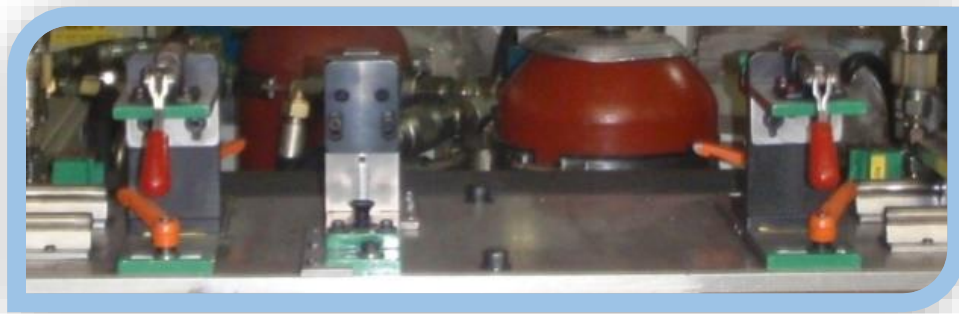


Ilustración 24 Tercera estación con identificación por colores en topes

Los colores como se nota en las ilustraciones anteriores que al realizar el cambio de versión se debe contar con todas las herramientas con identificación verde o roja, dependiendo de la versión a trabajar.

Con esta mejora se abatió la confusión de las herramientas para cada cambio de versión ya que al iniciar su proceso de producción a modo de Check list, se realiza una inspección visual y operativo de la maquinaria, destacando en

la revisión la verificación de las herramientas en el color de identificación a trabajar.

4.2. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS RESULTADOS EN EL INDICADOR OEE

4.2.1. Eficiencia

Realizando el cálculo de la eficiencia actual se tiene la fórmula que ayudará para el cálculo de la eficiencia del proceso en la situación actual.⁵

$$Eficiencia = \frac{1}{\frac{Capacidad\ Nominal}{\left(\frac{Tiempo\ de\ operación}{No.\ Total\ de\ Unidades}\right)}}$$

Se tienen $230 \frac{piezas}{hora}$, como tiempo de ciclo ideal; para las cuestiones del tiempo de operación se utilizará un promedio de las unidades de producción en los tres turnos; teniendo como producción real $180 \frac{piezas}{hora}$ en promedio en una jornada de 8 horas, por tanto.

$$Eficiencia = \frac{D}{C}$$

Donde:

D= Producción real

C= Producción prevista

⁵ Ecuación 6 de eficiencia.

$$Eficiencia = \frac{D}{C} = \frac{180 \frac{piezas}{hora}}{230 \frac{piezas}{hora}} = 0.7826$$

Ecuación 13 Cálculo de eficiencia proceso antes de intervención

El proceso actual tiene una eficiencia del 78.28%.

Con ese porcentaje de eficiencia en el proceso de producción se tiene un porcentaje bajo de la eficiencia en el proceso: de aquí la importancia de la observación, análisis y administración de los recursos para generar un impacto en los indicadores, ya que después de un de la aplicación de las decisiones e intervención en el proceso se logró un aumento en la eficiencia en el proceso de cañuelas a $220 \frac{piezas}{hora}$.

Realizando el cálculo con el nuevo valor de la eficiencia del proceso se obtiene:

$$Eficiencia = \frac{D}{C}$$

Donde:

D= Producción real

C= Producción prevista

$$Eficiencia = \frac{D}{C} = \frac{220 \frac{piezas}{hora}}{230 \frac{piezas}{hora}} = 0.9565$$

Ecuación 14 Cálculo de eficiencia proceso después de intervención

Esto es un porcentaje de 95.65% de eficiencia en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4.

Un notable cambio en el proceso de producción con un impacto positivo en el parámetro de eficiencia del indicador OEE con un aumento del 78.28% al 95.65% en los resultados del porcentaje.

4.2.2. Disponibilidad

En el parámetro de la disponibilidad se tiene el porcentaje más bajo dentro de los parámetros involucrados para el cálculo del indicador de efectividad y eficiencia OEE.

Basándose en el uso de la ecuación con los datos de las micro paradas, averías antes de la intervención se tiene en una jornada laboral:

Averías:

- Primera estación por 20 minutos
- Segunda estación por 5 minutos
- Tercera estación

- 20 minutos mínimo
- 180 minutos máximo
 - Total mínimo 45 minutos
 - Total máximo 205 minutos

Cambios de versión

- Primera estación 10 minutos
- Segunda estación 10 minutos
- Tercera estación 60 minutos.
 - Total 80 minutos

Cuando por estatutos de calidad requieren únicamente de 20 minutos siendo así el resto del tiempo en los cambios de versión considerados como averías a causa de los ajustes de las medidas en los topes inestables con los que se cuenta actualmente.

Se procederá a realizar el cálculo con el mínimo y máximo con respecto al tiempo en averías en la tercera estación además del tiempo del cambio de versión, ya que a pesar de que son micro paradas, genera una reducción en el cambio de la disponibilidad de la maquinaria.

Haciendo uso de las ecuaciones que se han mencionado anteriormente tanto en la descripción del término de disponibilidad como parte de los parámetros del indicador OEE, de manera inicial se utilizará la ecuación 9 para el cálculo.

$$Disponibilidad = \frac{B}{A}$$

Donde:

A: Tiempo disponible

B: Tiempo operativo

Calculando con el tiempo mínimo de averías se tiene:

$$Disponibilidad = \frac{B}{A} =$$

$$\frac{(Jornada\ laboral - Paros\ programado_{Cambio\ de\ versión}) - Averías + exceso\ en\ cambio\ de\ versión}{Jornada\ laboral - Paros\ programado_{Cambio\ de\ versión}}$$

$$Disponibilidad = \frac{(460\text{ minutos} - (95\text{ minutos}))}{(480\text{ minutos} - 20\text{ minutos})} = \frac{365\text{ minutos}}{460\text{ minutos}} = 0.7954$$

Ecuación 15 Cálculo de disponibilidad proceso antes de intervención mínimo de avería

Quiere decir el 79.34 % en el indicador OEE en el parámetro de Disponibilidad cuando se tiene el tiempo mínimo de ajuste.

Para el cálculo cuando se tiene el mayor tiempo registrado en una jornada laboral se tiene:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(460 \text{ minutos} - (255 \text{ minutos}))}{(480 \text{ minutos} - 20 \text{ minutos})} = \frac{205 \text{ minutos}}{460 \text{ minutos}} = 0.4457$$

Ecuación 16 Cálculo de disponibilidad proceso antes de intervención máximo de avería

Con el cálculo de la disponibilidad en el caso máximo de avería registrado en una jornada de ocho horas, se tiene un porcentaje de 44.57 % de este parámetro para el indicador OEE.

En cualquiera de los casos, tanto en el mínimo como en el máximo de tiempo por averías en el proceso involucrando el cambio de versión y el proceso de producción, se obtiene un porcentaje bastante bajo, ya que se tiene desde el 43.33% a un 79.98% como máximo en este parámetro.

Recalculando la importancia que se tiene de la eficiencia y efectividad de los procesos ya sean administrativos u operativos, se debe llevar a cabo a través de la observación y análisis, para posteriormente llegar a una toma de decisiones, las cuales generan impacto en los rubros que son clave para el cálculo del indicador de eficiencia y efectividad OEE, generando no solo impacto en la eficiencia y efectividad del proceso si no en la calidad y costos de producción. En el proceso de producción de cañuelas Jetta A4 se obtienen los siguientes alcances:

- Se eliminaron por completo las averías ya que no requiere de ajuste a lo largo del proceso de producción de cañuelas Jetta A4.
- En el proceso del cambio de versión se logró ajustar con un valor muy cercano al establecido por el departamento de calidad con un

valor actual de 23 minutos con el calculado por calidad de 20 minutos.

- La confusión de la instalación de la maquinaria dependiendo de la versión a trabajar a través de la identificación colorimétrica.

Realizando los cálculos con los nuevos valores se tiene.

$$Disponibilidad = \frac{B}{A} =$$

$$\frac{(Jornada\ laboral - Paros\ programado_{Cambio\ de\ versión}) - Averías}{Jornada\ laboral - Paros\ programado_{Cambio\ de\ versión}}$$

$$Disponibilidad = \frac{(460\text{ minutos} - 23\text{ minutos})}{(480\text{ minutos} - 20\text{ minutos})} = \frac{437\text{ minutos}}{460\text{ minutos}} = 0.9500$$

Ecuación 17 Cálculo de disponibilidad proceso después de intervención

Gracias a esta intervención con base a la observación, análisis, administración de recursos y decisiones para la intervención se logró un 95% en el rubro de la disponibilidad para el cálculo de la eficiencia y efectividad OEE, en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4, creando un impacto no solo en este ámbito, si no en los aspectos de costos de producción y calidad.

4.2.3. Calidad

En el área de calidad se tiene como se comentó un promedio de 450 piezas en cada jornada laboral, esto es de 8 horas. Con la ecuación 8 se tiene que:

$$Q = \frac{\text{No. de Unidades Conformes}}{\text{No. de unidades Totales}}$$

$$Q = \frac{\left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (8 \text{ horas}) - 400 \text{ piezas scrap}}{\left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (8 \text{ horas})} = \frac{1440 \text{ piezas}}{1840 \text{ piezas}} = 0.7826$$

Ecuación 18 Cálculo de calidad del proceso antes de intervención

Hablando de porcentaje se tiene una calidad en el proceso de producción del 78.26%, en el cual hablando en el área de calidad se tiene un proceso con el 21.74% de piezas fuera de especificación, que podría causar el envío de piezas sin el estándar de calidad solicitada por el cliente de manera errónea, además del incremento en las piezas scrap y por ende el aumento de costos.

Después de la intervención que se llevó a cabo en las tres estaciones se redujeron únicamente a 120 piezas, y fueron por cuestiones de limpieza, mantenimiento e inspección de la maquinaria.

Las piezas fuera de especificación se derivan a que el personal de mantenimiento lleva a cabo la lubricación de las cuchillas, además del afilado de las cuchillas. Dichas piezas ya no se consideran para re trabajo por lo que se van directamente a scrap.

Realizando el cálculo de la calidad en el proceso con la nueva cantidad de piezas con ayuda de las ecuaciones se tiene:

$$Q = \frac{\text{No. de Unidades Conformes}}{\text{No. de unidades Totales}}$$

$$Q = \frac{\left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (8 \text{ horas}) - 120 \text{ piezas scrap}}{\left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (8 \text{ horas})} = \frac{1720 \text{ piezas}}{1840 \text{ piezas}} = 0.9347$$

Ecuación 19 Cálculo de calidad del proceso después de intervención

Con esto se logra un aumento en el porcentaje de la calidad del proceso de producción de cañuela Jetta A4 a un 93.47%.

4.2.4. Cálculo del indicador de eficiencia y efectividad OEE

Realizando un comparativo se tiene los resultados de los diferentes rubros que integra el indicador OEE antes de la intervención son:

- Eficiencia⁶
78.26%
- Disponibilidad⁷

⁶ Resultado de la ecuación 13

⁷ Resultado de las ecuaciones 15 y 16

- i. Mínimo de avería 79.34%
- ii. Máximo de avería 44.57%

- Calidad⁸
78.28%

Cálculo de OEE antes de la intervención

$$OEE = \left(\frac{B}{A}\right) * \left(\frac{D}{C}\right) * \left(\frac{F}{E}\right)$$

Donde:

$$Disponibilidad = \frac{B}{A} \quad Eficiencia = \frac{D}{C} \quad Calidad = \frac{F}{E}$$

Por tanto realizando la sustitución se obtiene:

$$OEE = (Disponibilidad) * (Eficiencia) * (Calidad)$$

Ecuación 20 Ecuación 20 Ecuación de OEE desglosada

Los cuales han sido calculados con anterioridad, recordando que en el cálculo de la disponibilidad se cuentan con dos resultados, el mínimo de tiempo de avería y el máximo de tiempo de la avería, el cual serán calculados de la misma manera.

⁸ Resultado de la ecuación 17

Sustituyendo los valores del mínimo de tiempo de avería; se obtiene la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} OEE &= (Disponibilidad) * (Eficiencia) * (Calidad) \\ &= (0.7826) * (0.7934) * (0.7826) = 0.4859 \end{aligned}$$

Realizando el análisis del resultado del cálculo del OEE se tiene el valor de 48.59%, con respecto la tabla mencionada en el capítulo II, tabla 2, para un OEE<60% es inaceptable, en el cual menciona que el proceso tiene importantes pérdidas económicas y con una muy baja competitividad.

Recordado que se cuenta con un tiempo máximo de avería que es de 180 minutos, en los cuales se obtuvieron valores de los parámetros del OEE distintos, se realizará el cálculo con los siguientes valores.

$$\begin{aligned} OEE &= (Disponibilidad) * (Eficiencia) * (Calidad) \\ &= (0.7826) * (0.4457) * (0.7826) = 0.2729 \end{aligned}$$

Con el tiempo de avería máxima en una jornada laboral de 8 horas, se cuenta con un OEE del 27.29%, por ende es de la misma manera un porcentaje que indica que es un proceso con efectividad y eficiencia inaceptable, ya que tiene muy baja competitividad y por ende genera una gran fuga y perdidas económicas.

Dentro de los valores de OEE que se han reflejado antes de la intervención se llega a cubrir los requerimientos del cliente, hablando de los términos la compañía es efectiva ya que cubre los requerimientos pero el proceso no es

eficiente, ya que no se llega a cubrir el objetivo con la correcta administración de recursos, el cual es clave para ser una compañía competitiva.

Esto es únicamente hablando de indicadores ya que en cuestiones de costos se puede realizar un comparativo del costo de producción antes de la intervención y después de la intervención y verificar con las pérdidas en el proceso, con el cálculo después de la intervención, con el costo de producción después de la intervención para analizar cuál es el impacto de los indicadores tanto de eficiencia, efectividad y costos de producción.

B) Cálculo del OEE después de la intervención

Recordando lo realizado en los puntos subtemas anteriores, se realizaron los cálculos de los diferentes parámetros que comprende el indicador OEE, posterior a la intervención en el proceso, teniendo una variación en los resultados, generando un nuevo porcentaje en el indicador, los siguientes resultados.

- Eficiencia⁹

95.65%

- Disponibilidad¹⁰

95.00%

- Calidad¹¹

93.47%

⁹ Resultado de la ecuación 13

¹⁰ Resultado de las ecuaciones 15 y 16

¹¹ Resultado de la ecuación 17

Una observación con respecto de los datos proporcionados es que después de la intervención no se cuenta con mínimo y máximo de avería, derivado de que la intervención eliminó por completo toda avería existente, por lo que lo que afecta el porcentaje de la disponibilidad es con respecto a los cambios de versión, detallados en el tema anterior.

Realizando la sustitución en la ecuación de OEE se obtiene:

$$\begin{aligned} OEE &= (\textit{Disponibilidad}) * (\textit{Eficiencia}) * (\textit{Calidad}) \\ &= (0.9565) * (0.9500) * (0.9347) = 0.8493 \end{aligned}$$

Como se observa se tiene un incremento en el indicador OEE que se ha calculado en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4 de 84.93%, lo que genera este porcentaje de acuerdo a la Tabla 2, del capítulo II entra el porcentaje en una clasificación buena con valores de World Class, que lo convierte en un proceso competitivo.

Es la importancia de que un proceso de producción no es solo generar o producir las piezas que solicita el cliente, si no generar o producir las piezas que solicita el cliente, con la mejor administración de recursos, ya que esto lleva a un impacto en el costo de producción.

4.3. ANÁLISIS DEL LOS RESULTADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

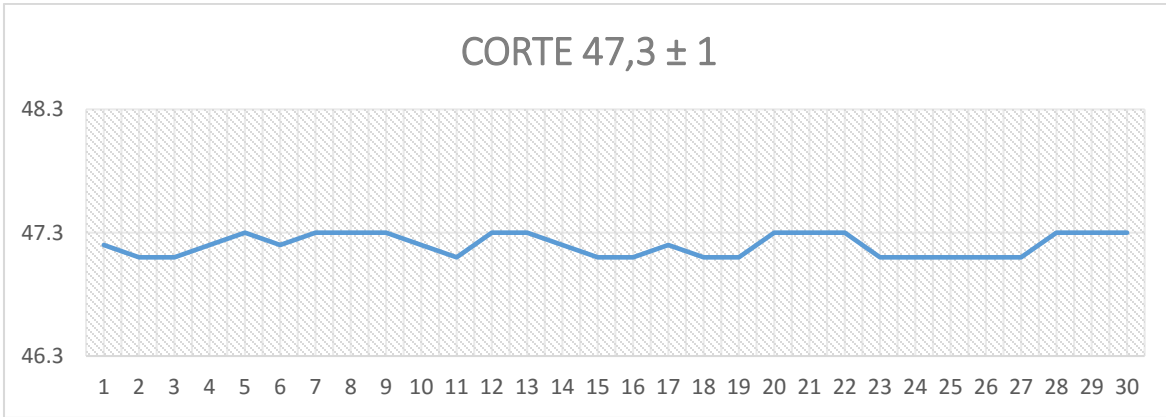
Para la liberación del proceso de producción y estar bajo un sistema de calidad para la liberación del proceso. Se requiere realizar una corrida de prueba para realizar un análisis de la intervención ahora en el aspecto de la calidad y estabilidad en el proceso de producción.

El departamento encargado de la liberación solicitó la corrida de 5520 piezas separadas según hora de producción, para que al finalizar la corrida de producción, se procediera a la revisión de las medidas de manera aleatoria. Las medidas proporcionadas por el departamento de calidad, fueron graficadas como monitoreo del comportamiento de las medidas en la corrida de prueba.

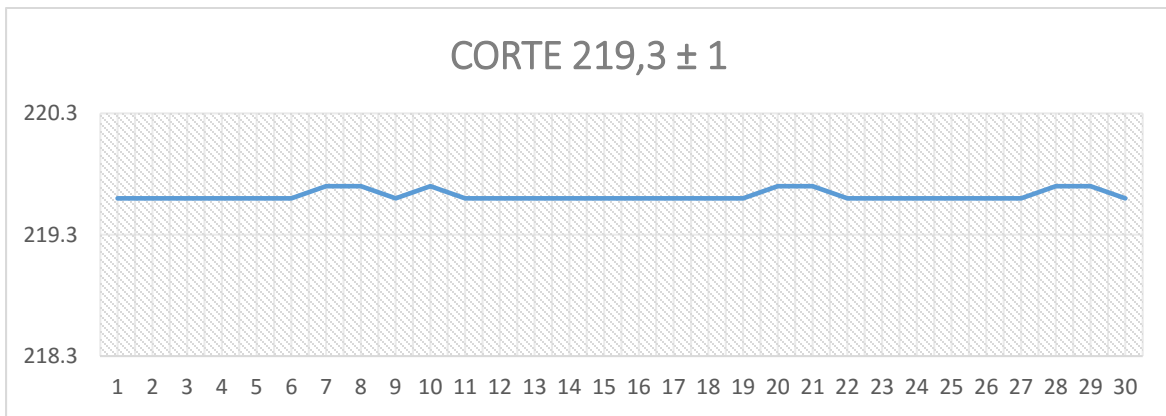
Los resultados se encuentran dentro de los límites establecidos por el cliente, lo que lleva a tener un proceso de producción estable evitando averías y micro paradas para su ajuste.

Los resultados se mostraron ante el departamento de producción para que se compartiera la información de costos para realizar el análisis y demostrar en costos el impacto de contar con un proceso efectivo y eficiente.

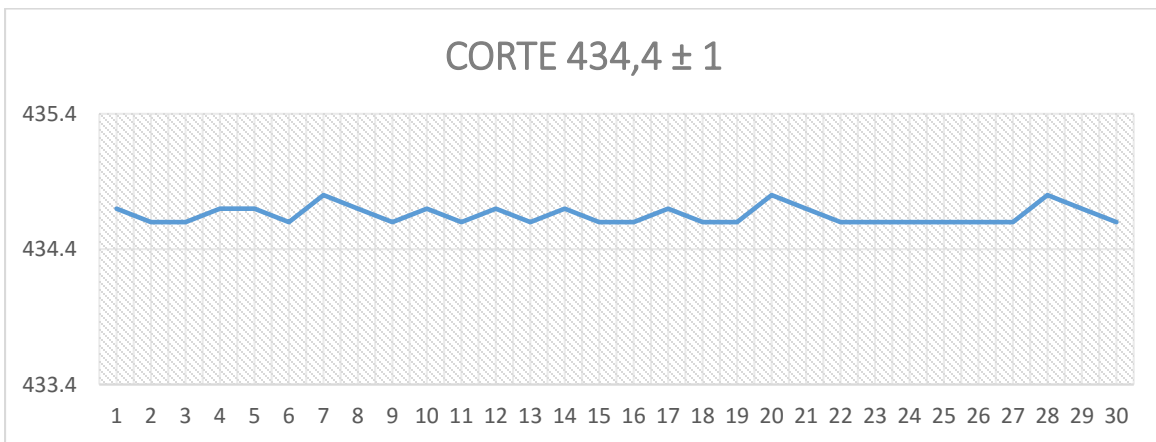
Los resultados en la corrida de prueba para la versión 01, son los siguientes:



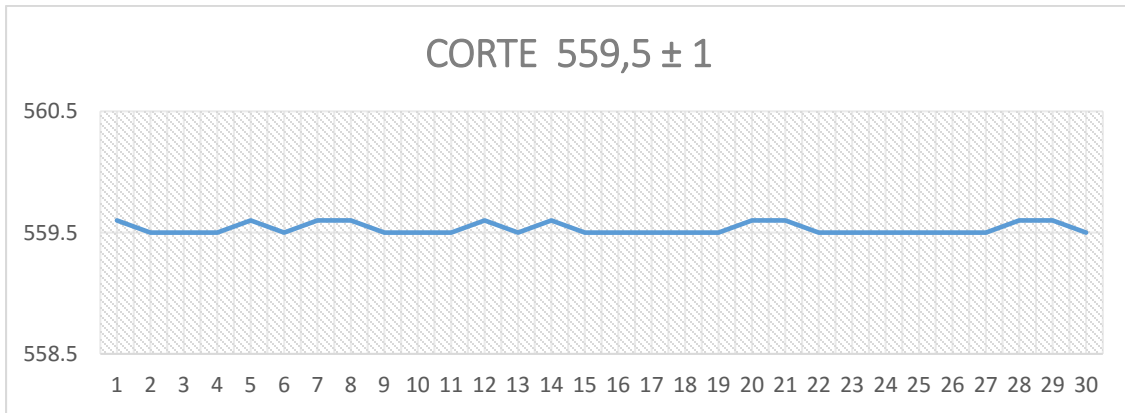
Gráfica 1 Corte 47.3mm Versión 01



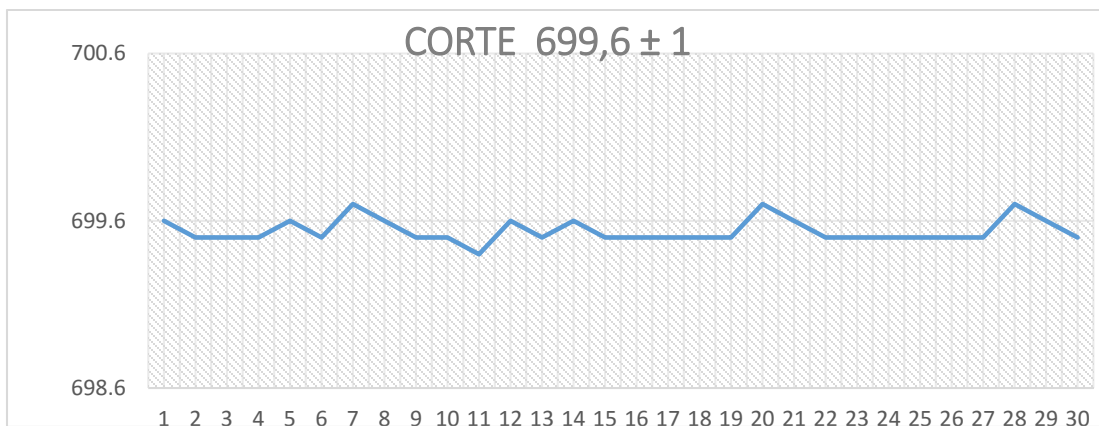
Gráfica 2 Corte 219.3mm Versión 01



Gráfica 3 Corte 434.4mm Versión 01



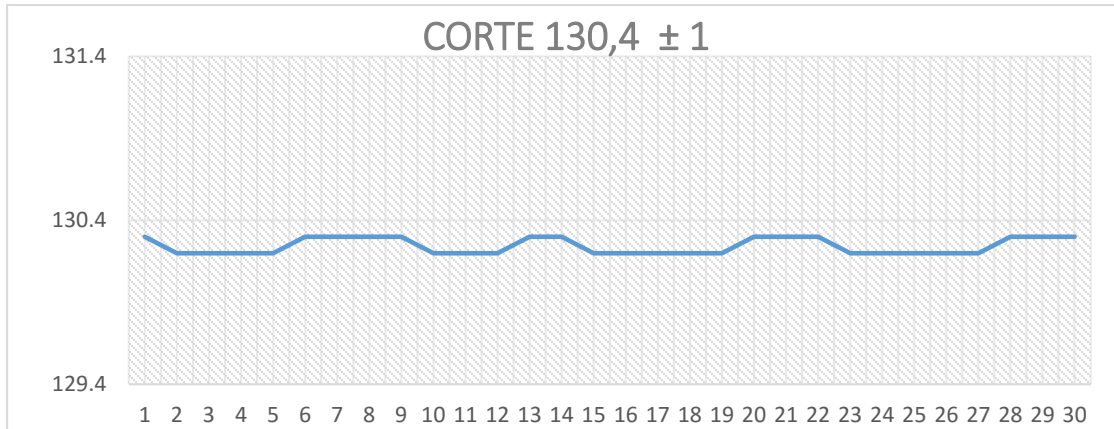
Gráfica 4 Corte 559.5mm Versión 01



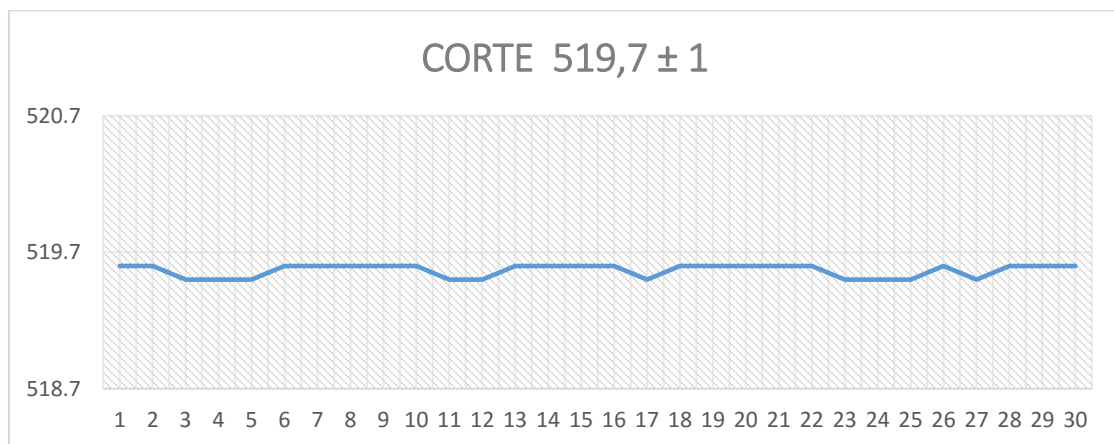
Gráfica 5 Corte 699.6mm Versión 01

Las gráficas correspondientes a las primera estación de la serie de cinco cuchillas, se mantuvo estable a lo largo de todo el proceso de producción, encontrando el corte de 559.5mm como el más estable y cercano a la medida exacta requerida por el cliente, el resto de los cortes, con tendencias a los limites inferiores y superiores, sin llegar a ellos, con una variación aproximada de 0.01mm a 0.1mm, haciendo del proceso, un proceso estable, sin variación y eliminando las seis grandes pérdidas en un proceso de producción, por averías, tiempos de espera, micro paradas, scrap y evitando el re trabajo que genera mayores costos.

Las siguientes dos gráficas se realizan en la segunda estación, ya que estas son en la parte plástica de la pieza y corresponden a las dos cuchillas instaladas en esta estación.



Gráfica 6 Corte 130.4mm Versión 01



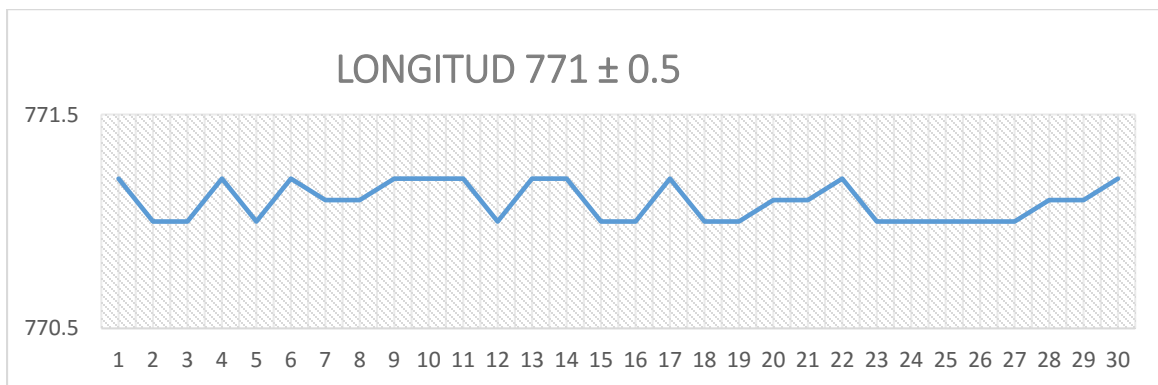
Gráfica 7 Corte 519.7mm Versión 01

A pesar de que en las gráficas de la segunda estación¹² lleva a cabo una tendencia hacia los límites inferiores, se encuentra dentro de los parámetros permisibles por el cliente. Por lo que calidad y producción libera el proceso ya que es únicamente una variación promedio de 0.2mm, cuando el parámetro de variación es de ± 1 mm.

¹² Gráfica 6 y Gráfica 7 corresponden a segunda estación.

En la gráfica que corresponde a la longitud¹³, se tiene una variación más notable, derivado al equipo hidráulico que se utiliza. La estación hidráulica utilizada en esta estación sufre de una eficiencia baja, esto por el tiempo útil de vida de los equipos, el cual su eficiencia va en decadencia con forme al paso del tiempo.

En esta tercera estación; estación responsable de darle la longitud a la pieza era una de las estaciones más inestables antes de la intervención. Una vez que se realizó la observación en el proceso de producción, se llegó a la conclusión de que se convirtió en un proceso estable, ya que a pesar de su fluctuación en ningún momento llegó a los límites inferiores o superiores.

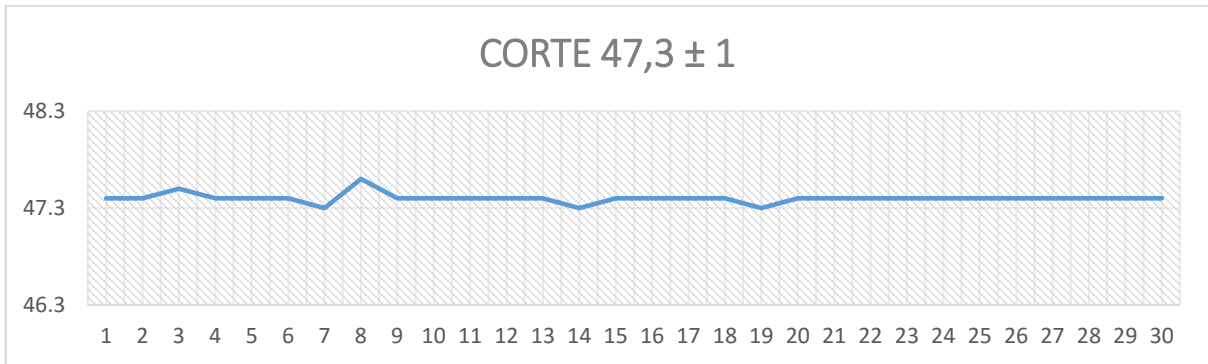


Gráfica 8 Corte Longitud 771 Versión 01

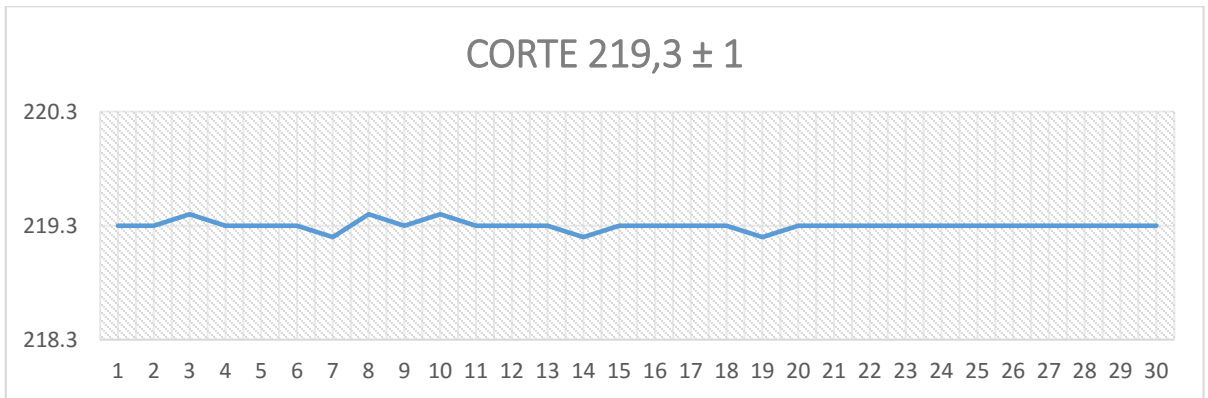
Como resultado de la corrida de prueba de la versión 01 se aprobaron las intervenciones realizadas al proceso de producción de cañuelas Jetta A4, tanto por el departamento de calidad como el de producción.

¹³ Gráfica 8 correspondiente a la longitud

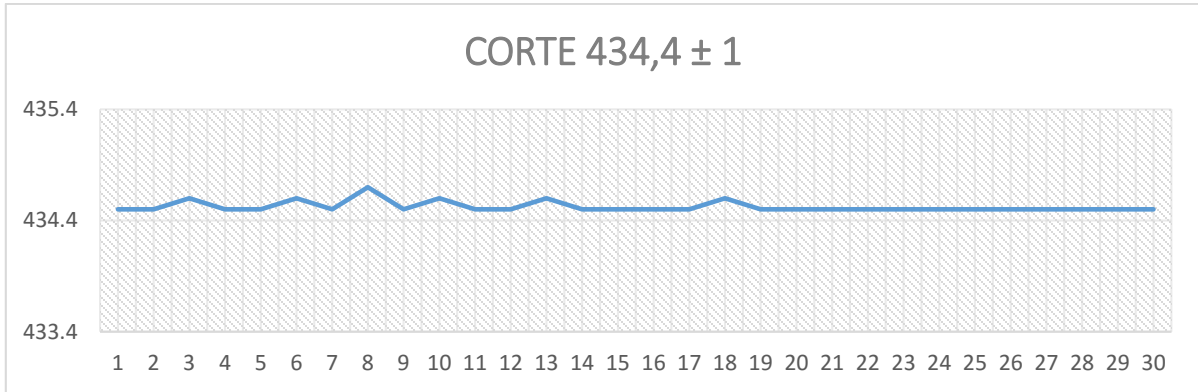
Realizando ahora una corrida para la liberación del proceso para la versión 02, se obtiene ahora los siguientes gráficos.



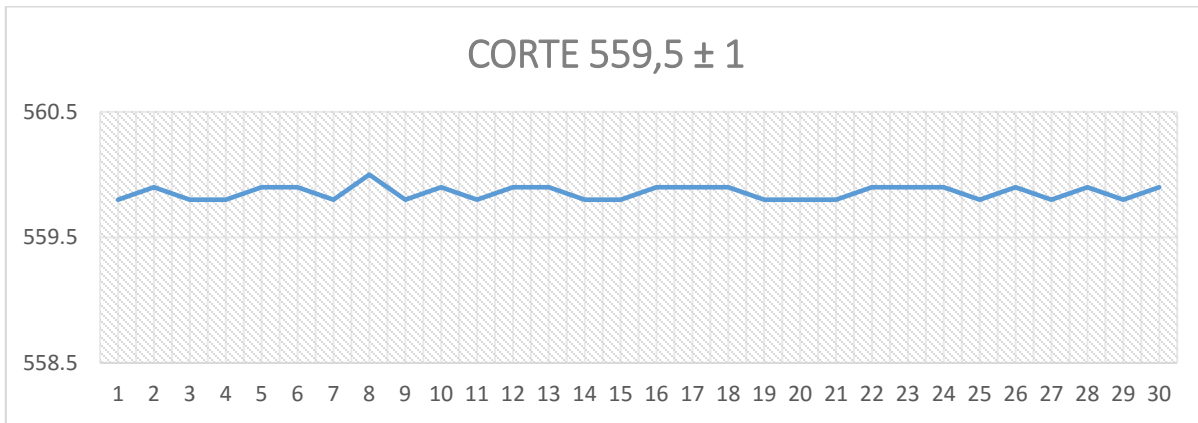
Gráfica 9 Corte 47.3mm Versión 02



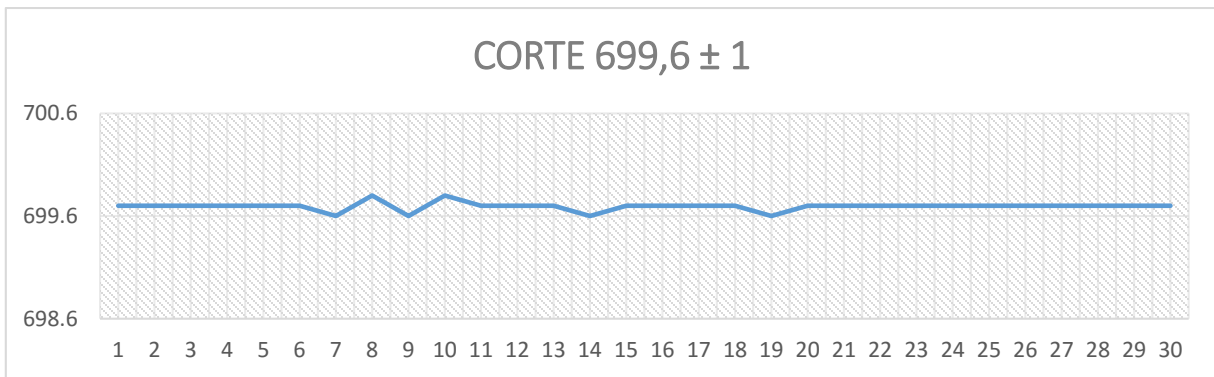
Gráfica 10 Corte 219.3mm Versión 02



Gráfica 11 Corte 434.4mm Versión 02



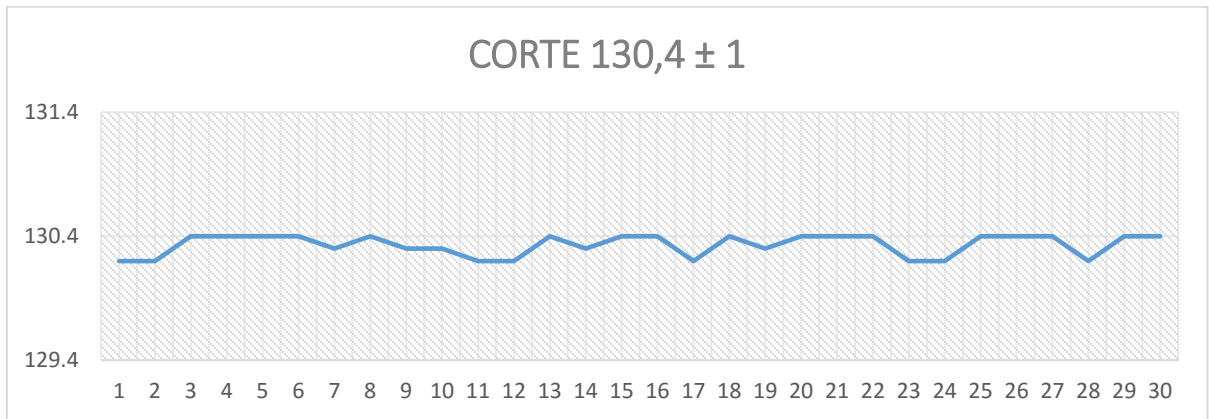
Gráfica 12 Corte 559.5mm Versión 02



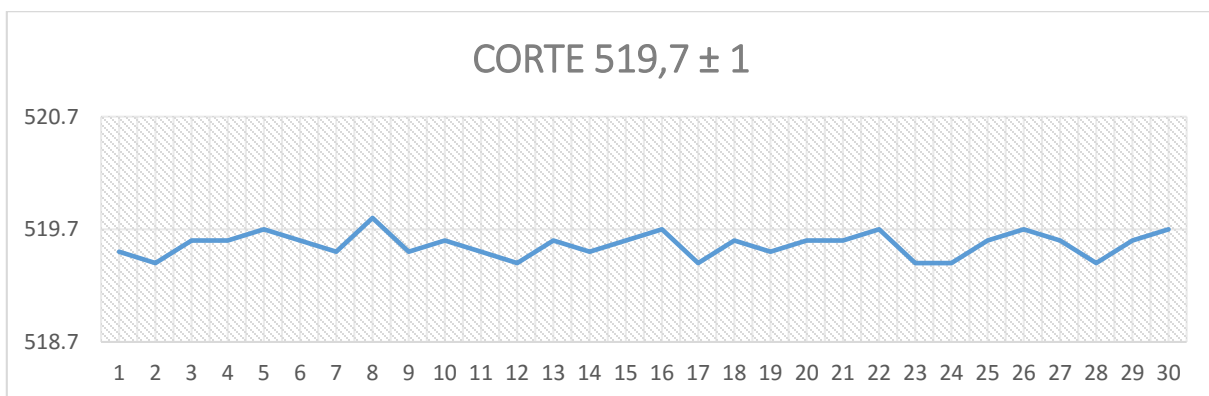
Gráfica 13 Corte 699.6mm Versión 02

En los resultados de los cortes, con respecto a la serie de cinco cuchillas de la primera estación¹⁴, se logra observar un comportamiento con tendencia a lo lineal, dando como resultado a la intervención una mejora en la estabilidad en el proceso de producción con la reducción de las siete perdidas en un proceso de producción, las cuales tienden a cero. Teniendo como resultado un aumento en la eficiencia y efectividad en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4.

Al pasar las piezas de la primera estación, es sometida a la segunda estación donde se obtienen los siguientes datos.



Gráfica 14 Corte 130.4mm Versión 02

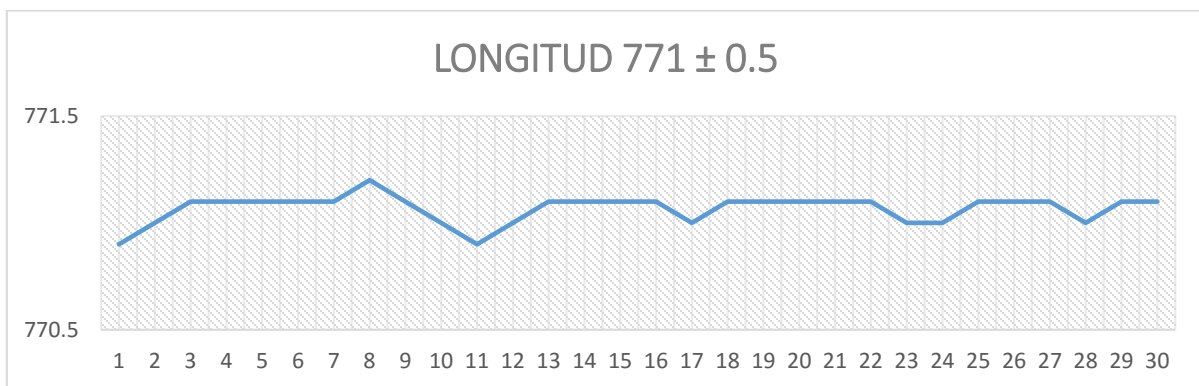


Gráfica 15 Corte 519.7mm Versión 02

¹⁴ Gráficas 9, 10, 11, 12 y 13 corresponden a la primera estación.

En relación a los resultados en la segunda estación se tiene una variación con tendencia al límite inferior, en ambos cortes, con una diferencia de 0.3mm con respecto a lo requerido por el cliente. Se tiene dentro de lo parámetro permisibles sin tocar los límites inferiores, por lo que el proceso de producción de cañuelas Jetta A4, es un proceso estable ya que las fluctuaciones calidad las considera normales por la maquinaria en uso.

Por último se tiene el corte en la tercera estación en donde al igual que en la versión 01, a pesar del equipo hidráulico con que cuenta esta tercera estación, se tiene un proceso de producción estable, el cual en ningún momento de la corrida de prueba llego a tocar el límite inferior o superior.



Gráfica 16 Corte Longitud 771 Versión 02

Declarando así la aprobación por el departamento de calidad y producción, el proceso de producción después de la intervención, que se basó en la observación y análisis, al realizar el cálculo del indicador OEE, y detectando las áreas de oportunidad en el proceso de las diferentes estaciones involucradas.

Al realizar el cálculo del OEE con los parámetros que lo involucra, se detectan las áreas de oportunidad en las cuales se debe aplicar una correcta

administración de recursos generando el aumento de la efectividad del proceso de producción y por ende aumenta el porcentaje del indicador y en los parámetros involucrados.

El impacto además de verse reflejado en el porcentaje del indicador OEE, se puede ver de una manera más tangible al tener un comparativo en los valores que se tiene antes de la intervención con la actual, demostrando así, la eficiencia de la intervención, y la eficacia con la que se llegó al resultado deseado en cualquier proceso de producción, reducción de costos, aumentando la productividad, mayor producción a menor costo, recordando siempre el distintivo de la calidad.

4.4. ANÁLISIS DEL IMPACTO ECONÓMICO POR BAJA EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para analizar los costos que tiene el proceso de producción en una jornada laboral se tomarán los datos que se han utilizado de igual manera en el cálculo de los parámetros del indicador OEE.

En conjunto con los datos de la producción antes y después de la intervención se tienen los datos de la los costos fijos y costos de producción por pieza, que por cuestiones de privacidad de la compañía no serán detallados, los cuales son los siguientes¹⁵:

¹⁵ Tabla 3, mencionada en el capítulo III

Costo	Concepto	Tiempo
\$ 6,499.00 ¹⁶	Costos fijos	1 hora
\$ 28.25	Costo fijo por pieza	1 pieza
12.3 usd ¹⁷	Precio de venta por pieza	1 pieza

Por lo que se procederá al cálculo de los diferentes impactos en costos; desde impacto de las piezas no producidas derivado de averías y micro paradas y el costo de producción de piezas fuera de especificación del cliente.

Para iniciar con el cálculo de los costos se tienen los siguientes datos que han sido los utilizados a lo largo del desarrollo del proceso y con la corrida de prueba para la liberación del proceso:

4.4.1. Producción

- Ciclo ideal de producción: $230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}$

$$\text{Producción ideal} = \left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (8 \text{ horas}) = 1840 \text{ piezas}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo fijo de producción ideal} &= (1840 \text{ piezas}) \left(\$ 28.25 \frac{\text{pesos mxn}}{\text{piezas}}\right) \\ &= \$ 51\,980 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

¹⁶ Costos proporcionados por el departamento de calidad de la compañía, por cuestiones de privacidad no se desglosa la información.

¹⁷ Los costos de piezas están dados en dólares, derivado a la constante fluctuación del dólar.

$$\text{Costo de piezas producidas} = (1840 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}} \right) = \$ 22\,632 \text{ usd}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas en pesos mxn} &= (\$ 22\,632 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 391\,584.6912 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

$$\text{Utilidad} = (\text{Costo de piezas producidas}_{(\text{mxn})}) - (\text{Costo fijo de producción}_{(\text{mxn})})$$

$$\begin{aligned} \text{Utilidad} &= (\$ 391\,584.6912 \text{ pesos mxn}) - (\$ 51\,980 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 339\,604.6912 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Para el ciclo ideal se obtienen que la diferencia entre los costos fijos y la ganancia con respecto al costo de venta de las piezas es de \$339 604.6912 pesos mxn. Teniendo ya el análisis de costo del ciclo ideal realizaremos el costo en los diferentes escenarios mencionados y analizados con anterioridad, antes y después de la intervención.

➤ Producción antes de la intervención $180 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}$

$$\text{Producción antes de la intervención} = \left(180 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}} \right) (8 \text{ horas}) = 1\,440 \text{ piezas}$$

$$\text{Costo de piezas producidas} = (1\,440 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}} \right) = \$ 17\,712 \text{ usd}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas en pesos mxn} &= (\$ 17\,712 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 306\,408.744 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Utilidad antes de intervención} &= (\$ 306\,408.744 \text{ pesos mxn}) - (\$ 51\,980 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 254\,428.744 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Utilizando una diferencia entre las utilidades del proceso ideal con la utilidad del proceso antes de la intervención, arrojará la utilidad que se ha perdido a causa de una baja efectividad y eficiencia en el proceso, teniendo como resultado:

$$\text{Utilidad perdida} = (\text{Utilidad en proceso ideal}) - (\text{Utilidad antes de intervención})$$

$$\begin{aligned} \text{Utilidad perdida} &= (\$ 339\,604.6912 \text{ pesos mxn}) - (\$ 254\,428.744 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 85\,175.9472 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Ahora se realizara el cálculo después de la intervención en donde la producción a lo largo de la jornada aumento, a consecuencia de la intervención realizada en el proceso.

➤ Producción después de la intervención $220 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}$

$$\text{Producción despues de la intervención} = \left(220 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (8 \text{ horas}) = 1\,760 \text{ piezas}$$

$$\text{Costo de piezas producidas} = (1\,760 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}}\right) = \$21\,648 \text{ usd}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas en pesos mxn} &= (\$ 21\,648 \text{ usd}) (\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) = \\ &= \$ 374\,499.576 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Utilidad después de la intervención} &= (\$ 374\,499.576 \text{ pesos mxn}) - (\$ 51\,980 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 322\,519.576 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

$$\text{Utilidad perdida} = (\text{Utilidad en proceso ideal}) - (\text{Utilidad después de la intervención})$$

$$\begin{aligned} \text{Utilidad perdida} &= (\$ 339\,604.6912 \text{ pesos mxn}) - (\$ 322\,519.576 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 17\,085.1152 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

4.4.2. Tiempo de falla por ajuste de medidas

Recordando que el departamento de calidad tiene establecido una producción de $230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}$, y antes de la intervención el proceso cuenta con paradas de 45 minutos como mínimo, que corresponden a 0.75 horas, se calculará, la cantidad de piezas que no se fabricarán, para tener un parámetro del cálculo de piezas no producidas y por ende perdida por la no producción en ese tiempo de falla, el cual el cálculo quedaría de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Piezas no producidas por falla}_{45 \text{ min}} &= \left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}} \right) (0.75 \text{ horas}) \\ &= 172.5 \text{ piezas} \sim 173 \text{ piezas} \end{aligned}$$

$$\text{Costo de piezas no producidas} = (173 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}} \right) = \$ 2\,127.9 \text{ usd}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas no producidas en pesos mxn} &= (\$ 2\,127.9 \text{ usd}) (\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 37\,641.9820 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Con el tiempo mínimo de falla de 45 minutos, se tiene una pérdida de \$37 641.9820 pesos mxn por las piezas no producidas. Pero como se menciona con anterioridad, también tiene un tiempo máximo de falla registrado que corresponde a 205 minutos, así que se procederá de la misma manera a realizar el cálculo por piezas no producidas.

$$\begin{aligned} \text{Piezas no producidas por falla}_{205 \text{ min}} &= \left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (3.4 \text{ horas}) \\ &= 782 \text{ piezas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas no producidas} &= (782 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}}\right) \\ &= \$ 9\,618.6 \text{ usd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas no producidas en pesos mxn} &= (\$ 9\,618.6 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 166\,396.9707 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Dando como resultado \$166 369 pesos mxn, por piezas no producidas en un lapso de 205 minutos, lo que genera una baja eficiencia y costos en el proceso. Recordando que la eficiencia es uno de los parámetros para el cálculo del indicador OEE, tema central en conjunto con eficiencia y efectividad en un proceso de producción.

Así como se llevó a cabo el análisis para los tiempos de falla se llevaran de la misma manera para el tiempo de cambio de versión, tomando en cuenta que en un proceso de producción se puede ver como una parada programada, siempre y cuando sea dentro del tiempo establecido en el proceso.

4.4.3. Tiempo de cambio de versión

Se realizara el cálculo de los cambio de versión restándole el tiempo establecido por el departamento de calidad que corresponde a 20 minutos. Lo que lleva a que antes de la intervención tenía una duración de 80 minutos el cambio de versión, restando el tiempo programado por calidad quedaría 60 minutos fuera de este paro programado, el excedente del tiempo en el cambio de versión, se convertiría, en piezas no producidas, realizado el cálculo queda:

$$\begin{aligned} \text{Piezas no producidas cambio de versión}_{80 \text{ minutos}} &= \left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (1 \text{ horas}) \\ &= 230 \text{ piezas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas no producidas} &= (230 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}}\right) \\ &= \$ 2 829 \text{ usd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas no producidas en pesos mxn} &= (\$ 2 829 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 48 940.2855 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Así que antes de realizar la intervención se contaban con 230 piezas no producidas que en costo arroja una cantidad de \$84 940.2855 pesos mxn, el cual comparado con el cambio de versión después de la intervención donde únicamente dura 23 minutos, los cuales calidad cuenta 20 minutos establecidos para el cambio de guardia, quedando únicamente 3 minutos fuera de este cambio de versión, realizando el cálculo, se obtiene la siguiente información:

$$\begin{aligned} \text{Piezas no producidas cambio de versión}_{23 \text{ minutos}} &= \left(230 \frac{\text{piezas}}{\text{hora}}\right) (0.05 \text{ horas}) \\ &= 11.5 \approx 12 \text{ piezas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas no producidas} &= (12 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}} \right) \\ &= \$ 147.6 \text{ usd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas no producidas en pesos mxn} &= (\$ 147.6 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 2\,553.4062 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Con los resultados se nota el impacto en el costo de producción en el proceso de cañuelas Jetta A4. Además del impacto en el indicador OEE, se tiene un impacto en la efectividad de la administración del uso de los recursos para lograr el objetivo de producción.

4.4.4. Piezas fuera de especificación

Para realizar el cálculo en relación a las piezas fuera de especificación, únicamente partiremos de las piezas de especificación multiplicadas por el costo de venta, con lo que se tendrá el monto de piezas que no podrán ser enviadas al cliente. Además del cálculo de la producción, ya que estas piezas se produjeron para la venta, y lo que causó que estuvieran fuera de especificación es el mal ajuste de la maquinaria.

Antes de la intervención se contaban con 450 piezas fuera de especificación, lo que dará como resultado:

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas fuera de especificación} &= (450 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}} \right) \\ &= \$ 5\,535 \text{ usd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas fuera de especificación en pesos mxn} \\ &= (\$ 5\,535 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) = \$ 95\,752.7325 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Con el cálculo anterior indica que la venta que no se llevó a cabo por las piezas fuera de especificación, las cuales además de impactar en las ventas para el cliente, en cálculo del indicador OEE, en el rubro de calidad. Ya que se producen piezas, las cuales al final son desechadas por estar fuera de especificación.

Una vez realizada la intervención se tienen únicamente 120 piezas fuera de especificación, el cual realizando los cálculos se obtendrá:

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas fuera de especificación} &= (120 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}} \right) \\ &= \$ 1\,476 \text{ usd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas fuera de especificación en pesos mxn} \\ &= (\$ 1\,476 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) = \$ 25\,534.062 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

En relación a las piezas fuera de especificación después de la intervención únicamente se tienen 120 piezas que corresponden a un costo de \$ 25 534.062 pesos mxn.

Con estos cálculos se logra tener un panorama más amplio con respecto a los costos, y como la efectividad es importante para alcanzar el objetivo pero con una mejor administración de los recursos.

CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo de investigación se destacó la importancia y diferencia entre la efectividad y eficiencia, recalcando que se puede tener un proceso efectivo, pero no eficiente. Teniendo un proceso efectivo, al lograr reproducción deseada para el cliente o el objetivo de producción, pero con baja eficiencia, al generar piezas fuera de especificación o con micro paradas, como resultado de la incorrecta administración de los recursos, para llegar al objetivo de la producción

Sin embargo, en cualquier proceso de producción se debe realizar de manera periódica una observación detallada y un análisis del proceso, para llegar a detectar los cuellos de botella o el área de oportunidad, para la intervención oportuna para ir mejorando constantemente, la cual se puede llegar a medir con indicadores, en el caso del proyecto de investigación el indicador OEE.

Dicho indicador está involucrando tres factores para su cálculo que son: eficiencia, calidad y disponibilidad. Factores que en cualquier proceso de producción, generan un impacto importante en los costos.

Debido a la determinación de los cálculos de las producciones, fallas y micro paradas se da como conclusión que la intervención ocasionó un impacto importante en el manejo de los recursos, aumentando la eficiencia, haciendo que se lograra llegar al objetivo en un tiempo menor, a consecuencia dio el aumento en la efectividad ya que se llevó a cabo el logro de los objetivos con la mejora en la administración de los recursos.

Los rubros que mayor impacto presentaron son:

Producción:

Una vez que se obtienen los resultados de las producciones de cañuelas Jetta A4, en cuestiones de costos, antes y después de la intervención, en conjunto con el cálculo del proceso ideal, se puede decir que a consecuencia de la intervención se obtuvo una ganancia de:

$$\text{Ganancia de intervención} = \text{Utilidad antes de la intervención} - \text{Utilidad después de la intervención}$$

$$\begin{aligned}\text{Ganancia de intervención} &= (\$ 85\,175.9472 \text{ pesos mxn}) - (17\,085.1152 \text{ pesos mxn}) \\ &= \$ 31\,909.168 \text{ pesos mxn}\end{aligned}$$

Siendo así que la intervención generó una ganancia de \$31 909.168 pesos mxn, en el rubro de la producción.

Piezas no producidas por ajuste de medidas

En este rubro, se logró eliminar por completo las fallas a lo largo del proceso de producción, como consecuencia se alcanzó la producción de las piezas que se privaba de su producción a consecuencia de la falla, con un impacto económico.

El ahorro comprende desde el tiempo de la falla más corta correspondiente a 45 minutos, en producción corresponde a 173 piezas no producidas; hablado de costos corresponde a la cantidad de \$37 641.9820 pesos mxn.

En cuanto al tiempo máximo de falla reportado de 205 minutos ocasionando la no producción de 782 piezas genera un impacto en costos de \$ 166 396.9707 pesos mxn.

Por tanto, se considera que la intervención además de la reducción de costos genera un aumento en el indicador OEE, con respecto al concepto de disponibilidad y eficiencia.

Piezas no producidas por cambio de versión

Al tener el proceso antes de la intervención se tiene la no producción de 230 piezas, que hablando de costos corresponde a \$ 48 940.2855 pesos mxn, comparándolo con las piezas no producidas por el cambio de versión, en relación a las piezas no producidas después de la intervención que es de 12 piezas; hablando de costos corresponde a \$ 255.4062 pesos mxn.

Puede observarse el impacto neto que se logró con la intervención en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4 es:

Ganancia de intervención

$$= \text{Piezas no producidas}_{\text{antes de intervención}} - \text{Piezas no producidas}_{\text{después de intervención}}$$

$$\text{Ganancia de intervención} = (230 \text{ piezas}) - (12 \text{ piezas}) = 218 \text{ piezas}$$

Se logró la producción de 218 piezas que no se producían a causa del cambio de versión por los ajustes necesarios para dejar la maquinaria dentro de las especificaciones solicitadas por el cliente.

Con la intervención independientemente del impacto económico, se obtuvo un aumento en la disponibilidad de la maquinaria, ya que a pesar de que se proyecte un paro programado como es el cambio de versión, disminuía la disponibilidad, a razón de que las medidas y especificaciones no están dentro de las requeridas por el cliente.

Piezas fuera de especificación

Con los resultados en los cálculos de las piezas fuera de especificación se obtiene una diferencia de las piezas de:

$$\text{Diferencia en piezas fuera de especificación} = (\text{Piezas fuera de especificación}_{\text{antes}}) - (\text{Piezas fuera de especificación}_{\text{después}})$$

$$\text{Diferencia en piezas fuera de especificación} = (450 \text{ piezas}) - (120 \text{ piezas}) = 330 \text{ piezas}$$

Teniendo una diferencia de 330 piezas; estas piezas indican que ahora esas piezas ya están dentro de la producción con las especificaciones del cliente, lo que genera una ganancia de:

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas dentro de especificación} &= (330 \text{ piezas}) \left(\$ 12.3 \frac{\text{usd}}{\text{piezas}} \right) \\ &= \$ 4\,059 \text{ usd} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de piezas producidas fuera de especificación en pesos mxn} \\ &= (\$ 4\,059 \text{ usd})(\$ 17.2995 \text{ pesos mxn}) = \$ 70\,218.6705 \text{ pesos mxn} \end{aligned}$$

Siendo así \$ 70 218.6705 pesos mxn el beneficio que se obtuvo de la intervención en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4.

Se concluye que la intervención en el proceso de producción de cañuelas Jetta A4, generó un impacto importante en los rubros de:

- Calidad, en la disminución de las piezas fuera de especificación que serán enviadas al cliente,
- Disponibilidad, en la reducción del tiempo de cambio de versión, donde a pesar de que calidad tiene un periodo establecido, en la puesta en marcha se tenía deficiencias y problemas, lo que después de la intervención llevó a casi la igualación de tiempos para los cambios, con una diferencia de tres minutos contra lo establecido, a diferencia de los 60 minutos antes de la intervención;
- Eficiencia, mejorada de tal manera que pasó a ser un proceso mucho más eficiente, con el aumento de la producción en la jornada laboral.

De ahí la importancia de cada uno de los rubros para realizar el cálculo del indicador OEE, que arrojó ser después de la intervención un proceso World Class, con pérdidas muy ligeras, según la clasificación de la tabla 2 mencionada en el capítulo II.

RECOMENDACIONES

Dentro de un proceso de producción, a pesar de muchos de los parámetros que se ven involucrados para la delimitación de un proceso efectivo y eficiente, se necesita llevar a cabo una medición. La propuesta es la utilización de indicadores que ayudan para la medición de la efectividad y eficiencia de los procesos, en el caso del tema de investigación la utilización del indicador OEE.

La selección del correcto indicador reflejará el éxito o fracaso de las intervenciones en el proceso de producción. En este indicador OEE propuesto para la medición, involucra tres diversos factores que generan impacto en el proceso de producción.

La recomendación es ser un observador analítico con el objetivo generar un impacto positivo para el aumento de la efectividad y eficiencia en un proceso de de producción, que se verá reflejado en el resultado del cálculo del indicador OEE; con los rubros de calidad, eficiencia y disponibilidad y sobre todo el impacto en los costos de producción.

CAPÍTULO V. BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Barrios, A. Z. (2007). *Planeación estratégica, presupuesto y control de gestión pública*. Caracas: Publicaciones UCAB.

Belohlavek, P. (2006). *OEE Overall Equipment Effectivness Su abordaje Unicista* . Buenos Aires: OEE Overall Equipment Effectivness Su abordaje Unicista .

CDI. (s.f.). *Copyright © 2012 CDI Lean Manufacturing S.L.* Obtenido de <http://www.cdiconsultoria.es/cdi-leader-lean-manufacturing>

-Charles Lusthaus, M. A. (2001). *Mejorando el desempeño de las organizaciones. Método de autoevaluación*. Canadá: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Fleitman, J. (2007). *Evaluación Integral para implementar modelos de calidad* . Mexico: Pax México.

Hansen, R. (2003). *Administración de Costos*. Thomson Learning Ibero.

Jackeline, A. P. (10 de Abril de 2004). La planeación estratégica en el proceso administrativo. Florida.

Joanna, C. (Noviembre de 2012). *Indicadores de gestión ¿Qué son y por qué usarlos?*. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/indicadores-de-gestion-que-son-y-por-que-usarlos/>. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/indicadores-de-gestion-que-son-y-por-que-usarlos/>

López, B. S. (2012). *Ingeniería Industrial Online* . Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/>

Luis Cuatrecasas Arbós, F. T. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Barcelona: PROFIT.

Lurys., P. Q. (Abril de 2013). *Eficiencia, eficacia y efectividad en la calidad empresarial*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/eficiencia-eficacia-y-efectividad-en-la-calidad-empresarial/>

Lusthaus, C. (2002). *Evaluación organizacional: marco para mejorar el desempeño*. IDRC.

Sánchez, J. V. (2014). *Organización de la producción. Descripciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos*. Madrid : Pirámide.

CAPÍTULO VI. ANEXOS

Datos proporcionados en la corrida de prueba para versión 01

MUESTRA	± 1.00 mm				±0.5 mm			
	CORTE1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6	CORTE 7	LONGITUD
	47,3	219,3	434,4	559,5	699,6	130,4	519,7	771
1	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,2	519,5	770,9
2	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,2	519,4	771
3	47,5	219,4	434,6	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
4	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
5	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,4	519,7	771,1
6	47,4	219,3	434,6	559,9	699,7	130,4	519,6	771,1
7	47,3	219,2	434,5	559,8	699,6	130,3	519,5	771,1
8	47,6	219,4	434,7	560	699,8	130,4	519,8	771,2
9	47,4	219,3	434,5	559,8	699,6	130,3	519,5	771,1
10	47,4	219,4	434,6	559,9	699,8	130,3	519,6	771
11	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,2	519,5	770,9
12	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,2	519,4	771
13	47,4	219,3	434,6	559,9	699,7	130,4	519,6	771,1
14	47,3	219,2	434,5	559,8	699,6	130,3	519,5	771,1
15	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
16	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,4	519,7	771,1
17	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,2	519,4	771
18	47,4	219,3	434,6	559,9	699,7	130,4	519,6	771,1
19	47,3	219,2	434,5	559,8	699,6	130,3	519,5	771,1
20	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
21	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
22	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,4	519,7	771,1

23	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,2	519,4	771
24	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,2	519,4	771
25	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
26	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,4	519,7	771,1
27	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
28	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,2	519,4	771
29	47,4	219,3	434,5	559,8	699,7	130,4	519,6	771,1
30	47,4	219,3	434,5	559,9	699,7	130,4	519,7	771,1

Datos proporcionados en la corrida de prueba para versión 02

MUESTRA	± 1.00 mm							±0.5 mm
	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6	CORTE 7	LONGITUD
		47,3	219,3	434,4	559,5	699,6	130,4	519,7
1	47,2	219,6	434,7	559,6	699,6	130,3	519,6	771,2
2	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,6	771
3	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,5	771
4	47,2	219,6	434,7	559,5	699,5	130,2	519,5	771,2
5	47,3	219,6	434,7	559,6	699,6	130,2	519,5	771
6	47,2	219,6	434,6	559,5	699,5	130,3	519,6	771,2
7	47,3	219,7	434,8	559,6	699,7	130,3	519,6	771,1
8	47,3	219,7	434,7	559,6	699,6	130,3	519,6	771,1
9	47,3	219,6	434,6	559,5	699,5	130,3	519,6	771,2
10	47,2	219,7	434,7	559,5	699,5	130,2	519,6	771,2
11	47,1	219,6	434,6	559,5	699,4	130,2	519,5	771,2
12	47,3	219,6	434,7	559,6	699,6	130,2	519,5	771
13	47,3	219,6	434,6	559,5	699,5	130,3	519,6	771,2
14	47,2	219,6	434,7	559,6	699,6	130,3	519,6	771,2
15	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,6	771

16	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,6	771
17	47,2	219,6	434,7	559,5	699,5	130,2	519,5	771,2
18	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,6	771
19	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,6	771
20	47,3	219,7	434,8	559,6	699,7	130,3	519,6	771,1
21	47,3	219,7	434,7	559,6	699,6	130,3	519,6	771,1
22	47,3	219,6	434,6	559,5	699,5	130,3	519,6	771,2
23	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,5	771
24	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,5	771
25	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,5	771
26	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,6	771
27	47,1	219,6	434,6	559,5	699,5	130,2	519,5	771
28	47,3	219,7	434,8	559,6	699,7	130,3	519,6	771,1
29	47,3	219,7	434,7	559,6	699,6	130,3	519,6	771,1
30	47,3	219,6	434,6	559,5	699,5	130,3	519,6	771,2