



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL  
PROCESO DE REPARACIÓN DE PRENSAS EXTRUSORAS EN LA  
EMPRESA DE INGENIERÍA Y MONTAJE S.A.C. 2017”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

#### **AUTOR**

CHIRA OSORIO, Karen Ruth

#### **ASESOR TEMÁTICO**

MG. CHUCUYA HUALLPACHOQUE, Roberto Carlos

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Sistema de Gestión de Calidad

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2017**

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

DIRECTORA DE ESCUELA DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

Mg. Gracia Isabel Galarreta Oliveros

---

ASESORA METODOLÓGICA

Mg. Lourdes Esquivel Paredes

---

ASESOR TEMÁTICO

Mg. Roberto Chucuya Huallpachoque

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta aquí, brindándome su paciencia, misericordia y amor, además de iluminar mi mente para llevar a cabo esta tesis, a pesar de los momentos de estrés. Así mismo por haberme rodeado de personas que han sido mi soporte y compañía durante este periodo.

A mi padre Carlos, por apoyarme en todo momento con sus consejos y motivación constante.

A mi madre Maritza, por darme la vida y brindarme su ejemplo de ser una persona persistente y luchar por lo que se desea conseguir a base de esfuerzo y dedicación.

A mis hermanas, en especial a Danixa; por tenerme paciencia y haber estado en los momentos difíciles, siendo ejemplo de fortaleza para no decaer y mirar siempre adelante. Además de haber intercedido por mí en sus peticiones.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, creador de todo ser vivo en la tierra, por ser el motor de mi fuerza y permitirme la elaboración de la tesis.

A mi familia, por su apoyo incondicional y fuerzas espirituales para cada momento de mi vida.

A mis tutores, tanto metodólogo como temático, por su infinita paciencia, por sus enseñanzas e información impartida para así cumplir con las exigencias demandadas en la universidad.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Karen Ruth Chira Osorio con DNI N° 71414790, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Nuevo Chimbote, diciembre del 2017

---

Karen Ruth Chira Osorio

## **GENERALIDADES**

Título

“CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE LAS PRENSAS EXTRUSORAS EN LA EMPRESA DE INGENIERÍA Y MONTAJE S.A.C. 2017”

Autor

CHIRA OSORIO, Karen Ruth

Alumna de la E.A.P. Ingeniería Industrial – Universidad César Vallejo.

Asesor Metodológico

Mg. ESQUIVEL PAREDES, Lourdes Jossefyne Universidad Nacional del Santa

Asesor Temático

Mg. CHUCUYA HUALLPACHOQUE, Roberto Carlos Universidad Nacional del Santa

Tipo de Investigación

De acuerdo el fin que se persigue es: Aplicativo

De acuerdo a la técnica de contrastación: Pre-Experimental De acuerdo al régimen de investigación: Libre

Línea de Investigación

Sistema de Gestión de Calidad

Localidad

Nuevo Chimbote, Ancash – Perú

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE PRENSAS EXTRUSORAS EN LA EMPRESA DE INGENIERÍA Y MONTAJE S.A.C. 2017”, con la finalidad de obtener un nuevo método de trabajo que me permita contar con un proceso estandarizado con tiempos controlados y así pueda mejorar la productividad en la empresa en el periodo 2017 – 2018. En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La Autora

## ÍNDICE TEMÁTICO

RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad Problemática	19
1.2. Trabajos Previos	27
1.3. Teorías Relacionadas	37
1.4. Formulación del problema	45
1.5. Justificación del Estudio	45
1.6. Hipótesis	47
1.7. Objetivos	
1.7.1. Objetivo General	47
1.7.2. Objetivo Específico	47
II. MÉTODO	
2.1. Diseño de Investigación	48
2.2. Variables	
2.2.1. Variable dependiente e independiente	48
2.2.2. Operacionalización	49
2.3. Población y Muestra	
2.3.1. Población	50
2.3.2. Muestra	50
2.3.3. Muestreo	50



2.3.4.	Criterio de inclusión	50
2.3.5.	Criterio de exclusión	50
2.4.	Técnicas e Instrumentos	
2.4.1.	Técnicas	51
2.4.2.	Instrumentos	52
2.5.	Método de análisis de datos	54
2.6.	Aspectos Éticos	55
III.	RESULTADOS	
3.1.	Datos generales de la empresa	56
3.2.	Gestión del proceso actual	58
3.3.	Determinación del método de trabajo	70
3.4.	Evaluación de los indicadores del proceso controlado	95
3.5.	Contrastación de hipótesis	100
IV.	DISCUSIÓN	105
V.	CONCLUSIONES	109
VI.	RECOMENDACIONES	110
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
VIII.	ANEXOS	115

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 01: Tiempo de las actividades del proceso de reparación de prensas extrusoras.
- Tabla 02: Detalle de actividades del proceso de reparación de prensas extrusoras.
- Tabla 03: Escala de valoración de causas relevantes.
- Tabla 04: Valoración de causas relevantes al problema.
- Tabla 05: Costos directos e indirectos del proceso de reparación de prensas extrusoras.
- Tabla 06: Total anual de reparación de prensas extrusoras.
- Tabla 07: Muestra recolectada de tiempo de reparación.
- Tabla 08: Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 – 5.
- Tabla 09: Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 – 10.
- Tabla 10: Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 – 15.
- Tabla 11: Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 – 20.

Tabla 12: Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 21 – 25.

Tabla 13: Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras.

Tabla 14: Programación de capacitación al personal nuevo sobre reparación de prensas extrusoras.

Tabla 15: Determinación de los recursos para capacitación del personal.

Tabla 16: Comparación de tiempo promedio de realización del proceso actual y proyectado

Tabla 17: Comparación del costo promedio de realización del proceso actual y proyectado.

Tabla 18: Total anual de reparaciones de prensas extrusoras.

Tabla 19: Tiempo de reparación de prensas extrusoras posterior a la mejora realizada al proceso, octubre-noviembre 2017

Tabla 20: Tiempo de reparación de prensas extrusoras anterior y posterior a la mejora realizada.

Tabla 21: Prueba T- Student para el tiempo de reparación de prensas antes y después de las mejoras al proceso

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Esquematización del diseño de investigación

Cuadro 02: Operacionalización de variables

Cuadro 03: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Cuadro 04: Métodos y análisis de datos

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: DOP de reparación de prensas extrusoras.

Figura 02: Diagrama de Ishikawa del proceso de reparación de prensas extrusoras.

Figura 03: Diagrama de Pareto de valoración de causas.

Figura 04: Histograma de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 – 5.

Figura 05: Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 – 5.

Figura 06: Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 – 5.

Figura 07: Histograma de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 – 10.

Figura 08: Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 – 10.

Figura 09: Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 – 10.

Figura 10: Histograma de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 – 15.

Figura 11: Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 – 15.

Figura 12: Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 – 15.

Figura 13: Histograma de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 – 20.

Figura 14: Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 - 20.

Figura 15: Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 – 20.

Figura 16: Histograma de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 21 - 25

Figura 17: Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 21 - 25.

Figura 18: Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 21 – 25.

Figura 19: Gráfico de histogramas de tiempos de reparación de prensas extrusoras en la empresa Ingeniería y Montaje S.A.C

Figura 20: Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras.

Figura 21: Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 01: Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

Imagen 02: Inicio de capacitación

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Diagrama de Ishikawa

Anexo 02: Diagrama de Pareto

Anexo 03: Reporte Operacional

Anexo 04: Ficha de Mantenimiento

Anexo 05: Observaciones realizadas al proceso

Anexo 06: Cuestionario

Anexo 07: Registro de datos

Anexo 08: SPSS – versión 24

Anexo 09: Capacitaciones octubre – noviembre

Anexo 10: Prensa extrusora stord international RS64S – 50tn.



## RESUMEN

La presente tesis está enfocada a obtener un control estadístico con parámetros de tiempo, que permita estandarizar el proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C., dedicada al rubro metalmecánico.

Se inició con un diagnóstico del proceso de reparación de prensas extrusoras de tipo STORD INTERNATIONAL – RS64S con capacidad de 50 Tn/h. que se realiza en la empresa, a través de indicadores como tiempo de ejecución del proceso, costo de ejecución del proceso y el número de servicios por unidad de tiempo, los cuales nos permitieron medir el porcentaje de cambio que hay después de la aplicación del control estadístico y así poder identificar las causas que generan los problemas existentes de dicho proceso que se resumen en el excesivo tiempo, lo cual genera demoras y retrasos. Para después atacar los picos que se hicieron visibles en el gráfico de control, es decir, aquellos que se encontraban fuera del rango de tiempo estandarizado; y así volver a medir los indicadores, después de haber eliminado esos picos o tiempos excesivos figurados en los gráficos de control. De manera que se obtuvo estos indicadores en porcentajes menores, gracias a un mejor método de trabajo, que logra aumentar la productividad, indicando una reducción en el tiempo de ejecución del proceso y en el costo de ejecución del proceso, mientras que el número de servicios por unidad de tiempo aumentó considerablemente para obtener así una mejor calidad en el producto final.

Palabras claves: control estadístico, tiempo, parámetro, indicadores

## **ABSTRACT**

This thesis is focused on obtaining a statistical control with time parameters, which allows to standardize the repair process of extruder presses in the Engineering and Assembly Company S.A.C., dedicated to the metalworking sector.

It began with a diagnosis of the process of repair of extruder presses of STORD INTERNATIONAL type - RS64S with capacity of 50 Tn / h. that is done in the company, through indicators such as the execution time of the process, the cost of execution of the process and the number of services per unit of time, which allowed us to measure the percentage of change that exists after the application of the control statistical and thus be able to identify the causes that generate the existing problems of this process that are summarized in the excessive time, which generates delays and delays. To later attack the peaks that were made visible in the control chart, that is, those that were outside the standardized time range; and thus re-measuring the indicators, after having eliminated those peaks or excessive times figured in the control charts. So these indicators were obtained in smaller percentages, thanks to a better working method, which manages to increase productivity, indicating a reduction in the execution time of the process and in the cost of execution of the process, while the number of services per unit of time increased considerably to obtain a better quality in the final product.

Keywords: control statistics, time, parameter, indicators

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

La aplicación del control estadístico para estandarizar un proceso es una investigación de suma importancia en la duración de cada etapa para que éste se mantenga controlado, es decir que tenga una variación mínima para poder moverse dentro de un intervalo de tiempo. Esta aplicación permitirá el uso masivo de diversas técnicas, tales como métodos estadísticos computarizados por medio de un software para alcanzar reducir o minimizar la variabilidad de tiempo entre la producción o reparación de algún producto. El que la empresa cuente con un proceso estandarizado, permitirá contemplar un control de calidad en el mismo, siendo esto una nueva manera de pensar y dirigir la dirección del proceso en este caso el de reparación de prensas extrusoras.

Tomando en consideración la situación actual de las empresas en Chimbote por la competitividad en el mercado nacional e internacional y con las nuevas tendencias de un mundo globalizado, en dónde las barreras fronterizas se encuentran con una tendencia a desaparecer y la apertura en los mercados mundiales es una realidad latente gracias a los Tratados de Libre Comercio y convenios internacionales, obliga a las empresas a ser más competitivas para permanecer activas, ya que ahora, se compite con las empresas locales e internacionales que ofrecen los mismos productos y/o servicios pero a un costo menor y con una mayor calidad.

En la actualidad existen muchas herramientas que pueden ser utilizadas para las posibles mejorías y diagnósticos, pero una de las principales es el uso de técnicas estadísticas que viene a lo largo de los años, mejorando todo sistema operacional además de permitir tornar los productos fabricados más competitivos. Principios SPC  
“Tradicionalmente, en procesos de producción en masa, se controlaba la

calidad de la pieza acabada mediante inspecciones del producto al final del proceso; aceptando o rechazando cada pieza (o muestras de producción) basándose en los criterios de especificaciones. (ROBERTS 2005)

La diferencia del Control del Proceso estadístico es que usa herramientas estadísticas para observar el rendimiento del proceso de producción para prever desviaciones importantes que pueda resultar en el producto rechazado. En la empresa ALREYVEN C.A (Venezuela) para el control de un proceso de producción bajo los estándares de optimización, se requiere de una investigación de campo, para lograr detectar y atacar las fallas que ocurren en las distintas fases involucradas para la fabricación de prensas de un perfil de aluminio. Es aquí donde entra en juego los parámetros para poder medir la calidad del producto, que no es más que la relación existente entre el número de troqueles corridos incompletos y el total de los troqueles corridos por prensa. Para decir que se está teniendo una producción eficiente, el proceso tendría que tender ciertos controles. En dicha empresa esto no se está cumpliendo, de hecho en ocasiones se distancia mucho del proceso correcto, naciendo aquí el interés de atacar esta problemática. (FUENMAYOR, 2012)

Igualmente en Colombia, la fabricación de prensas es un sector importante de la economía del país; La producción se concentra en el Departamento del Cauca; Este proceso utiliza polipropileno, fibras y rafias como principales recursos. El problema que se observa en la fabricación de prensas ha generado disposición devolución de las mismas que trae consigo Impactos económicos. En este estudio se realizaron medidas para la optimización de procesos apoyadas por herramientas tales como Equilibrio y métodos de estudio, tiempo y movimiento, considerando el contexto tecnológico y socioeconómico del sector. Los resultados mostraron eficiencia de proceso entre 51 y 59%; La etapa que genera la mayor cantidad de problemas ocasionados es el

molde de malla. Por ello se evidenció la necesidad de estandarizar y optimizar las etapas que requieren los tiempos de proceso más grandes. (GÓMEZ, 2010)

En nuestro país el desarrollo de la Industria Metalmeccánica es claramente visible en la evolución de las cifras de exportación de los productos del sector metalmeccánico. En los últimos seis años, los envíos de dicho sector crecieron a una tasa promedio anual del 21%. El 2008, año en que la economía mundial se vio seriamente afectada por la crisis financiera, fue cuando presentó la tasa de crecimiento más elevada, para luego dar paso a un breve periodo de desaceleración hasta 2011, cuando se registró un aumento del 20.6% respecto del año anterior. Para el 2012, el aumento de las exportaciones fue del 12%, al alcanzar un valor de US\$ 545 millones. Luego de este período se puede decir que al no registrarse muchas de las instalaciones de tipo artesanal, no obstante, de acuerdo a algunos trabajos históricos, se sabe que una de las primeras o tal vez la más importante de las factorías y talleres registrados en metalmeccánica para la reparación de prensas, fue la fundición conocida como "El Aguila" (2014) que se especializó en maquinaria minera y pesquera. Se realizaron actividades resaltantes en los años 2010 – 2015 donde el sector metalmeccánico alcanzó un gran renombre en Perú, debido al numeroso grupo de operarios con los que contaban las diferentes empresas relacionadas a este rubro, además de contar con instalaciones de gran extensión. Al parecer sus actividades se remontan a mediados del año 2015, durante la época en que inició sus operaciones el ferrocarril del Callao a la Oroya. Otras que alcanzaron renombre fueron las factorías de Schofield y Cia., Guillermo Price, Ricardo Ashford y la de Andrés Suito, la fundición Vulcano y la de Acho, entre las principales. Entonces podemos decir que el Sector Metal Mecánico en nuestro país, es considerado un sector de avance en la industria, universalmente hablando, debido a que cuenta con un alto efecto multiplicador; además

de generar empleos que son altamente calificados y sobre todo la tecnología y complejidad llevada en sus procesos contribuye a la modernización de la economía en nuestro país. (RODRIGUEZ, 2015)

En la ciudad de Chimbote, la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C, es una organización a la que dio inicio el señor Fernando Manuel Obeso Rosario en el año 2008, pero la empresa ha atravesado muchos altibajos y a su vez muchos cambios para que ésta pueda establecerse como una prestigiosa empresa. Una vez, que el ahora jefe de operaciones de la empresa, Don Fernando terminó sus estudios en el Instituto Superior Politécnico de la localidad de Chimbote, se puso a observar y analizar las diferentes falencias y deficiencias existentes en la labor que se desempeñaban los pequeños talleres donde trabajaba. Don Fernando decidió independizarse, de manera que pueda iniciarse y desenvolverse en la línea metalmecánica para satisfacer la necesidad del emergente sector pesquero (precisamente para las fábricas de harina de pescado), para ello abrió un pequeño taller de mecánica llamado “El Micrómetro S.R.L.”, pues éste llevaba a cabo pequeñas reparaciones durante los años 1974 hasta 1980.

Sin embargo, por diferentes razones favorables a la continuación del trabajo, como la demanda que tuvo el taller con respecto a las prensas extrusoras dentro del mercado y rubro pesquero; así mismo por las exigencias de sus clientes, fue que el periodo de alquiler de este pequeño taller se alargó, además fue creciendo de a pocos por lo cual en paralelo fue cambiando de razones sociales, para que se mantenga a la par con su crecimiento; y con los trabajos pendientes que por supuesto cada vez eran mayores, debido a esto se necesitaba de un lugar más amplio que cuente con diferentes áreas para llevar a cabo el trabajo y así poder cumplir con los requerimientos; es por ello que surgió el taller de mecánica “Taller de reparaciones Obeso” entre los años 1981 hasta los años 1994, pero manteniendo siempre una expectativa de crecimiento.

Este nuevo taller, ya contaba con título de propiedad, sin embargo era pequeño, por este motivo era dificultoso y se contaba con muchas limitaciones al realizar las reparaciones de las prensas, debido al incremento de la demanda por ello se llegó incluso a solicitar servicios externos de arenado, maquinado, etc., para poder cumplir a la fecha indicada a los clientes.

Pasado los años, aproximadamente en los años 1995 hasta 2008, fue que se dio lugar a un nuevo taller “Mecánica Industrial Fernando S.R.L”. Luego de algunos esfuerzos se pudo adquirir un nuevo local, pues éste si cumplía con el espacio que se necesitaba para las diferentes etapas del proceso realizadas en diferentes áreas. Este local está ubicado en en la zona de Tangay Macabi, Parcela 16925 en las Pampas de Chimbote, aquí fue donde se apostó a pesar de los contras, ya que es un lugar bastante alejado por lo que se auguraba que la lejanía del centro de Chimbote lo llevaría a la perdida; pero no fue así ya que hoy podemos encontrar esos lugares ya más habitables.

En este local es que se comenzó a desarrollar las reparaciones de las prensas, fue entonces que se ha presentado ciertas falencias que no se solucionaron en su momento y hoy por hoy pasan factura. Esto se debe al aumento de demanda que tuvo en su momento que no les permitió organizarse de modo que el proceso quede plasmado y se pueda hacer un análisis observando detenidamente los errores para saber dónde es que se debe atacar, sino que todo fue guiado por la experiencia de algunos trabajadores que tenían cierto tiempo con Don Fernando. Eso jugó una mala pasada por lo que en la actualidad hubo una disminución en la demanda debido al incumplimiento de fechas de entrega. Por ello se buscar dar solución a este problema y contar con la mira de poder competir en los altos estándares de atención para los trabajos requeridos por las principales empresas del sector pesquero es que se convierte en la Empresa de Ingeniería y Montajes S. A. C. (EMIMSAC)

La Empresa atraviesa hoy en día muchos problemas debido a su falta de control. A inicios de este año sufrió una disminución porcentaje de la demanda que ha venido incrementándose en el transcurso de los últimos años, debido a las quejas presentadas por sus clientes se hicieron más continuas ya que el proceso de reparación de las prensas extrusoras excedían el tiempo planificado por lo tanto las empresas que requerían del servicio atrasaban su producción y esto generaba insatisfacción en ellos. Por lo tanto EMIMSAC presenta ciertas dificultades en el cumplimiento de los requerimientos de sus clientes y supervisores, por lo cual se busca que por medio de un control en su proceso de reparación, éste pueda encontrarse estandarizado es decir con ciertos parámetros de tiempo que ayude a que el proceso de reparación de prensas extrusoras puedan tener límites de calidad para evitar que las prensas extrusoras sean rechazadas. En la empresa se hará este estudio teniendo en cuenta los tiempos de cada etapa que forman parte del proceso de reparación de prensas extrusoras.

Respecto a sistema de gestión de calidad, James (1997, p.118) lo define como “la estructura funcional de trabajo acordada en toda la compañía y en toda la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas y la información de la compañía, buscando las mejores prácticas para asegurar la satisfacción del cliente con la calidad y costos económicos de calidad”.

Actualmente, en las etapas del proceso se han observado distintas falencias que llegan a causar un gran problema con los clientes ya que se ven afectados en la entrega de las prensas reparadas por el incumplimiento en la fecha acordada, debido a que a veces se presentan inconvenientes extras como la inadecuada gestión de compras de materiales e insumos dado a que la jefa de almacén se encuentra sola en el área, además de tener a cargo el pañol de herramientas lo cual



genera confusión de su parte al estar pendiente de los diferentes pedidos de las 2 plataformas y maestranza; es por ello que en la empresa no siempre se cuenta con los materiales adecuados para dicha reparación. Otro problema es la falta de capacitación del personal, porque debido a esto hubo problemas con relación a la seguridad y protección del trabajador, lo cual generó accidentes y eso conllevó a ceder permisos de descansos médicos para alguno de los trabajadores, teniendo como consecuencia un tiempo de retraso para la entrega de la prensa reparada.

La Empresa de Ingeniería y Montajes S. A. C. no cuenta con procedimientos específicos para el proceso que realiza, no tiene documentación actualizada del proceso a detalle, sólo cuenta con un diagrama de bloque (genérico) presentado para su homologación, por ello es necesario contar con un diagrama de operaciones para poder plantear un control al proceso de reparación de prensas extrusoras de modo que nos permita saber su condición actual para poder hacer las observaciones correspondientes y así proponer un proceso estandarizado por medio de un control estadístico que detalle el intervalo de tiempo en el que éste se deba encontrar para permanecer dentro de un rango aceptable. La empresa se encuentra en la necesidad de tener plasmado los problemas con los que se debe tratar para ello se requiere de un diagrama de Ishikawa o también conocido como diagrama espina de pescado.

El problema más relevante y que además requiere de una mayor preocupación, radica en el tiempo excesivo de reparación de las prensas. Esto es debido a que sólo existe un procedimiento inadecuado en la reparación de prensas ya que se hace visible la falta de estandarización en el proceso, es decir, que no se determinaron parámetros de tiempo para el servicio que brinda EMIMSAC, además el proceso no se

encuentra delimitado ni descrito en algún documento existente en la empresa.

Por último pero no menos importante, un problema totalmente visible es la contratación de personal, es decir, los operadores contratados en la empresa son de dos tipos, en el primero se puede observar que las fichas de operadores contratados en su mayoría son jóvenes egresados del instituto SENATI, lo cual no es que el lugar de estudio sea malo, sólo que son personas recién egresadas y en muchos de los casos aún estudiantes, por lo tanto éstos requieren de una capacitación intensa antes de ser responsable de alguna etapa del proceso de reparación de prensas extrusoras, e incluso ser monitoreados constantemente porque a veces se da el caso que por falta de información acerca de alguna tarea encomendada se genera una demora en cuánto a tiempo se refiere, que se hace considerable al ver el tiempo total empleado en la prensa a reparar; y esto es debido a la timidez propia de su edad, por lo cual es necesario capacitar muy bien al personal antes que entre en actividad. Por otro lado están los operarios que son de edad avanzada, que si bien es cierto conocen de su trabajo pero el problema es expuesto cuando se requiere aplicar las normas de seguridad y salud ocupacional, por ejemplo en el uso de arnés y línea de vida, muchos de los trabajadores antiguos no lo usan ya que se sienten totalmente confiados por el tiempo de trabajo y pues quizá antes no le pasó nada, pero el área de seguridad debe cumplir con su labor de parar el proceso para que este trabajador cumpla con las normas establecidas, sin embargo en muchos de los casos el trabajador no quiere obedecer, se hace de rogar o simplemente no quiere cumplir, entonces es necesario llevarlo a oficina y sancionarlo; así se estaría contando con una obra menos o que puede ser reemplazada por algún estudiante de SENATI, y pues esto genera nuevamente un incremento en el tiempo del proceso de reparación de prensa.

Consientes que las principales causas raíces de las dificultades que se presentan, se deben a la falta de documentación acumulada a cerca del proceso, reportes de maquinaria y falta de capacitación por lo cual también se genera un atraso en el tiempo. Entonces EMIMSAC quiere contrarrestar estos problemas que se presentan actualmente, tales como procesos no controlados al 100%, personal trabajando empíricamente y el no contar con un control del proceso que viene realizando, teniendo en cuenta la gestión del proceso para poder así cambiar el método de trabajo de manera que se pueda conseguir un proceso controlado a través de parámetros para la reparación de prensas extrusoras.

## **1.2. Trabajos Previos**

Se realizó una revisión a diferentes trabajos, los cuales están relacionados con las variables de estudio, para que puedan actuar como antecedentes de manera que refuercen la elaboración de la presente tesis.

En la tesis de Oiane Panisello Antón, titulada “Estandarización de Procesos en una fábrica de Impresión y Confección de Bolsas” para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación de España. Plantea como objetivo principal, lograr obtener un proceso estandarizado de impresión y confección de bolsas, de manera que se pueda solucionar los problemas presentados en dicho proceso. Concretamente, en los resultados del proyecto se han incluido cuatro tipos de documentos distintos para cada proceso: especificaciones de proceso, normas e instrucciones de trabajo, planes de control y métodos de ensayo. Los cuales se analizaron uno a uno en la sección de “Aplicación Práctica” de este proyecto, así mismo se explicó con qué fin se ha realizado y de qué consta cada uno de ellos. Para la estandarización de procesos de esta

empresa, se ha realizado la estandarización de 29 procesos distintos. En el proyecto solamente se han incluido dos de los 29 procesos como ejemplo de la estandarización. Ya que, por su extensión, no se ha creído conveniente incluir la estandarización de todos y cada uno de los procesos. Los dos procesos que se han empleado como ejemplo son el proceso de una máquina impresora y el proceso de una máquina confeccionadora e impresora. La primera se denomina Expert TC, imprime tanto materiales plásticos como de papel y es la impresora más versátil de la planta. Y la segunda se denomina Holweg y confecciona e imprime bolsas planas de papel. En conclusión para Papeles El Carmen S.A. es muy importante la futura implantación de la norma ISO 9001:2008, por lo que la estandarización de procesos es uno de los primeros pasos que hay que dar. Por consiguiente, la realización de toda la documentación que recoge este proyecto ha sido un avance considerable para mejorar el sistema de gestión de calidad de esta empresa. En total, esta estandarización se ha conseguido con la realización de cuatro tipos de documentos distintos: especificaciones de proceso, normas e instrucciones de trabajo, planes de control y métodos de ensayo. Y toda la documentación se ha recogido para cada una de las 29 máquinas que hay en la planta de producción. En el proyecto, solo está incluida la documentación de dos de las 29 máquinas, ya que incluir toda la documentación realizada sería muy pesado para un proyecto de esta envergadura. (PANISELLO, 2014)

Un estudio realizado por Javier Tamayo Tamayo en su tesis titulada “Estandarización del proceso de diseño de moldes y caracterización de materias primas y productos, en la línea de metalurgia de polvos de la empresa mvm Ltda” para obtener el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Santiago de Cali de Colombia. Manifiesta lo siguiente: Las empresas colombianas, que se dedican a la producción de partes de automotores, necesitan que los productos a utilizar sean caracterizados

y estandarizados; para poder salir al mercado y competir de manera eficaz, y así poder proporcionar a sus clientes las piezas que producen pero con un plus diferente es decir que sean de calidad, para favorecer la escogencia de sus productos y no los de la competencia. Se tomó en cuenta como objetivo principal: Caracterizar la materia prima y los productos de la línea de Metalurgia de Polvos (MP) para tener un control pleno de sus etapas de producción; estandarizar el proceso de diseño de moldes y crear base de datos digital para agilizar la toma de decisiones en fabricación de nuevos productos y así fortalecer el Departamento de Ingeniería de la empresa MVM Ltda. Se obtuvo resultados exitosos como el hecho que las herramientas de prensado se hayan estandarizado; agilizando el diseño de los planos de moldes y punzones de forma que favorezca tanto a los clientes y a la empresa obteniendo piezas nuevas que cumplen con los requisitos indicados. Al caracterizar las guías de válvula de hierro grafitado se pudo evidenciar que se presentó una disminución en cuanto a densidad se refiere con respecto a la pieza que se dilata en el proceso de sinterizado, debido a que la pieza tiende a dilatarse al pasar por la calentura que se genera en el horno, mientras que la masa tiende a permanecer constante. Caso contrario ocurre con las guías de válvula de bronce aleado, la pieza decrece y su densidad incrementa. Se logró evaluar, normalizar y establecer el proceso estándar, de los diseños de los moldes de prensado y reprensado de las prensas de compactación de polvos, con el fin de obtener una base de datos digital, que permita a la empresa MVM Ltda, decidir si cuenta con los requerimientos para la fabricación de productos solicitados por clientes. Concluye su tesis realizando exitosamente la estandarización de las herramientas de prensado. Los planos de moldes y punzones estandarizados agilizan el diseño y la fabricación de moldes para piezas nuevas que favorece tanto a los clientes como a la empresa MVM. Se cambiaron los sistemas de sujeción por brida a uno por mordaza, en el Punch Superior de las prensas Stoke, reduciendo el diametro del material

de 31,6 mm a 20 mm para la fabricación del molde, lo cual generó menor desperdicio de material en la mecanizada de la pieza y menor costo tanto en materia prima como en tratamiento térmico. Con la creación de bases de datos para moldes y piezas, se ha fortalecido el Departamento de Ingeniería de la empresa MVM, permitiendo la búsqueda rápida de moldes existentes para piezas con medidas requeridas por los clientes, y la creación de nuevas referencias de moldes cuando las medidas no se encuentran dentro de las requeridas; permitiendo procesos de producción cada vez más eficientes. (TAMAYO, 2013)

La tesis de Francisco Barrón Marroquín, titulada “Implementación del control estadístico de procesos (Gráficas de Control) en el área de cortes y ensambles” para obtener el Grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Calidad y Producción, en la Universidad Autónoma Nuevo León de México. En esta tesis se presenta una documentación analizada a cerca del proceso de producción de Ensamble Eléctrico, ésta es la línea a la que se le aplicará o implementará ciertas herramientas de control para tomar límites en dicho proceso productivo. El objetivo fundamental es analizar las causas raíz de las variaciones en el proceso de crimpeado de los arneses e implementar un sistema de Control de Procesos (Gráficas de Control) para reducir problemas de calidad y las devoluciones ya mencionadas. En los resultados se contó con la implementación de un control en el proceso que permitió que éste se encuentre dentro de los parámetros establecidos que se identificarán por medio del control, estos parámetros fueron muy estrechos con la finalidad de tener un proceso controlado y mejor que el mencionado al inicio del estudio para evitar así mismo que el producto sea rechazado. Al ser analizadas específicamente las causas por las cuales existe la variación en los cambios de aplicadores se analizó por parte del personal de calidad, ingeniería y mantenimiento, se llegaron a las siguientes conclusiones, La primera es que una de las causas es porque no se le

da seguimiento al último valor registrado, por lo que no se toma en cuenta para ajustar la maquina a ese mismo valor al colocar nuevamente un aplicador. Otra causa es debido a que en algunas ocasiones al colocar la altura en el valor de la media de especificación, no cumple con la fuerza requerida para desensamblar el cable de la terminal por lo cual se debe de ajustar a un valor por debajo de la media. Así mismo, los operadores no tienen marco de referencia sobre donde medir en las terminales. También la variación entre los operadores al hacer los cambios de turno lo cual se comprobó con el estudio R&R, lo que implica tanto diferencias entre los operadores como con el equipo. (BARRÓN, 2012)

Un estudio realizado por Tommy Alejandro Yep Lung en su tesis: “Propuesta y Aplicación de herramientas para la mejora de la calidad en el proceso productivo en una planta manufacturera de pulpa y papel tisú” para obtener el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica del Perú. Expresa: Los análisis que se realizaron se centraron primordialmente en las falencias identificadas en el área de Gestión de Calidad como área de soporte a las áreas productivas, tomando como fundamento las diferentes herramientas que se vienen empleando en las funciones de control, aseguramiento y mejora de la calidad de los procesos y sus productos; las cuales, a su vez, se propusieron como alternativas de mejora al proceso. Presenta como objetivo principal lo siguiente: Llegar a obtener un proceso productivo de calidad, en beneficio a la planta manufacturera de pulpa y papel tisú. Los resultados se basaron en fundamentos técnicos utilizados para la realización del análisis, entre ellos encontramos: control estadístico de procesos mediante informes de control de variables, control estadístico de procesos mediante reportes de control de atributos; determinación, análisis y mejora de procesos mediante la aplicación de herramientas de control de estadístico que generan ciertos índices de capacidad de procesos; control de calidad de salida del producto final mediante planes

de muestra de aceptación simple y doble; así mismo la verificación de sistemas de medición mediante cuadros y tablas estadísticas. A través del estudio al proceso, se presentan las siguientes conclusiones: Una de ellas es la reducción de tiempo por mantenimiento y ajustes (Delay) - Mediante las cartas de control se logra identificar si el proceso se encuentra fuera de control estadístico, realizando oportunamente los ajustes y trabajos de mantenimiento necesarios para volver la tendencia del proceso a uno bajo control. Y la otra es la reducción de productos no conformes (waste) - La presencia de productos no conformes es una amenaza a la Empresa para perder clientes. No solo se encuentra inmerso el costo por reprocesar los productos no conformes, sino también por otros costos “invisibles” como el costo de oportunidad, costos por publicidad negativa, etc. Mediante un plan de muestreo doble se logra reducir notablemente la cantidad de defectuosos entregados a los clientes. (YEP, 2011)

Por otro lado Miguel Carrola Gonzáles, en su tesis titulada “Aseguramiento de la Calidad a través del Control Estadístico del Proceso” para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica del Perú. Manifiesta lo siguiente: Debemos trabajar en forma continua para reducir los desperdicios y errores, buscando mejorar la calidad en todas y cada una de las actividades de la empresa. Un aumento continuo en la calidad producirá una mejora continua en la productividad. Este trabajo fue realizado con el objetivo principal de validar en forma práctica que el Aseguramiento de la Calidad a Través del Control Estadístico de Proceso forma parte de un conjunto de herramientas necesarias en la industria de hoy para poder mantener ventajas competitivas en este mundo de globalización de mercados. Y con la aplicación de dichas herramientas se puede mantener el control y mejora de procesos. Entre los resultados se observó que una vez definido el plan de calidad, se tomó como guía para producir piezas (llave de boca



tipo española) que estuvieron dentro de especificación y cumplieron con las expectativas de los clientes. Ya que el equipo de calidad conoce las dimensiones críticas a controlar se realizó un primer corrido de fabricación y medición empleando el gráfico de control de promedios y rangos, lo cual sirvió para definir los límites de control superior e inferior iniciales. Y también se evaluó la capacidad del proceso para la producción de piezas dentro de especificación. Lo anterior realizando un muestreo de la dimensión crítica ya mencionado. Así mismo se diseñó un plan de reacción ante diversas circunstancias que puedan poner el proceso fuera de control estadístico. En conclusión queda claro que con la aplicación del control estadístico de proceso se logrará tener una historia en el dominio del tiempo de nuestros procesos, sabremos cuando hacer correcciones al mismo, empleando gráficas de control y así también nos daremos cuenta, cuando una causa asignable está afectando el proceso, lo que permitirá que rápidamente se tomen acciones correctivas. Se pudo comprobar que las gráficas de control muestran en todo momento el estado de salud del proceso. (CARROLA, 2011)

En la tesis de Carolina González Arroyave, titulada “Estandarización y Mejora de los Procesos Productivos en la Empresa Estampados Color Way Sas” para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Corporación Universitaria Lasallista. Manifiesta lo siguiente: Con esta tesis se observó las diferentes partes del proceso, tanto el comportamiento del flujo de material como el trabajo realizado por los operarios, al igual que el espacio requerido por cada área, con el fin de detectar factores que inciden en la producción, en la distribución de planta y determinar si el método y el tiempo de trabajo es el adecuado, logrando de esta forma la estandarización y mejoramiento en la parte de estampación y sublimación y así garantizar la plena satisfacción de los requerimientos del cliente y la calidad del producto. En dicha tesis, se menciona como

objetivo principal: Realizar la estandarización de los procesos productivos la empresa Estampados Color Way SAS por medio del estudio de tiempos y métodos de trabajo bajo la norma ISO 9001:2008, logrando un rendimiento óptimo de los operarios y de la maquinaria. En el transcurso de la tesis se inició con la documentación para el sistema de gestión de la calidad apoyada en la Norma Técnica Colombiana ISO 9001:2008, por ello se puede observar entre los resultados que se realizó el mapa de procesos de la empresa, evaluaciones de desempeño para todo el personal, el organigrama y de acuerdo a esto se efectuaron los perfiles de cargo. Además, se brindó un apoyo al personal de la empresa en las labores que se realizan cada día aportando el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera profesional. No todas las actividades de los procesos se pudieron estandarizar debido a que es un arte completamente manual y todos los requerimientos de los clientes son diferentes por lo que casi nunca se repite un diseño. De igual forma se estandarizó el área de administración, se estableció un archivo en Excel para el control diario de la facturación y la trazabilidad de la empresa permitiendo de esta forma conocer en tiempo real cuanto se lleva facturado en un periodo de tiempo, qué producción ingresó o salió en ese momento de la empresa qué cliente demanda más producción, y qué mes fue el que le dio mayores ingresos o pérdidas para así tomar decisiones oportunas. Se llegó a diferentes conclusiones como: La primera plantea que la realización de mejoras en los procesos productivos de las empresas manufactureras del sector gráfico como lo es Color WaySAS, impactan directamente en el aumento de producción, en la calidad del servicio y en el mejoramiento continuo de la empresa, dando como resultado una alta competitividad en el mercado. La segunda determina que es de gran importancia para las empresas de producción tener establecido un estudio de métodos y tiempos que permita obtener un control, orden y estandarización en los procesos, al igual que un mejor flujo de información y de recursos. La tercera, la

estampación es un proceso muy manual donde la mano de obra y los requerimientos de los clientes juegan un papel fundamental en el momento de la producción, por esta razón no se pudieron estandarizar algunos de los procesos como Diseño, Terminación y despacho, Montajes, y Colores ya que existen muchas variables que no permiten controlarlos. Además el implantar el sistema de Gestión de la Calidad permite a la empresa Estampados Color Way SAS estar en un mejoramiento continuo en todos sus procesos tanto productivos como administrativos, cumplir con la calidad requerida por los clientes aumentado su satisfacción en el servicio prestado, y lograr un mejor desempeño de los empleados para en un futuro alcanzar certificarse bajo la Norma ISO 9001:2008 y volverse más competitiva. Y por último, con este proyecto se pusieron en práctica muchos de los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional, que permitieron darle un control y un mejor manejo al área administrativa y de producción de la Empresa Estampados Color Way SAS. (GONZÁLES, 2013)

En la tesis de Carlos Andrés Bautista Garcés y Luz María Giraldo Botero, titulada “Diseño de propuesta de Mejoramiento del área de mercadeo y Estandarización de los procesos de producción de Laboratorios MYB, utilizando como metodología la Gerencia y el Control Estadístico de Procesos” para obtener el título de Ingeniero Industrial en Pontificia Universidad Javeriana. Manifiesta lo siguiente: Como parte del proceso de mejoramiento continuo y estandarización de los procesos se ha establecido como objetivo fundamental: Propuesta para la mejora de los procesos de elaboración de compactos y emulsiones utilizando como metodología la gerencia de procesos y el control estadístico de procesos, de esta forma encaminar a Laboratorios MYB en el mejoramiento continuo de sus actividades de manufactura, además a través del análisis y establecimiento de mejoras en las actividades de mercadeo y servicio, la cadena de valor se verá fortalecida. Por consiguiente, en los resultados

logró emplear el modelo de la gerencia por procesos, donde se establecen metas y se lleva al equipo humano a lograrlas mediante la ejecución de un plan de acción enfocado en el mejoramiento de los procesos bajo su autoridad y responsabilidad, siguiendo además los lineamientos de la planeación estratégica definida por Laboratorios MYB. Dentro de la responsabilidad y autoridad adquirida por cada uno de los dueños de procesos, se debe controlar lo asignado, según la documentación de los procesos, tiempos estándares y gráficos de control como mejora básica del aseguramiento de la calidad, estos últimos, determinados a partir del modelo de control estadístico de procesos (Statistical Process Control “SPC”), metodología también empleada en el desarrollo del presente trabajo de grado. Se utiliza el control estadístico como metodología para vigilar un proceso e identificar las causas especiales de variación, a su vez los gráficos de control, describen el comportamiento del proceso con respecto al tiempo o a requerimientos específicos planteados por Laboratorios MYB o clientes, estas herramientas son utilizadas con el fin de señalar la necesidad de tomar alguna acción correctiva cuando sea apropiado y de esta forma seguir alineado con el ciclo de mejoramiento continuo y estandarización de los procesos. Con consecuencia del desarrollo del trabajo de tesis, Laboratorios MYB tendrá una herramienta para controlar los tiempos, la forma de llevar a cabo las operaciones y la calidad de acuerdo con las especificaciones establecidas por sus clientes, es decir, podrá controlar la estandarización definida para cada uno de los procesos de producción de las líneas de compactos y emulsiones, que corresponden a las líneas de producción seleccionadas para el desarrollo de las propuestas en el área de producción de acuerdo con el análisis desarrollado en el Capítulo Con el fin de mejorar la cadena de valor de Laboratorios MYB y complementar la propuesta de mejoramiento y así mismo establecer un mejor cumplimiento de las especificaciones del cliente y fortalecer la flexibilidad del servicio que se presta a los diferentes clientes externos de

Laboratorios MYB. Las conclusiones fueron: Diseño y distribución de áreas inapropiadas para el desarrollo de los procesos de emulsiones y compactos, debido a que la planta de producción está adaptada a las condiciones de espacio de una vivienda familiar. La segunda fue: Procesos no estandarizados y fuera de control en el desarrollo de las actividades de obtención de granel, compactación, codificado y termoformado, debido a la utilización de maquinaria inapropiada. Recorridos extensos y en condiciones inadecuadas para los colaboradores, debido a la distribución de planta y a la falta de equipo para el transporte de materias primas. Para el control y supervisión de las mejoras implementadas y de los objetivos que se desean lograr, se propone el desarrollo del cuadro de mando integral, basado en las estrategias de éxito de la compañía fundamentadas en la planeación estratégica. Es necesario contar con la estandarización de los procesos de emulsiones y compactos a través de la implementación del control estadístico de procesos (SPC), gerencia por procesos, y utilización de nueva maquinaria en los procesos de compactación, codificado y termoformado. (BAUTISTA y GIRALDO, 2013)

### **1.3. Teorías Relacionadas**

El Control Estadístico para la estandarización del Proceso, es una herramienta muy útil para la mejora de la calidad en cada etapa de un proceso, ya que si bien es cierto no todas las fabricaciones de alguna empresa son exactamente iguales debido a la variabilidad indeseable que hay en la realización de un producto y otro, sin embargo lo que se busca en toda producción es minimizar o reducir dicha variabilidad lo más posible, para mantenerla dentro de ciertos rangos o intervalos así poder decir que se tiene un control favorable sobre ese proceso y que se encuentra estandarizado. El llevar un control al proceso nos permite

reforzar y aumentar el conocimiento acerca del proceso, de manera que éste se encuentre estable.

El Control estadístico, como variable independiente, es aquel que nos permitirá establecer los límites que ayudarán a controlar el proceso, si bien es cierto las organizaciones buscan generar utilidades pero no es el único fin u objetivo que persigue sino que para poder incrementar sus utilidades requiere de tener más ventas del producto o servicio que ofrece. Actualmente el cliente o el consumidor es aquel que se encarga de evaluar las características que tiene el producto ofrecido y así poder establecer precios referidos a las condiciones del producto.

El concepto anterior de calidad se ha ampliado, es decir, es insuficiente no tener defectos sino que hay que cubrir las necesidades y deseos de los consumidores en todo momento. Ishikawa lo expresa de la siguiente forma: "la verdadera calidad es aquella que cumple con los requisitos y expectativas de los consumidores", Crosby tiene una definición similar de calidad: "calidad es cumplir permanentemente con las expectativas del cliente". Los cambios en el concepto de calidad hacen necesaria una transformación tanto en la forma de generar productos o servicios como en la manera de pensar de cada una de las partes componentes de la organización. Lo anterior implica la adopción de una nueva cultura de calidad.

Control de la Calidad es una exigencia fundamental de los clientes es que los productos sean de calidad. Con respecto a esta característica existen varias definiciones; por ejemplo, Juran sostiene que: "Calidad es que un producto sea adecuado para su uso. Así, la calidad consiste en la ausencia de deficiencias en aquellas características que satisfacen al cliente"; mientras que de acuerdo con la definición de la American Society for Quality (ASQ), "calidad es la totalidad de detalles y características de un producto o servicio que influye en su capacidad para satisfacer necesidades dadas" (GUTIERREZ, 2009)

Se define calidad como “el grado en el que un conjunto de características inherentes cumplen con los requisitos”, entendiéndose por requisito una necesidad o expectativa por lo general implícita u obligatoria. (Norma ISO 9000:2000)

Los datos derivados de procesos físicos raramente producen una "curva de distribución normal" (una distribución gaussiana, también llamada "curva en campana"). Añadió que las variaciones en los datos de producción no se comportan siempre de la misma manera que en la naturaleza (Movimiento browniano de partículas). Concluyó que mientras cada proceso muestra una variación, algunos procesos muestran variaciones controladas naturales dentro del proceso (causas comunes de variación), mientras otros muestran variaciones descontroladas que no están siempre presentes en el proceso causal. (PALACIOS, 2014)

Además, el CEP nos permite pronosticar el comportamiento que tendrán nuestros procesos a través del tiempo y controlar la variación.

El control de Calidad consiste en el desarrollo, diseño, producción y comercialización de productos y servicios con una eficacia del coste y una utilidad óptima, todo ello involucrado con una compra satisfactoria por parte de los clientes. Para alcanzar estos fines, todas las partes de una empresa (alta dirección, oficina central, fábricas y departamentos individuales como producción, diseño gráfico y técnico entre otros.) tienen que trabajar juntos. Todos los departamentos de la empresa deben empeñarse en crear sistemas que faciliten la cooperación en el proceso, poniendo en práctica fielmente las normas internas. Por eso al control de calidad viéndolo desde esa óptica se le denomina Control de Calidad Total. (VALDERRY, 2013)

El Diagrama de Pareto, es aquel que pone manifiesto siempre aquellos asuntos que tienen más importancia en el conjunto del problema. Además que reconoce que más de 80%de la problemática en una

organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. (PÉREZ, 2014)

Otro concepto para el diagrama de Pareto, llamado también análisis ABC, consiste esencialmente en la clasificación de los elementos o factores que intervienen en un proceso por su orden de importancia para poder tratar cada una de ellas de una forma distinta según su peso específico. Realmente unas pocas causas son las que producen la mayoría de los efectos, es decir, que el resultado de un proceso dependerá esencialmente de un número pequeño de los factores que intervienen en el mismo. Si logramos determinar cuáles son estas causas o factores vitales podemos concentrar nuestros esfuerzos en el estudio de las mismas, con lo que resolveremos la mayoría del problema. (PÉREZ, 2011)

El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa a las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. (PÉREZ, 2014)

Este diagrama espina de pescado o Ishikawa es aquel que procura, a partir de los efectos (síntomas de los problemas), identificar todas las causas posibles que provocan esos efectos. La metodología se basa en diferentes categorías de problemas. Cada uno de analiza según la incidencia de diferentes factores que pueden afectarlas. (PALACIOS, 2014)



El método de trabajo se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejora de métodos que faciliten la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible (medición del trabajo) con el fin de incrementar las utilidades de la empresa. (MENDIOLA, 2013)

La desviación estándar o desviación típica ( $\sigma$ ) es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable. (GUTIÉRREZ Y DE LA VARA, 2013)

La varianza es una medida que nos permite identificar la diferencia promedio que hay entre cada uno de los valores respecto a su punto central. Este promedio es calculado, elevando cada una de las diferencias al cuadrado (Con el fin de eliminar los signos negativos), y calculando su promedio o media; es decir, sumado todos los cuadrados de las diferencias de cada valor respecto a la media y dividiendo este resultado por el número de observaciones que se tengan. (GUTIÉRREZ y DE LA VARA, 2013)

La Media, según Webster Allen, “La media aritmética es una medida más común de tendencia central, se presta para mayor manipulación e interpretación algebraica.” La medida de tendencia central más conocida y utilizada es la media aritmética o promedio aritmético. Se representa por la letra griega  $\mu$  cuando se trata del promedio del universo o población y por  $\bar{Y}$  cuando se trata del promedio de la muestra. Es importante destacar que  $\mu$  es una cantidad fija mientras que el promedio de la

muestra es variable puesto que diferentes muestras extraídas de la misma población tienden a tener diferentes medias. La media se expresa en la misma unidad que los datos originales: centímetros, horas, gramos, etc (PEREZ, 2011). Su fórmula es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

Otra medida de tendencia central es la mediana. La mediana es el valor de la variable que ocupa la posición central, cuando los datos se disponen en orden de magnitud. Es decir, el 50% de las observaciones tiene valores iguales o inferiores a la mediana y el otro 50% tiene valores iguales o superiores a la mediana. Si el número de observaciones es par, la mediana corresponde al promedio de los dos valores centrales. Representa el valor de la variable de posición central en un conjunto de datos ordenados. De acuerdo con esta definición el conjunto de datos menores o iguales que la mediana representarán el 50% de los datos, y los que sean mayores que la mediana representarán el otro 50% del total de datos de la muestra. (PEREZ, 2011). Tiene como fórmula lo siguiente:

$$Me = L_{i-1} + \frac{\frac{N}{2} - F_{i-1}}{f_i} \cdot a_i$$

La moda es el valor de la variable que más veces se repite, y en consecuencia, en una distribución de frecuencias, es el valor de la variable que viene afectada por la máxima frecuencia de la distribución. En distribuciones no agrupadas en intervalos se observa la columna de las frecuencias absolutas, y el valor de la distribución al que corresponde la mayor frecuencia será la moda. (GUTIÉRREZ Y DE LA VARA, 2013)

Su fórmula es:

$$Mo = L_{i-1} + \frac{f_i - f_{i-1}}{(f_i - f_{i-1}) + (f_i - f_{i-1})} \cdot a_i$$

La estandarización de proceso, como variable dependiente, es la recolección y documentación de información acerca del funcionamiento (quién, cómo y cuándo) de los procesos de una manera precisa, clara, exacta y de fácil comprensión. Esta estandarización permite llevar un control de los procesos de manera que se pueda evaluar su gestión para generar un mejoramiento en cuanto a los recursos, las metodologías y la calidad del mismo y del producto o salidas. (BUIRAGO, 2010)

El proceso se define como: “Conjunto de actividades repetitivas, que es capaz de crear un producto que tenga valor para su usuario o cliente. Dicha actividades están relacionadas unas con otras e integradas de manera coherente y terminan con la entrega del producto”. (ALARCÓN, 2004)

Según el Instituto de Normas Técnicas y Certificación, el proceso se define como: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. (INCONTEC 2011)

La gestión de procesos es una disciplina de gestión que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente. La estrategia de la organización aporta las definiciones necesarias en un contexto de amplia participación de todos sus integrantes, donde los especialistas en procesos son facilitadores. Sin pretender agotar el tema, porque la gestión de procesos es todavía una disciplina en formación. El gran objetivo de la gestión de procesos es aumentar la productividad en las organizaciones. Productividad considera la eficiencia y agregar valor para el cliente. (BRAVO, 2011).

Desde otro punto de vista la Gestión por Procesos (Business Process Management) es un modo de administrar las actividades empresariales, mediante la cual aquellas se agrupan por procesos, con base en las necesidades del cliente; así, pues, los procesos son gestionados en forma estructurada y sistémica de tal manera que la mejora de los procesos debe ayudar a elevar los niveles de satisfacción de los clientes. (BONILLA, DÍAZ Y KLEBERG, 2014)

El control de procesos se refiere específicamente a asegurarse que el rendimiento del proceso se mantenga dentro del estándar de cumplimiento, medido según los indicadores formalizados. El monitoreo y las acciones correspondientes están bajo la dirección del dueño del proceso. (BRAVO, 2011). El control de un proceso consiste en la comprensión de su variabilidad, ya que la meta final del control estadístico de procesos es precisamente la eliminación de su variabilidad. Así mismo es aquel que pretende localizar las causas atribuibles para tomar las acciones correctoras pertinentes y determinar la variabilidad por causas aleatorias etc. (PÉREZ, 2011)

Al hablar de tiempo promedio realizado, se refiere al tiempo dedicado a una actividad concreta en un periodo de tiempo determinado antes o después de una observación dada; en otros casos es para la evaluación de un antes y un después, de manera que se verifique o compruebe una diferencia. Se expresa del siguiente modo:

$$TPR = \frac{\sum \textit{tiempo de realización del proceso}}{\textit{número de observaciones}}$$

Según la metodología, ésta investigación llega a ser una Pre experimental. Entre conceptos destacados tenemos, que es diseño pre experimental cuándo se analiza una sola variable y prácticamente no existe ningún tipo de control. No existe la manipulación de la variable

independiente ni se utiliza grupo de control. En una investigación pre-experimental no existe la posibilidad de comparación de grupos. Este tipo de diseño consiste en administrar un tratamiento o estímulo en la modalidad de sólo post prueba o en la de pre prueba- post prueba. (ÁVILA, 2010)

#### **1.4. Formulación del problema**

¿En qué medida el Control Estadístico permitirá estandarizar el proceso de reparación de las Prensas Extrusoras en La Empresa De Ingeniería Y Montaje S.A.C.?

#### **1.5. Justificación**

El problema que atraviesan las empresas con respecto al tema de calidad es perjudicial ya sea por pérdidas económicas, disminución de productividad y tiempo, mala imagen para los clientes como también para la competencia.

Es por ello que se debe tener en cuenta que las herramientas de control cumplen un rol muy importante debido a que logran facilitar considerablemente las fallas que se detectan en el proceso por medio de gráficas de control que permitan eliminar las fallas que se obtienen así como una mayor eficacia y por consiguiente un producto final de buena calidad. La aplicación de control estadístico del proceso en una empresa, traerá la estabilidad del proceso, y la reducción de variabilidad.

El rubro de la metalmecánica impacta muchos aspectos entre ellos, el aspecto social, porque llega a ser un sector con una importancia relativa ya que tiene un gran peso en la industria nacional, abasteciendo así a la pesca, minería, sector agrícola, entre otros; lo cual es beneficioso a la sociedad debido a que brinda puestos de trabajo a miles de personas. Otro aspecto es el tecnológico, ya que se ha podido observar

el desarrollo del rubro, lo cual ha permitido que aumente la capacidad para innovar, incrementar productividad, fortalecer la relación con los clientes y perseguir el estado del arte de la tecnología. Las nuevas tendencias tecnológicas se observan en el campo metalmeccánico por medio de las maquinarias y precisión de herramientas dentro del rubro.

El mantener un proceso metalmeccánico bajo control contribuye a que el impacto en el medio ambiente sea mínimo, debido a que este control permite que se pueda llegar a contar con una gestión adecuada de residuos, además de un control de generación y gestión de los mismos, los que ocasionan su mayor incidencia medio ambiental. Si bien, de forma individual el volumen generado no es importante, el elevado número de estas empresas, unido al bajo grado de gestión adecuada de las mismas, hace que la incidencia medio ambiental sea considerable; pero tener el proceso bajo un control estadístico ofrece un amplio margen de mejora.

Con respecto a los estudios realizados en relación al impacto económico, pues se considera que el sector metalmeccánico representa una fuente económica estratégica e importante para el Perú, ya que es un eslabón indispensable de las cadenas globales de valor de diversas industrias. Entonces se busca aplicar conocimientos de control para asegurar la calidad en el proceso de reparación de prensas extrusoras de harina de pescado en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C, controlando y estandarizando así al 100% el proceso de reparación compartiendo responsabilidades a todos los miembros involucrados de la empresa para hacer evidente su cumplimiento.

El proyecto se iniciará realizando un análisis situacional de la empresa, porque nos mostrará la condición real de la empresa y sus complicaciones en las que se generará el estudio, siendo así un punto de partida para identificar los puntos negativos más críticos en el proceso,

de modo que se pueda estandarizar el proceso de reparación con tiempos mínimos.

## **1.6. Hipótesis**

H1: Mediante la aplicación del Control Estadístico se podrá estandarizar el proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje SAC.

Ho: Mediante la aplicación del Control Estadístico no se podrá estandarizar el proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje SAC.

## **1.7. Objetivos**

### **Objetivo General**

Estandarizar el proceso de reparación de las prensas extrusoras mediante el Control Estadístico en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

### **Objetivos Específicos**

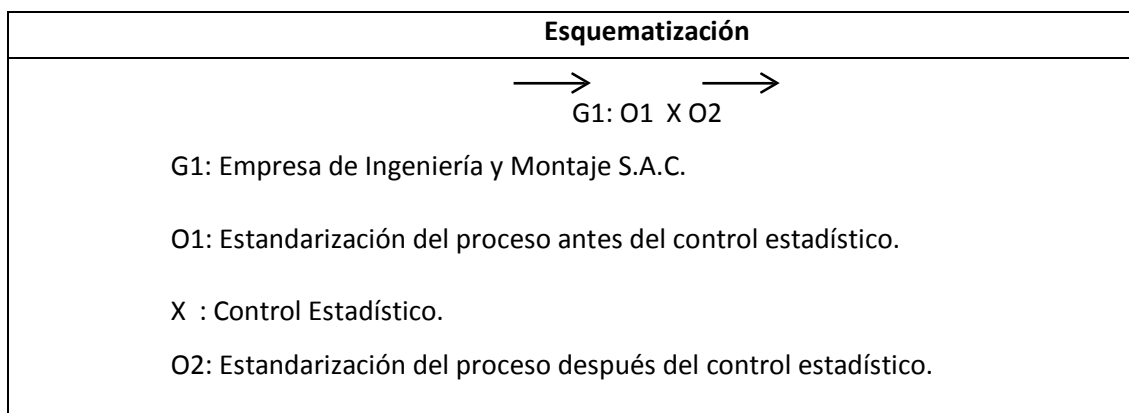
- Determinar la gestión del proceso actual para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.
- Determinar el Método de trabajo para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.
- Evaluar los indicadores del proceso controlado para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

Este estudio según los objetivos planteados se encuentra en la modalidad de investigación Pre-experimental, debido a que la variable independiente tiende hacer manipulada con mínimo control.

#### Cuadro 01: Esquemmatización del diseño de investigación



*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2. Variables, Operacionalización

#### 2.2.1. Variables

Variable Dependiente: Estandarización del proceso.

Variable Independiente: Control Estadístico.



## 2.2. Operacionalización de variables:

**Cuadro 02: Operacionalización de variables**

Variable de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
<b>INDEPENDIENTE:</b> CONTROL ESTADÍSTICO	El Control Estadístico es un método de mejora continua de la Calidad, que se basa en la reducción sistemática de la variación de aquellas características que más influyen en la calidad de los productos o servicios. ( VALDERRY, 2013)	El Control Estadístico es un método de mejora continua que ayuda en la <b>gestión del proceso</b> cambiando el <b>método de trabajo</b> lo que permitirá conseguir un <b>proceso controlado</b> de reparación de prensas extrusoras. ( CHIRA, 2017)	Gestión por proceso	Tiempos del proceso	Razón
			Método de trabajo	Diagrama Controlado	Razón
			Proceso Controlado	Parámetro de Tiempo	Razón
<b>DEPENDIENTE:</b> ESTANDARIZACIÓN DE PROCESO	La estandarización permite llevar un control de los procesos de manera que se pueda evaluar su gestión para generar un mejoramiento en cuanto a los recursos, las metodologías y la calidad del mismo y del producto o salida. (BUITRAGO, 2010)	La estandarización permite llevar un control del proceso de reparación de prensas extrusoras, de manera que se pueda evaluar <b>la gestión del proceso estandarizado</b> para generar un mejoramiento en el mismo. (CHIRA, 2017)	Gestión del Proceso Estandarizado	Tiempo de ejecución del proceso	Razón
				Costo de ejecución del proceso	
				Número de servicios por unid. de tiempo	

*Fuente: Elaboración Propia*

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Las prensas extrusoras que requieren de reparación en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

- STORD INTERNATIONAL – RS64S – 50 Tn/h
- STORD INTERNATIONAL – RS64F – 50 Tn/h
- STORD INTERNATIONAL – MS64S – 40 Tn/h
- ATLAS STORD – BS64S – 40 Tn/h

### **2.3.2. Muestra**

Las Prensas Extrusoras de tipo STORD INTERNATIONAL– RS64S con una capacidad de 50 Tn/h.

### **2.3.3. Muestreo**

No probabilístico, por conveniencia.

### **2.3.4. Criterios de Inclusión**

Se consideró las Prensas Extrusoras de tipo STORD INTERNATIONAL– RS64S con una capacidad de 50 Tn/H. ya que éstas son las que frecuentan la planta.

### **2.3.5. Criterios de exclusión**

Las prensas extrusoras a repararse que no fueron de tipo STORD INTERNATIONAL – RS64S y con capacidad menor a 50 Tn/h.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnicas

**Observación:** Esta técnica ayudó a observar las dificultades que se presentaron en el proceso de reparación de las prensas extrusoras, de manera que se constató los tiempos elevados que se encuentran en la data histórica de la empresa.

**Cuestionario:** Se presentó mediante una hoja algunos ítems estratégicos recopilados para la calificación de las personas especialistas en el proceso ya que éstos están en contacto directo con las causas por las que se presentan las fallas en el proceso diario, de manera que se obtuvo una valoración utilizada para el diagrama de Pareto.

**Análisis documental:** Permitted analizar y estudiar la información acumulada que se encuentra documentada en los archivos de la empresa EMIMSAC para tener referencias del proceso de reparación de prensas extrusoras en relación al tiempo y costo; de manera que se puso en contraste para ver la existencia de una mejora en el proceso.

**Análisis de datos:** Mediante esta técnica se pudo obtener datos o recolección de información a través de una inspección detallada en conjunto con el gerente de operaciones y el ingeniero supervisor del proceso de reparación de prensas extrusoras.

### 2.4.2. Instrumentos

**SPSS – Versión 24:** Es el Software estadístico que nos permitió tener un mayor control de los análisis conducidos, extensa documentación y el tiempo de duración de las operaciones realizadas para el proceso de reparación de las prensas extrusoras. Así mismo se observó mediante éstos cuadros estadísticos el intervalo de tiempo en el que debe encontrarse el proceso para que esté estandarizado, así mismo se detalló el diagnóstico actual mediante indicadores estadísticos.

**Formato de inspección:** Mediante este formato se expresó el motivo o hecho sucedido del por qué se paró el proceso de reparación en un tiempo determinado, los cuales fueron de importancia para la determinación de ítems para la elaboración del cuestionario.

**Ficha de Mantenimiento:** Por medio de éste se pudo observar si una de las causas es la falta de mantenimiento a las máquinas, lo cual genera un exceso de tiempo en el proceso.

**Reporte de Datos:** Se pudo acceder al reporte para verificar si los accidentes son causas comunes por las que se retrasa el proceso de reparación de prensas extrusoras.

### 2.4.3. Validez

Se aplicó una matriz de validación donde los expertos aprobaron el nivel de validación del instrumento de los cuales se acompaña con los anexos.

**Cuadro 03: Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Objetivo	Técnica	Instrumento/ Herramienta	Resultado
<p>Determinar la gestión del proceso actual para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.</p>	<p>Observación Cuestionario</p>	<p>Diagrama de Ishikawa (Anexo 01) Diagrama de Pareto (Anexo 02) Reporte Operacional. (Anexo 03) Ficha de Mantenimiento (Anexo 04) Registro de costos (Anexo 05) Cuestionario (Anexo 06)</p>	<p>Se obtuvo la gestión del proceso actual que se realizó en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C. según el periodo actual.</p>
<p>Determinar el Método de trabajo para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.</p>	<p>Análisis documental</p>	<p>Registro de Datos. (Anexo 07) SPSS versión 24. (Anexo 08)</p>	<p>Se aplicó un software que nos permitió organizar las etapas del proceso en un tiempo determinado obteniendo procedimientos estandarizados en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.</p>
<p>Evaluar el proceso controlado para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.</p>	<p>Observación Reporte Operacional</p>	<p>Reporte Operacional. (Anexo 03) Registro de costos (Anexo 05)</p>	<p>Se evaluó el proceso en el software Microsoft Excel, verificando las mejoras que se obtuvieron después de la aplicación del Control Estadístico.</p>

**Fuente: Elaboración propia**

## 2.5. Métodos y análisis de datos

**Cuadro 04: Métodos y análisis de datos.**

Objetivo	Instrumento/ Herramienta	Análisis de datos
<p>Determinar la gestión del proceso actual para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.</p>	<p>Diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto Reporte de operación. Registro costos anuales</p>	<p>Se obtuvo información de la situación actual del proceso de reparación de las prensas extrusoras.</p> <p>Se identificó la etapa crítica del proceso de reparación de prensas extrusoras.</p> <p>Se midió los tiempos y etapas que deben ser controlados.</p>
<p>Determinar el Método de trabajo para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.</p>	<p>Registro de datos. SPSS versión 24.</p>	<p>Se analizó los recorridos y tiempos realizados en el proceso.</p> <p>Se utilizaron datos recopilados para ser introducidos en el software.</p>
<p>Evaluar el proceso controlado para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.</p>	<p>Reporte del proceso.</p>	<p>- Se logró contrastar el antes y después de la aplicación del control estadístico con referencia a los indicadores.</p>

**Fuente: Elaboración Propia.**

## **2.6. Aspectos éticos**

La veracidad de los resultados se va enmarcar al tiempo estándar que se va calcular teniendo en cuenta la tolerancia y los suplementos necesarios para que no perjudiquen al trabajador como a la empresa. Así mismo a la confiabilidad de los datos proporcionados por la empresa y la identidad de los individuos que cooperaron en el estudio.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Datos Generales de la empresa

##### 3.1.1. Información general

**Imagen 01: Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C**



**Fuente: Página web [www.emimsac.com](http://www.emimsac.com)**

- **Ubicación** : Sector Tangay Macaby  
Parcela 16925 – Pampas de Chimbote
- **Gerente** : Edinson Obeso Alva
- **Teléfono** : 998393575 - 043 320334
- **RUC** : 20445722147
- **Página web** : <http://emimsac.com/certificaciones.php>

##### 3.1.2. Reseña Histórica

La Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C, es una organización a la que dio inicio el señor Fernando Manuel Obeso Rosario en el año 2008 en el que decidió independizarse, de manera que pueda iniciarse y desenvolverse en la línea metalmecánica para satisfacer la necesidad del emergente sector pesquero (precisamente para las fábricas de harina de pescado), para ello abrió un pequeño taller de mecánica llamado “El



Micrómetro S.R.L.”, pues éste llevaba a cabo pequeñas reparaciones durante los años 1974 hasta 1980.

Sin embargo, por diferentes razones favorables a la continuación del trabajo, como la demanda que tuvo el taller con respecto a las prensas extrusoras dentro del mercado y rubro pesquero; así mismo por las exigencias de sus clientes, fue que el periodo de alquiler de este pequeño taller se alargó, además fue creciendo de a pocos por lo cual en paralelo fue cambiando de razones sociales, para que se mantenga a la par con su crecimiento; y con los trabajos pendientes que por supuesto cada vez eran mayores, debido a esto se necesitaba de un lugar más amplio que cuente con diferentes áreas para llevar a cabo el trabajo y así poder cumplir con los requerimientos; es por ello que surgió el taller de mecánica “Taller de reparaciones Obeso” entre los años 1981 hasta los años 1994, pero manteniendo siempre una expectativa de crecimiento.

Pasado los años, aproximadamente en los años 1995 hasta 2008, fue que se dio lugar a un nuevo taller “Mecánica Industrial Fernando S.R.L”. Luego de algunos esfuerzos se pudo adquirir un nuevo local, pues éste si cumplía con el espacio que se necesitaba para las diferentes etapas del proceso realizadas en diferentes áreas. Este local está ubicado en en la zona de Tangay Macabi, Parcela 16925 en las Pampas de Chimbote, aquí fue donde se apostó a pesar de los contras, ya que es un lugar bastante alejado por lo que se auguraba que la lejanía del centro de Chimbote lo llevaría a la perdida; pero no fue así ya que hoy podemos encontrar esos lugares ya más habitables. Hoy en día la empresa cuenta con la mira de poder competir en los altos estándares de atención para los trabajos requeridos por las principales empresas del sector pesquero es que se convierte en la Empresa de Ingeniería y Montajes S. A. C. (EMIMSAC)

**3.2. Determinar la gestión del proceso actual para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.**

**3.2.1. Análisis del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.**

El detalle de actividades de proceso se describe a continuación:

Tabla 01. Descripción de actividades del proceso de reparación de prensas extrusoras en la empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPO DE REPARACIÓN (HRS)</b>
1	Desarmar prensa en forma general.	12.1
2	Arenado y pintado en forma general.	15.1
3	Verifica condiciones del arenado	0.3
4	Extraer revestimiento de tornillos derecho e izquierdo	14.7
5	Revestimiento de conos y espirales de ambos tornillos en acero inox.	21.8
6	Rellenar espirales de ambos tornillos extrusores y rectificar.	13.4
7	Inspeccionar revestimiento de conos y espirales	0.3
8	Armar caja reductora y pre mecanizar.	6.7
9	Rellenar alojamientos de caja reductora y mecanizar	22.5
10	Fabricación de tina desaguadora	7.4
11	Montaje de tina desaguadora	5.2
12	Cambiar dos templadores y tubos distanciadores de carcasa superior.	7
13	Fabricar trinquetes con sus pines bisagras y pernos de ajuste en inox.	13.7
14	Fabricar dos soportes triangulares.	20.4
15	Fabricar cuadernas de carcasa superior e inferior	28
16	Fabricar regletas de ajuste de carcasa superior e inferior	22.5
17	Fabricar porta mallas de carcasa superior e inferior	12.6

18	Remachar mallas de inox según el orden de los agujeros	13.9
19	Inspeccionar mejoras a carcasa superior e inferior	0.4
20	Revestir dos bridas y zona de salida de carga de ejes muñones.	24
21	Mecanizar 2 bridas	11.6
22	Cambiar sistema de protección de eje de cola.	22.5
23	Armar primer y segundo cuerpo de caja reductora.	6.1
24	Alinear caja reductora con carcasa inferior / Montaje porta mallas.	3.6
25	Montaje de dos tornillos extrusores alineados en carcasa inferior y chumaceras.	7.1
26	Inspección de montaje de caja reductora y tornillos extrusores	0.3
27	Fabricación y montaje de chute de entrada.	12.8
28	Realizar mantenimiento a bomba y filtro de lubricación.	5
29	Montaje de carcasa superior ajustado con sus trinquetes	4.9
30	Inspección final a prensa extrusora	0.4
<b>TOTAL</b>		<b>336.3</b>

Fuente: Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

De las actividades mencionadas se diferencian las que corresponden netamente a una operación o si se trata de una actividad de inspección, a partir de ello se obtiene una nueva codificación según su orden de ejecución o ejecución en paralelo, además, de la asignación de un indicador numérico de la actividad según el orden correlativo en que se ejecutan, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Detalle de actividades del proceso de reparación de prensas extrusoras en la empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	N° de Operación	N° de Inspección
Desarmar prensa en forma general.	1	
Arenado y pintado en forma general.	2	
Verifica condiciones del arenado		1

Extraer revestimiento de tornillos derecho e izquierdo	12	
Revestimiento de conos y espirales de ambos tornillos en acero inox.	13	
Rellenar espirales de ambos tornillos extrusores y rectificar.	14	
Inspeccionar revestimiento de conos y espirales		2
Armar caja reductora y pre mecanizar.	8	
Rellenar alojamientos de caja reductora y mecanizar	9	
Fabricación de tina desaguadora	3	
Montaje de tina desaguadora	4	
Cambiar dos templadores y tubos distanciadores de carcasa superior.	18	
Fabricar trinquetes con sus pines bisagras y pernos de ajuste en inox.	19	
Fabricar dos soportes triangulares.	20	
Fabricar cuaderñas de carcasa superior e inferior	21	
Fabricar regletas de ajuste de carcasa superior e inferior	22	
Fabricar porta mallas de carcasa superior e inferior	23	
Remachar mallas de inox según el orden de los agujeros	24	
Inspeccionar mejoras a carcasa superior e inferior		4
Revestir dos bridas y zona de salida de carga de ejes muñones.	5	
Mecanizar 2 bridas	6	
Cambiar sistema de protección de eje de cola.	7	
Armar primer y segundo cuerpo de caja reductora.	10	
Alinear caja reductora con carcasa inferior / Montaje porta mallas.	11	
Montaje de dos tornillos extrusores alineados en carcasa inferior y chumaceras.	15	
Inspección de montaje de caja reductora y tornillos extrusores		3
Fabricación y montaje de chute de entrada.	16	
Realizar mantenimiento a bomba y filtro de lubricación.	17	
Montaje de carcasa superior ajustado con sus trinquetes	25	
Inspección final a prensa extrusora		5

Fuente: Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

De acuerdo a la clasificación realizada a las actividades del proceso, se procede a generar el diagrama de actividades de proceso (DOP):

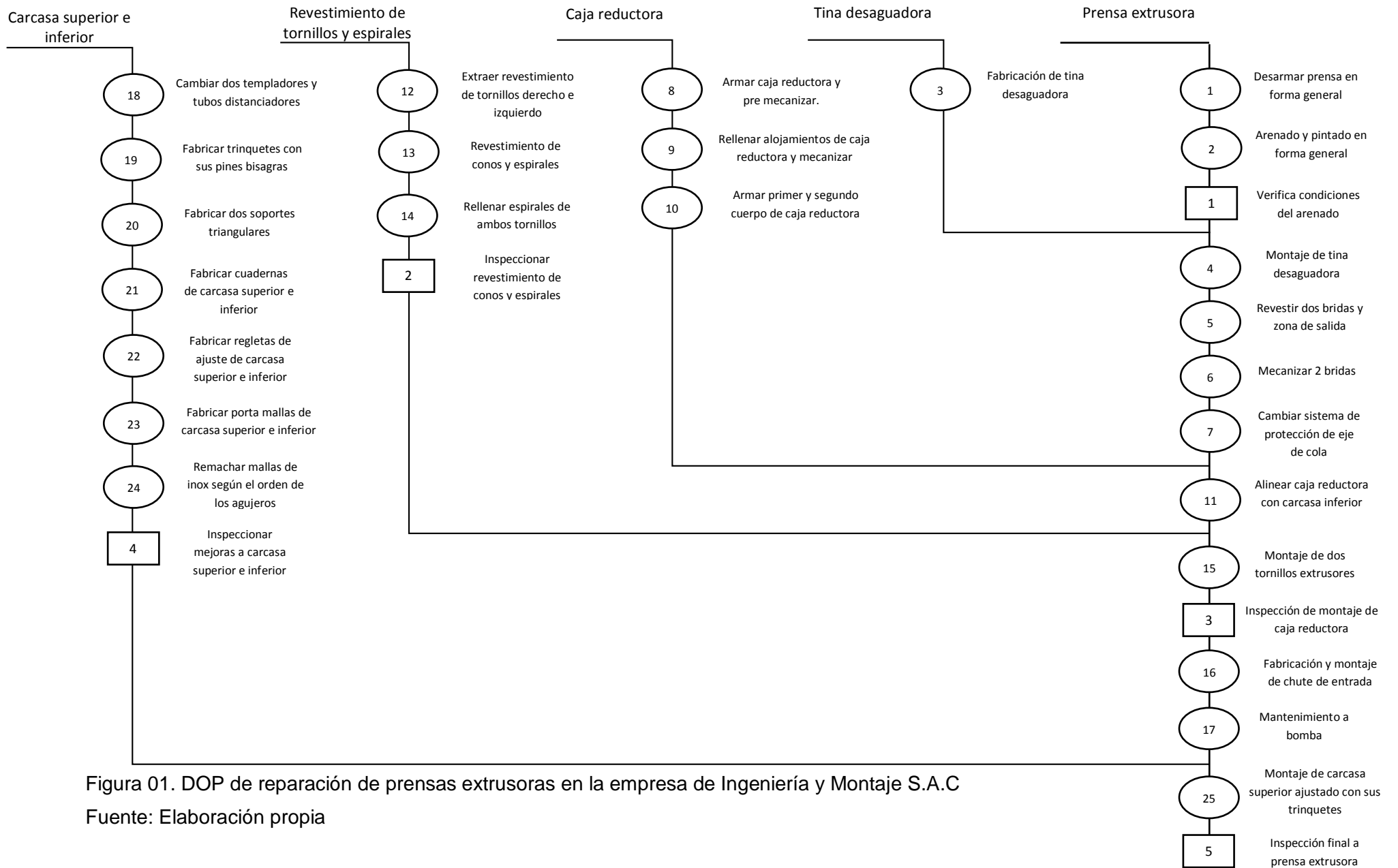


Figura 01. DOP de reparación de prensas extrusoras en la empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de operaciones (Figura 01) del proceso se aprecia las actividades realizadas para la reparación de prensas extrusoras organizadas de acuerdo a como se presentan en su desarrollo. Es posible apreciar que algunas actividades requieren un tiempo elevado de ejecución, tal es el caso de la fabricación de regletas de ajuste de carcasa superior e inferior la que considera 22.5 hrs, así como para cambiar el sistema de protección de eje de cola estima con 22.5 hrs., la fabricación de dos soportes triangulares necesita 20.4 hrs. para su ejecución, finalmente, la tarea de rellenar alojamientos de caja reductora y mecanizar significa un tiempo de 22.5 hrs. para realizarse. Cabe mencionar que los tiempos indicados para dichas actividades resultan al promediar las observaciones realizadas en el tiempo de estudio, e incorporan aquellas observaciones donde las actividades se realizaron por personal poco experto e inadecuadamente capacitado; por eso dicho tiempo puede verse afectado por mediciones que no reflejan el verdadero tiempo de su ejecución.

El problema descrito en la presente investigación, se evalúa en el diagrama de Ishikawa (Figura 02) presentado a continuación:

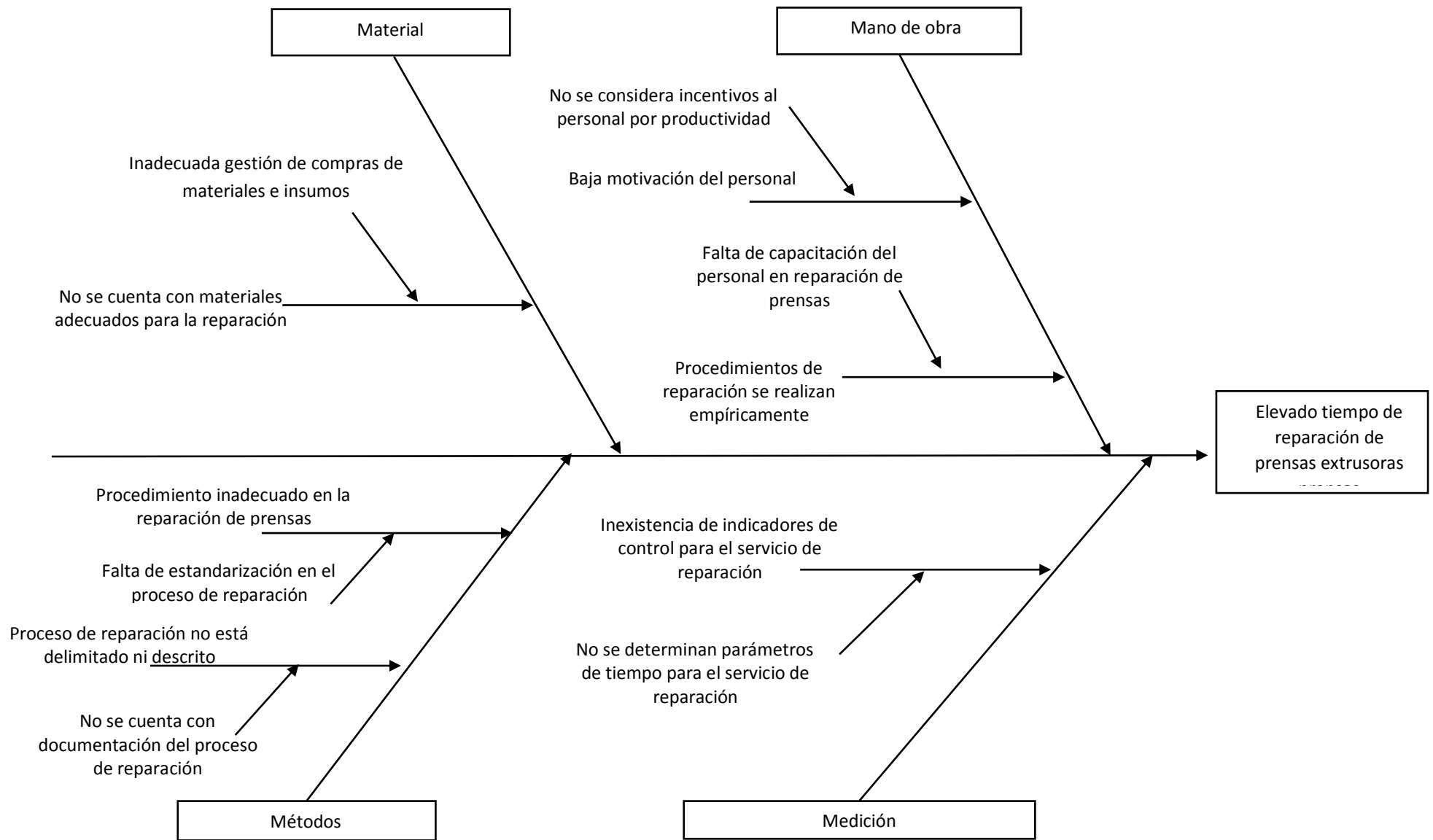


Figura 02. Diagrama de Ishikawa del proceso de reparación de prensas extrusoras en la empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C  
 Fuente: Elaboración propia

En el Diagrama de Ishikawa se aprecia las causas relevantes relacionadas al elevado tiempo de reparación de prensas extrusoras, a partir del cual se realiza la valoración de las causas mencionadas a través de un cuestionario aplicado al gerente general, al administrador, al gerente de operaciones y el ingeniero supervisor de las reparaciones de prensas extrusoras. La valoración de las causas relevantes se mide en una escala de puntuación de 1 a 5, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 03. Escala de valoración de causas relevantes

Nivel	Puntuación
Muy bajo	1
Bajo	2
Regular	3
Alto	4
Muy alto	5

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en el proceso de valoración de causas relevantes se detallan en la tabla 04:

Tabla 04. Valoración de causas relevantes al problema

Causa relevante	Valoración	%	% acumulado
No se determinan parámetros de tiempo para el servicio de reparación	42	41%	41%
Falta de estandarización en el proceso de reparación	35	34%	75%
No se cuenta con documentación del proceso de reparación	12	12%	86%



No se considera incentivos al personal por productividad	7	7%	93%
Falta de capacitación del personal en reparación de prensas	5	5%	98%
Inadecuada gestión de compras de materiales e insumos	2	2%	100%
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia

A partir de la medida de valoración de las causas relevantes del tiempo excesivo de reparación de prensas extrusoras en la empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C, se generó el diagrama de Pareto, el que se observa en la figura 03.

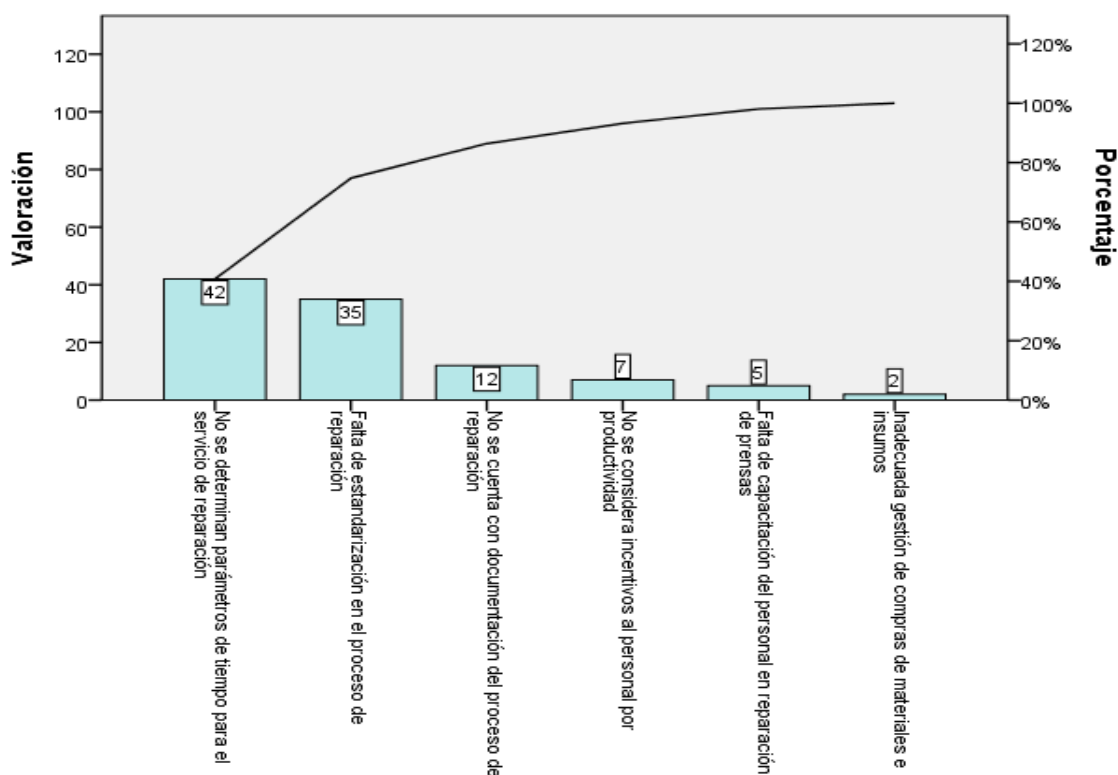


Figura 03. Diagrama de Pareto de valoración de causas relevantes en el tiempo excesivo de reparación de prensas extrusoras

Fuente: Tabla 04

En la tabla 04 y en la figura 03, se aprecia que las dos causas consideradas más relevantes en el tiempo elevado de reparación de prensas extrusoras son: No se determinan parámetros de tiempo para el servicio de reparación y Falta de estandarización en el proceso de reparación, ellas representan el 77% del total del impacto detectado, es decir las causas mencionadas recibieron la valoración más alta como causales del tiempo excesivo en la reparación de las prensas.

### 3.2.2. Nivel actual de indicadores del proceso

Se determinó el estado actual de los indicadores de estandarización de procesos, obteniendo el siguiente:

#### a) Tiempo promedio de realización del proceso

Para determinar el tiempo promedio de realización del proceso se utilizó la información recolectada en el periodo de setiembre de 2014 a setiembre de 2017, la que se observa a detalle en el Anexo 05. Para el cálculo del tiempo promedio de realización del proceso se empleó la siguiente fórmula:

$$TPR = \frac{\sum \text{tiempo de realización del proceso}}{\text{número de observaciones}}$$

Reemplazando la información correspondiente del Anexo 05 en los componentes de la fórmula presentada, se obtiene:

$$TPR = \frac{42016.5}{125} = 336.132$$

El **tiempo promedio de realización del proceso** de reparación de prensas extrusoras es de **336.13 hrs**, lo que

representa un total de 42 días de proceso considerado una jornada laboral de 8 hrs.

**b) Costo promedio de realización del proceso**

Respecto de los costos asociados al proceso, se recopiló la información en el mismo periodo de las observaciones de tiempo del proceso, de setiembre 2014 a setiembre 2017, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 05. Costos directos e indirectos del proceso de reparación de prensas extrusoras, empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C, setiembre 2014 – setiembre 2017

Estructura de Costos			Set 2014 - Set 2015	Set 2015 - Set 2016	Set 2016 - Set 2017	Promedio
Costos Directos	Materiales Directos	Materiales	S/ 114,023.20	S/ 132,776.10	S/ 126,023.20	S/ 124,274.17
		Insumos	S/ 9,121.86	S/ 10,622.09	S/ 10,081.86	S/ 9,941.93
		Total	S/ 123,145.06	S/ 143,398.19	S/ 136,105.06	S/ 134,216.10
	Mano de Obra Directo	Sueldos y Salarios	S/ 301,080.00	S/ 338,985.00	S/ 301,560.00	S/ 313,875.00
		Gratificaciones	S/ 50,180.00	S/ 56,497.50	S/ 50,260.00	S/ 52,312.50
		Indemnizaciones	S/ 125,450.00	S/ 112,995.00	S/ 201,040.00	S/ 146,495.00
		Pensiones/Aportes	S/ 45,162.00	S/ 50,847.75	S/ 45,234.00	S/ 47,081.25
		Total	S/ 521,872.00	S/ 559,325.25	S/ 598,094.00	S/ 559,763.75
Total		S/ 645,017.06	S/ 702,723.44	S/ 734,199.06	S/ 693,979.85	
Costos Indirectos	Mano de Obra Indirecta	Jefe de Mantenimiento	S/ 30,000.00	S/ 30,600.00	S/ 31,200.00	S/ 30,600.00
		Supervisores	S/ 64,800.00	S/ 64,800.00	S/ 66,600.00	S/ 65,400.00
		Administrativos	S/ 28,800.00	S/ 28,800.00	S/ 28,800.00	S/ 28,800.00
		Otros	S/ 6,020.00	S/ 6,862.50	S/ 6,220.00	S/ 6,367.50
		Total	S/ 129,620.00	S/ 131,062.50	S/ 132,820.00	S/ 131,167.50
	Materiales Indirectos	Repuestos	S/ 30,010.00	S/ 33,815.25	S/ 30,298.40	S/ 31,374.55
		Lubricantes	S/ 22,489.60	S/ 25,455.15	S/ 22,887.20	S/ 23,610.65
		Combustibles	S/ 23,214.00	S/ 26,121.15	S/ 23,265.60	S/ 24,200.25
		Total	S/ 75,713.60	S/ 85,391.55	S/ 76,451.20	S/ 79,185.45
	Gastos Indirectos	Alquiler	S/ 38,400.00	S/ 38,400.00	S/ 38,400.00	S/ 38,400.00
		Seguros	S/ 13,200.00	S/ 13,200.00	S/ 13,200.00	S/ 13,200.00
		Intereses	S/ 560.00	S/ 1,352.50	S/ 1,854.25	S/ 1,255.58
		Total	S/ 52,160.00	S/ 52,952.50	S/ 53,454.25	S/ 52,855.58
	Total		S/ 257,493.60	S/ 269,406.55	S/ 262,725.45	S/ 263,208.53
<b>Costo Total</b>			<b>S/ 902,510.66</b>	<b>S/ 972,129.99</b>	<b>S/ 996,924.51</b>	<b>S/ 957,188.38</b>

Fuente: Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C, setiembre de 2014 - setiembre 2017

En la tabla 05, el costo total de los servicios de reparación de prensas extrusoras en el periodo de setiembre de 2014 a setiembre de 2015 es S/. 902,510.66 soles, en el periodo de setiembre de 2015 a setiembre de 2016 es S/. 972,129.99 soles y en el periodo de setiembre de 2016 a setiembre de 2017 es S/. 996,924.51 soles; lo que al promediarse me proporciona el **costo promedio anual de realización del proceso** es de S/. 957,188.38 soles.

**c) Cantidad promedio de servicios por año**

De acuerdo al total de observaciones realizadas en el periodo de tiempo especificado (setiembre de 2014 a setiembre de 2017) es posible determinar la cantidad promedio de reparaciones al año, tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 06. Total anual de reparaciones de prensas extrusoras

<b>Periodo</b>	<b>Número de reparaciones</b>
Set 2014 - Set 2015	40
Set 2015 - Set 2016	45
Set 2016 - Set 2017	40
<b>Total</b>	<b>125</b>

Fuente: Anexo 05

Según los datos presentado en la tabla 06, la **cantidad promedio de servicios de reparación de prensas extrusoras** es de 42 servicios/año.

### 3.3. Determinar el Método de trabajo para la estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.

A partir de las causas relevantes del problema observadas en el Diagrama de Ishikawa (Figura 02) y Diagrama de Pareto (Figura 03), se propone elaborar el Control estadístico del Proceso para reducir el impacto de las causas identificadas: **No se determinan parámetros de tiempo para el servicio de reparación y Falta de estandarización en el proceso de reparación**; para ello se procede a recolectar los tiempos del proceso de reparación de prensas extrusoras en el periodo de 3 años; considerando grupos de 5 reparaciones cada uno, los que se refiere a las reparaciones ejecutadas en paralelo por el personal de la empresa, al término de las cuales se inicia con otro grupo de 5 reparaciones, hasta completar los 25 grupos en el periodo de observaciones de 3 años, de setiembre de 2014 a setiembre de 2017.

Tabla 07. Muestras recolectadas de tiempos de reparación de prensas extrusoras

Muestra	X1	X2	X3	X4	X5	Media	Rango
1	334.5	322.4	325.4	324.6	350.1	331.4	27.7
2	347.7	348.1	330.3	340.8	319	337.18	29.1
3	327.7	327.6	327.1	336.3	336.1	330.96	9.2
4	348.7	336.3	350.2	352.5	363.6	350.26	27.3
5	332.9	336.9	342.6	338.3	325.7	335.28	16.9
6	335.4	336.5	323.4	339.7	330.9	333.18	16.3
7	332.5	333.6	323.3	343.8	341.3	334.9	20.5
8	324.3	346.5	342.8	316.7	364.3	338.92	47.6
9	339.4	328	323.8	330.9	331.3	330.68	15.6
10	342.4	341	328.1	341.5	328.5	336.3	14.3
11	335.2	320.6	327.3	336.1	326.5	329.14	15.5
12	326.3	315.4	335.2	341.9	365.9	336.94	50.5
13	342.1	338.5	329.8	329	326.8	333.24	15.3
14	312.7	327.3	349.2	325.4	347.7	332.46	36.5
15	327.3	323.6	329.7	338.7	336.1	331.08	15.1

<b>16</b>	331.7	325.8	342.8	337.9	338.9	335.42	17
<b>17</b>	337.4	326.9	336.6	338.6	332	334.3	11.7
<b>18</b>	348.5	334	326.3	332.7	322.1	332.72	26.4
<b>19</b>	338.2	339.6	360.4	348.6	359.1	349.18	22.2
<b>20</b>	334.9	331.9	344.4	327.3	336	334.9	17.1
<b>21</b>	331.5	333.7	331.9	349.7	340.1	337.38	18.2
<b>22</b>	343.2	331	342.4	340.7	329	337.26	14.2
<b>23</b>	347.5	339.1	364.7	359.6	352.6	352.7	25.6
<b>24</b>	339.2	321.6	336.7	329.6	332.2	331.86	17.6
<b>25</b>	339.9	336.8	337.5	331.4	332.7	335.66	8.5
<b>Promedio</b>						336.13	21.44

Fuente: Elaboración Propia

A partir de las muestras recolectadas se consideraron grupos de 5 muestras cada una, fin de analizar los estadísticos descriptivos para cada grupo y generar los gráficos de control pertinentes

Tabla 08. Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 - 5 (01/09/2014 - 14/04/2015)

<b>Estadístico</b>	<b>Valor (horas)</b>
Media	337.016
Mediana	336.300
Moda	336.3
Desviación estándar	11.2018
Varianza	125.480
Rango	44.6
Mínimo	319.0
Máximo	363.6

Fuente: Tabla 07

En la tabla 8, entre las medidas de tendencia central se obtuvo una Media de 337.016 hrs, la Mediana fue de 336.3 hrs, que representa el promedio de las observaciones obtenidas por repetición de las observaciones; respecto de las medidas de dispersión se considera la Desviación estándar de 11.20 hrs, cifra que indica cuanto difieren los valores observados del promedio, los valores Mínimo y Máximo

obtenidos fueron de 319.0 hrs y 363.6 hrs respectivamente, a los que corresponde un Rango de 44.6 hrs.

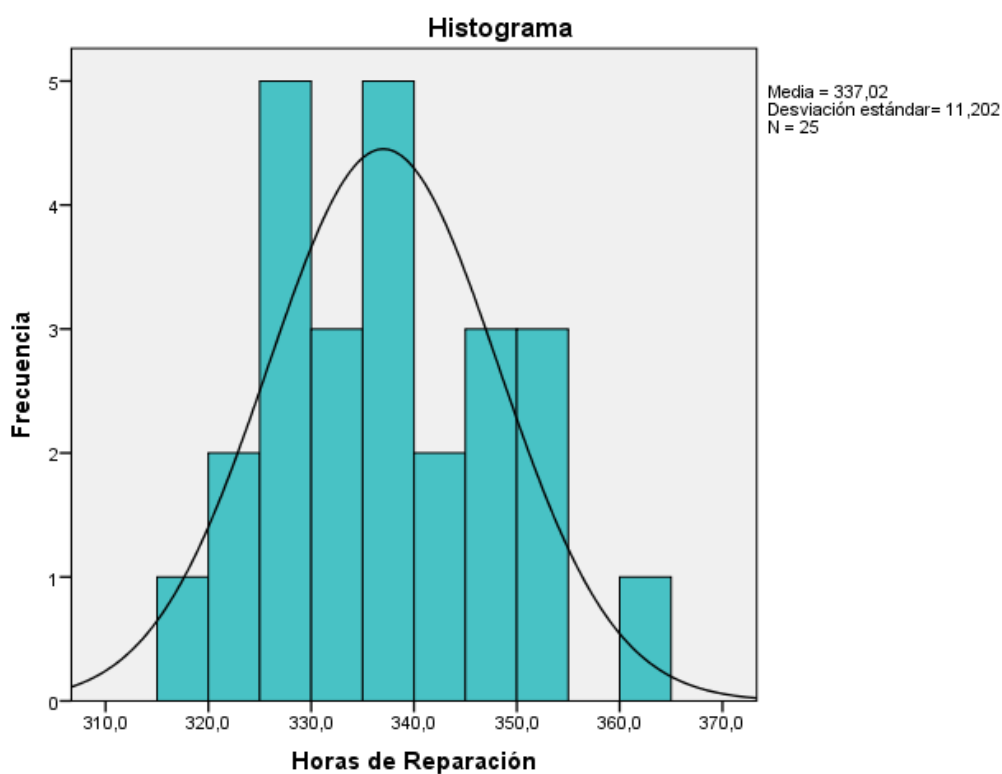


Figura 04. Histograma de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 - 5 (01/09/2014 - 14/04/2015)

Fuente: Tabla 08

Se puede apreciar en el gráfico de histogramas (figura 04) que los tiempos de reparación obtenidos con más frecuencia corresponden a 330 hrs y 340 hrs, mientras que los tiempos obtenidos con menor frecuencia corresponden a 320 hrs y 360 hrs.

Las figuras 05 y 06 corresponden a los gráficos de control obtenidos a partir de las 5 muestras evaluadas de reparaciones de prensas extrusoras.



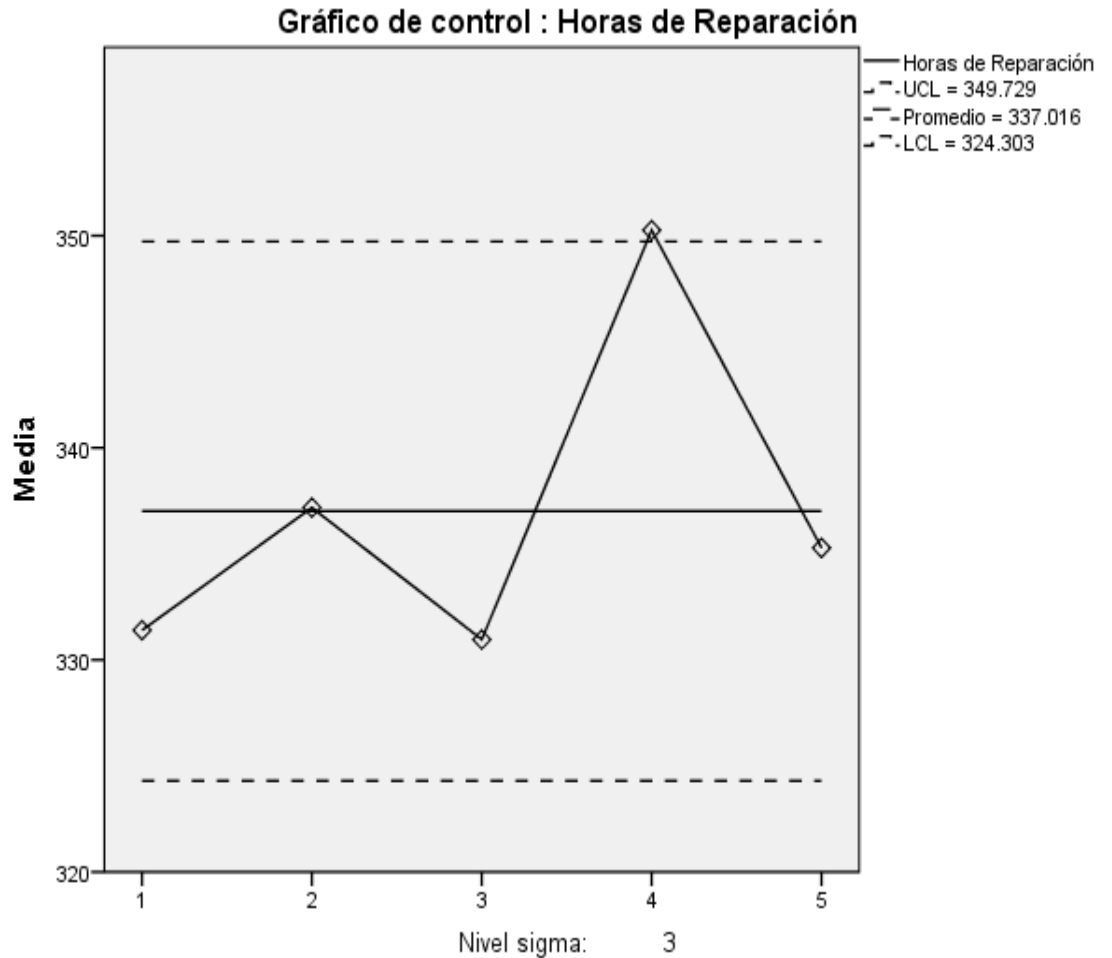


Figura 05. Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 - 5 (01/09/2014 - 14/04/2015).  
Fuente: Tabla 08

Se aprecia en el Gráfico de Control X (figura 05), que los tiempos de reparación de prensas extrusoras se encuentran distribuidas en forma cercana a la línea central, que corresponde al promedio obtenido (337.016 hrs), con la excepción de la muestra 4, cuyo promedio excede el límite superior establecido por el gráfico, siendo el límite superior de 349.729 hrs.

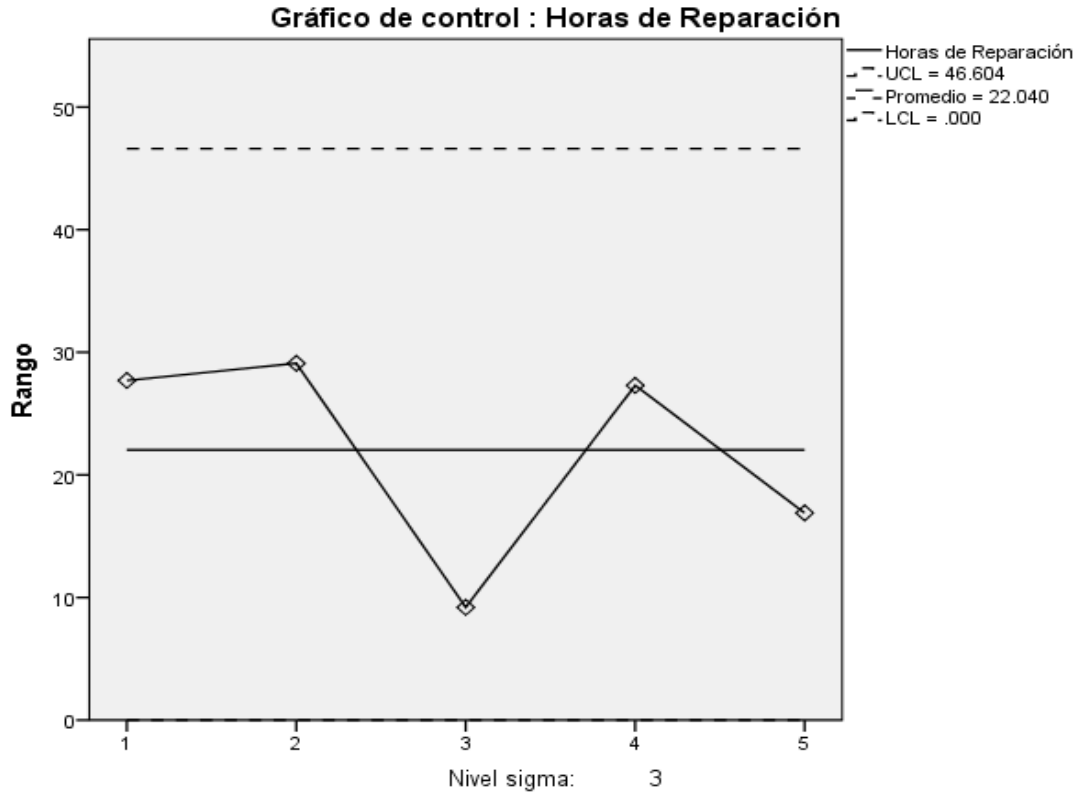


Figura 06. Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 1 - 5 (01/09/2014 - 14/04/2015).  
Fuente: Tabla 08

En la figura 06 correspondiente al gráfico de control de rangos (Gráfico R), se aprecia que la diferencia entre las reparaciones en el menor y en el mayor tiempo para una muestra específica no superó los rangos inferiores o superiores permitidos, manteniéndose dentro del rango de control estadístico.

Tabla 09. Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 - 10 (16/04/2015 - 23/11/2015)

Estadístico	Valor (horas)
Media	334.796
Mediana	333.600
Moda	330.9
Desviación estándar	9.9691

Varianza	99.383
Rango	47.6
Mínimo	316.7
Máximo	364.3

Fuente: Tabla 07

En la tabla 09, entre las medidas de tendencia central se obtuvo una Media de 334.796 hrs, la Mediana fue de 333.6 hrs, que representa el promedio de las observaciones obtenidas por repetición de las observaciones; respecto de las medidas de dispersión se considera la Desviación estándar de 9.9691 hrs, cifra que indica cuanto difieren los valores observados del promedio, los valores Mínimo y Máximo obtenidos fueron de 316.7 hrs y 364.3 hrs respectivamente, a los que corresponde un Rango de 47.6 hrs.

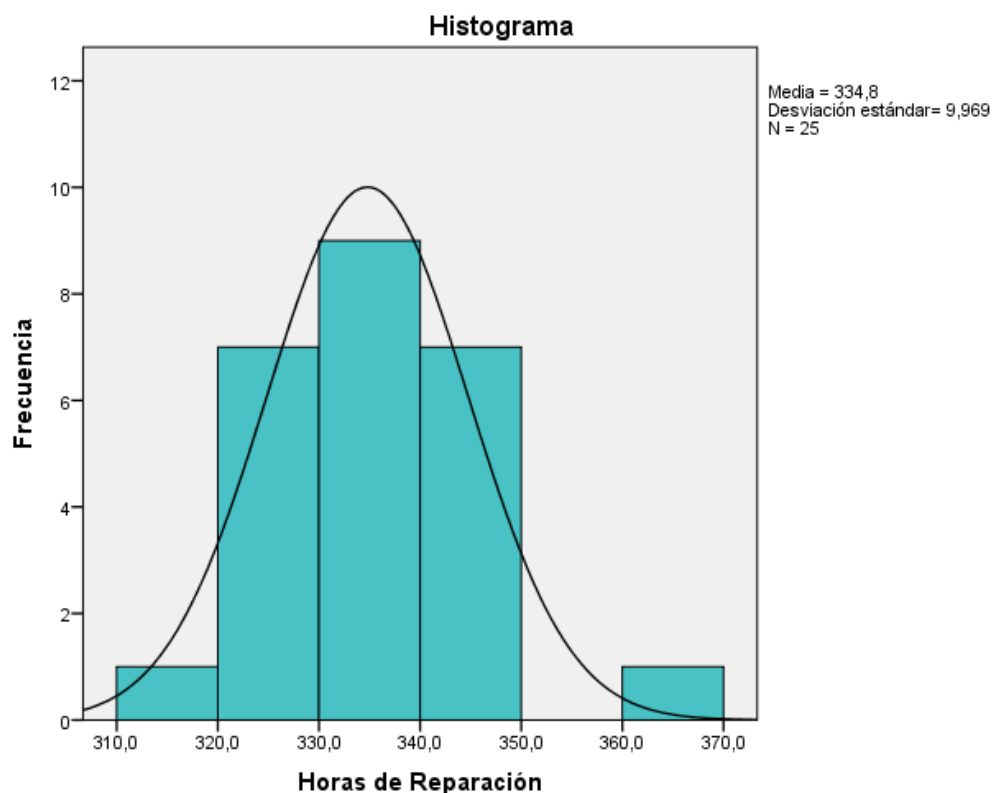


Figura 07. Histogramas de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 - 10 (16/04/2015 - 23/11/2015)

Fuente: Tabla 09

Se puede apreciar en el gráfico de histogramas (figura 07) que el tiempo de reparación obtenido con más frecuencia corresponde a 340 hrs, mientras que los tiempos obtenidos con menor frecuencia corresponden a 310 hrs y 370 hrs.

Las figuras 08 y 09 corresponden a los gráficos de control obtenidos a partir de las 5 muestras evaluadas de reparaciones de prensas extrusoras.

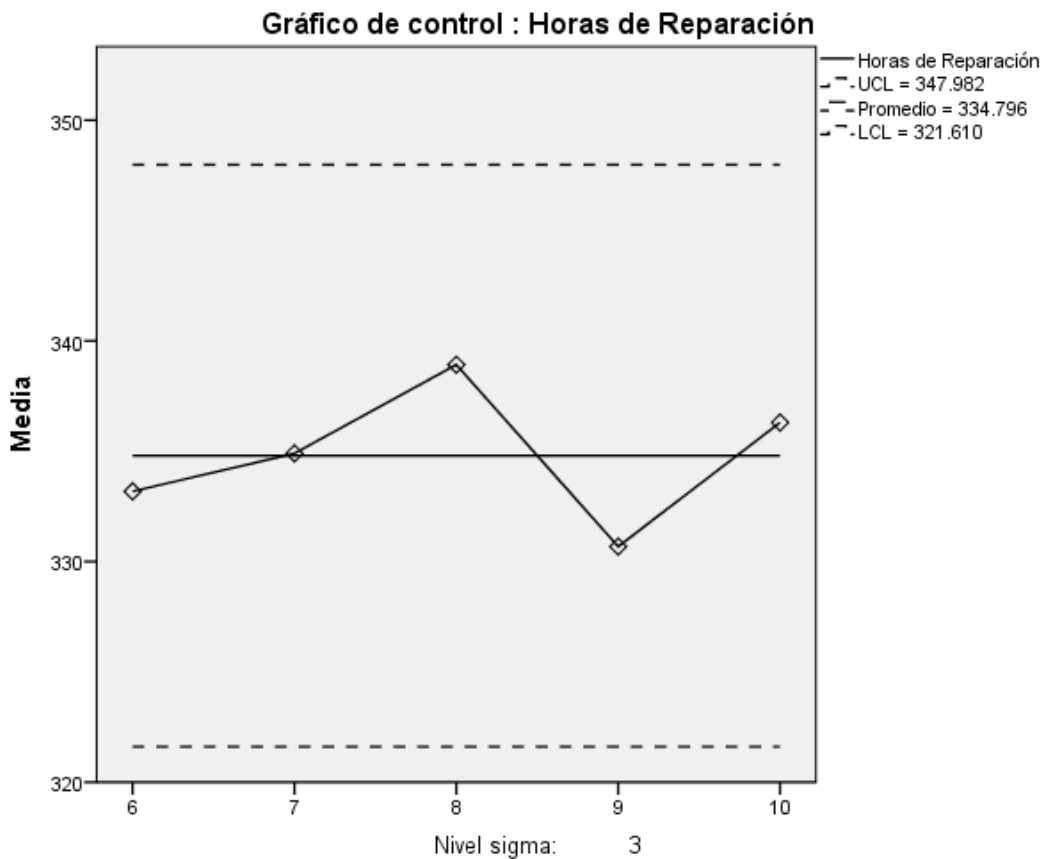


Figura 08. Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 - 10 (16/04/2015 - 23/11/2015)

Fuente: Tabla 09

Se aprecia en el Grafico de Control X (figura 08), que los tiempos de reparación de prensas extrusoras se encuentran distribuidas en forma cercana a la línea central, que corresponde al promedio obtenido (334.796 hrs).

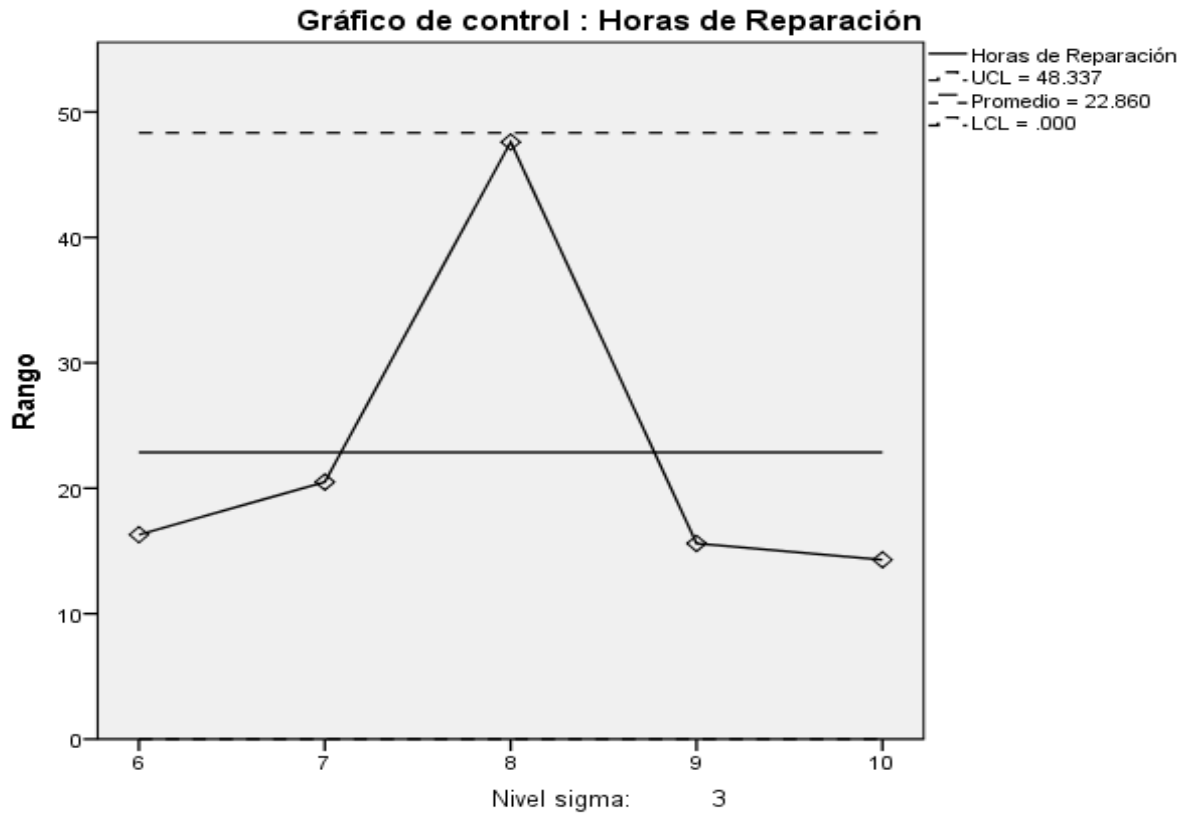


Figura 09. Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 6 - 10 (16/04/2015 - 23/11/2015)

Fuente: Tabla 09

En la figura 09 correspondiente al gráfico de control de rangos (Gráfico R), se aprecia que la diferencia entre las reparaciones en el menor y en el mayor tiempo para una muestra específica no superó los rangos inferiores o superiores permitidos, pero se aprecia que la muestra 8 se acercó al límite superior de 48.337 hrs de rango.

Tabla 10. Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 - 15 (24/11/2015 - 6/07/2016)

Estadístico	Valor (horas)
Media	332.572
Mediana	329.700
Moda	327.3
Desviación estándar	11.3503
Varianza	128.830

Rango	53.2
Mínimo	312.7
Máximo	365.9

Fuente: Tabla 07

En la tabla 10, entre las medidas de tendencia central se obtuvo una Media de 332.572 hrs, la Mediana fue de 329.7 hrs, que representa el promedio de las observaciones obtenidas por repetición de las observaciones; respecto de las medidas de dispersión se considera la Desviación estándar de 11.35 hrs, cifra que indica cuanto difieren los valores observados del promedio, los valores Mínimo y Máximo obtenidos fueron de 312.7 hrs y 365.9 hrs respectivamente, a los que corresponde un Rango de 53.2 hrs.

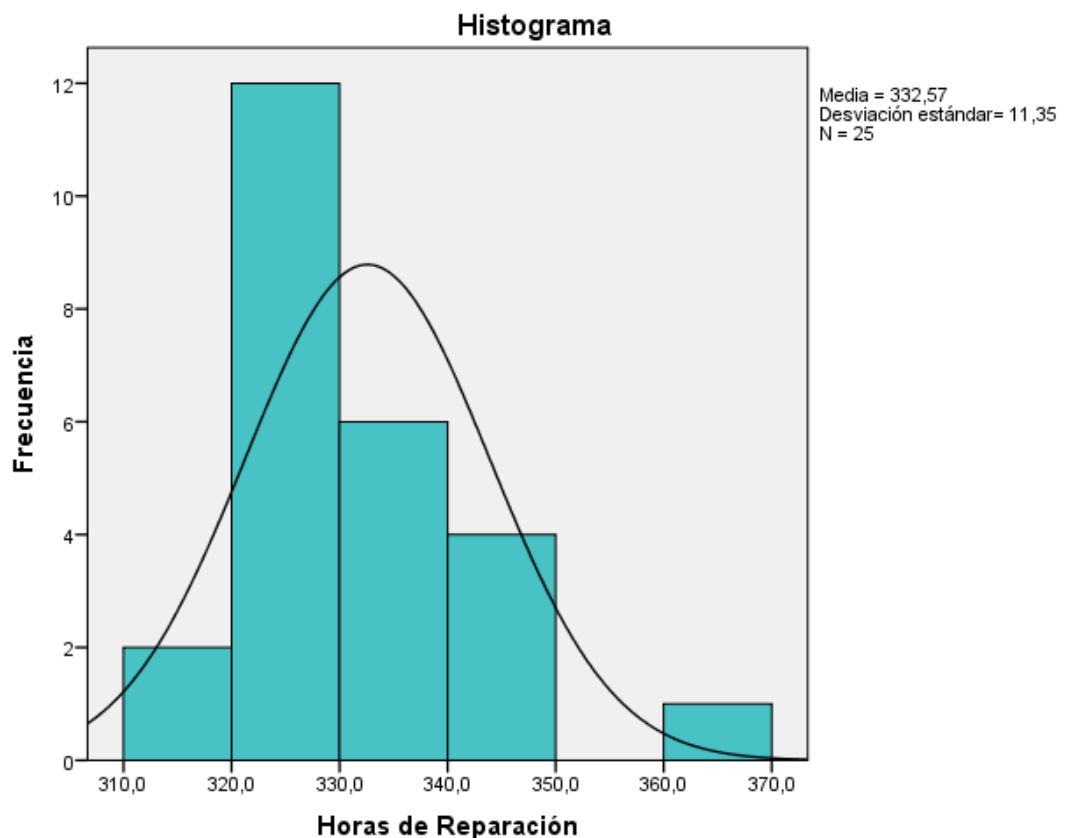


Figura 10. Histogramas de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 - 15 (24/11/2015 - 6/07/2016)

Fuente: Tabla 10

Se puede apreciar en el gráfico de histogramas (figura 10) que el tiempo de reparación obtenido con más frecuencia corresponde a 320 hrs, mientras que los tiempos obtenidos con menor frecuencia corresponden a 310 hrs y 370 hrs.

Las figuras 11 y 12 corresponden a los gráficos de control obtenidos a partir de las 5 muestras evaluadas de reparaciones de prensas extrusoras.

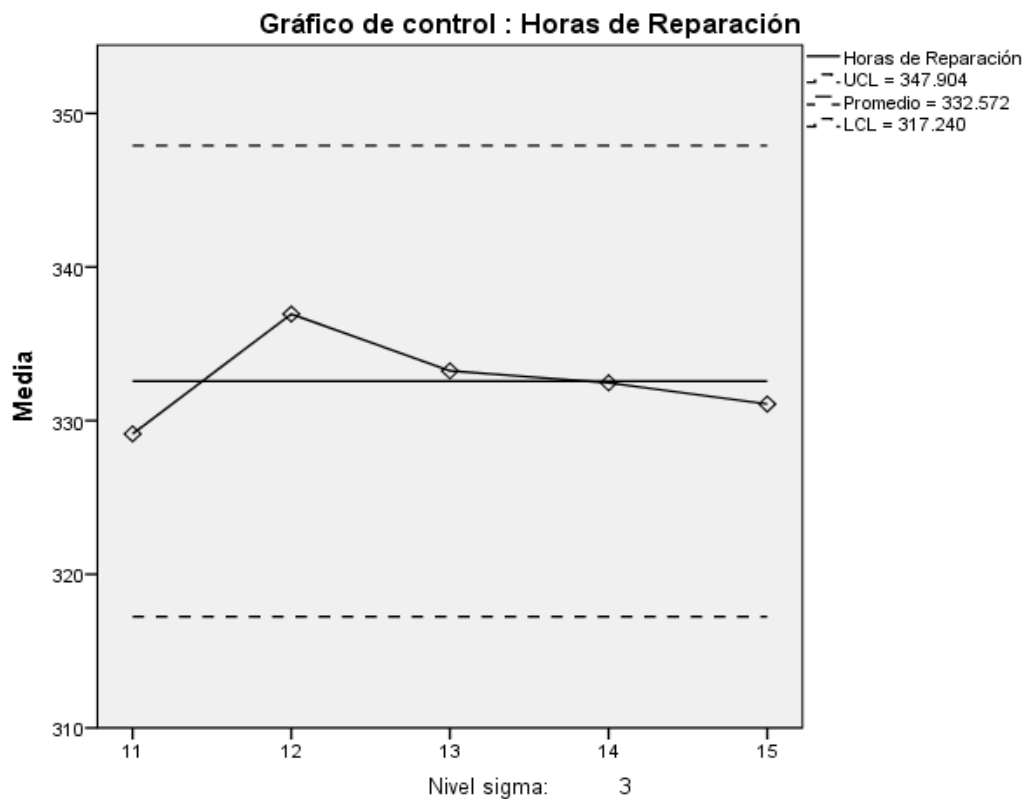


Figura11. Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 - 15 (24/11/2015 - 6/07/2016)

Fuente: Tabla 10

Se aprecia en el Gráfico de Control X (figura 11), que los tiempos de reparación de prensas extrusoras se encuentran distribuidas en forma cercana a la línea central, que corresponde al promedio obtenido (332.572 hrs).

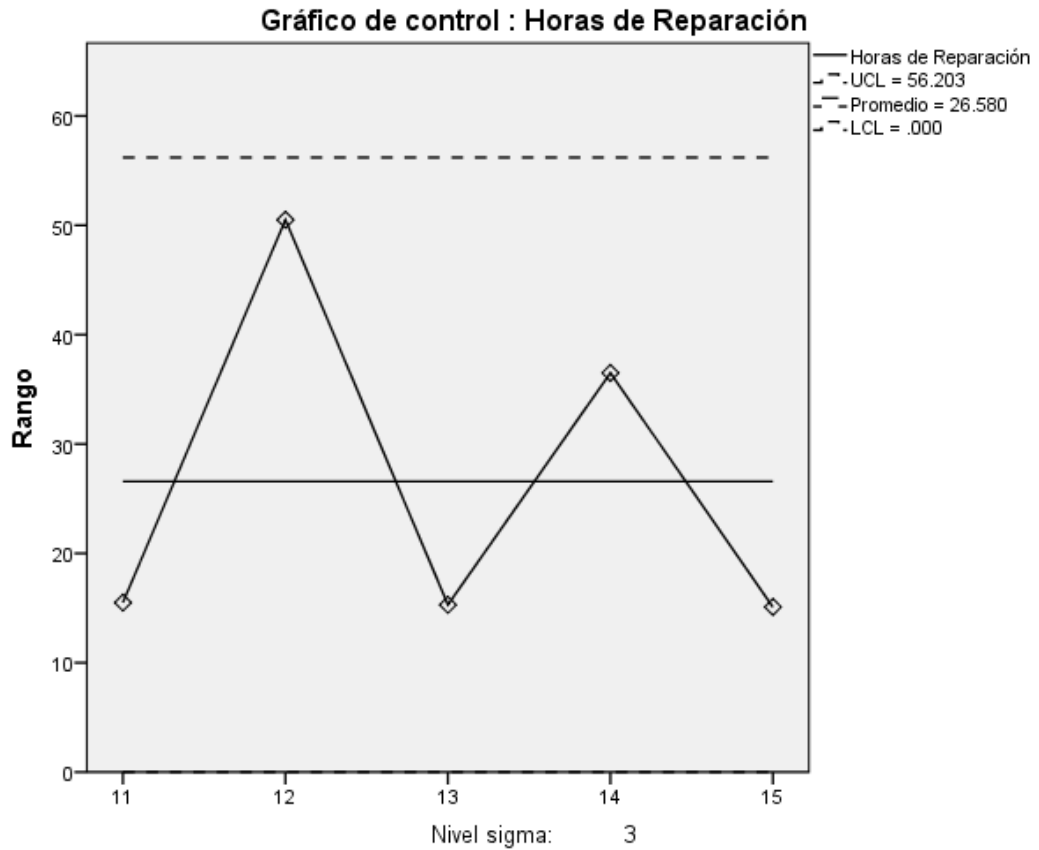


Figura N° 12. Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 11 - 15 (24/11/2015 - 6/07/2016)

Fuente: Tabla 10

En la figura 12 correspondiente al gráfico de control de rangos (Gráfico R), se aprecia que la diferencia entre las reparaciones en el menor y en el mayor tiempo para una muestra específica no superó los rangos inferiores o superiores permitidos, pero se aprecia que la muestra 12 se acercó al límite superior de 56.203 hrs de rango.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 - 20 (7/07/2016 - 16/02/2017)

Estadístico	Valor (horas)
Media	337.304
Mediana	336.600
Moda	322,1a



Desviación estándar	9.5184
Varianza	90.600
Rango	38.3
Mínimo	322.1
Máximo	360.4

Fuente: Tabla 07

De acuerdo con la tabla 11, entre las medidas de tendencia central se obtuvo una Media de 337.304 hrs, la Mediana fue de 336.6 hrs, que representa el promedio de las observaciones obtenidas por repetición de las observaciones; respecto de las medidas de dispersión se considera la Desviación estándar de 9.52 hrs, cifra que indica cuanto difieren los valores observados del promedio, los valores Mínimo y Máximo obtenidos fueron de 322.1 hrs y 360.4 hrs respectivamente, a los que corresponde un Rango de 38.3 hrs.

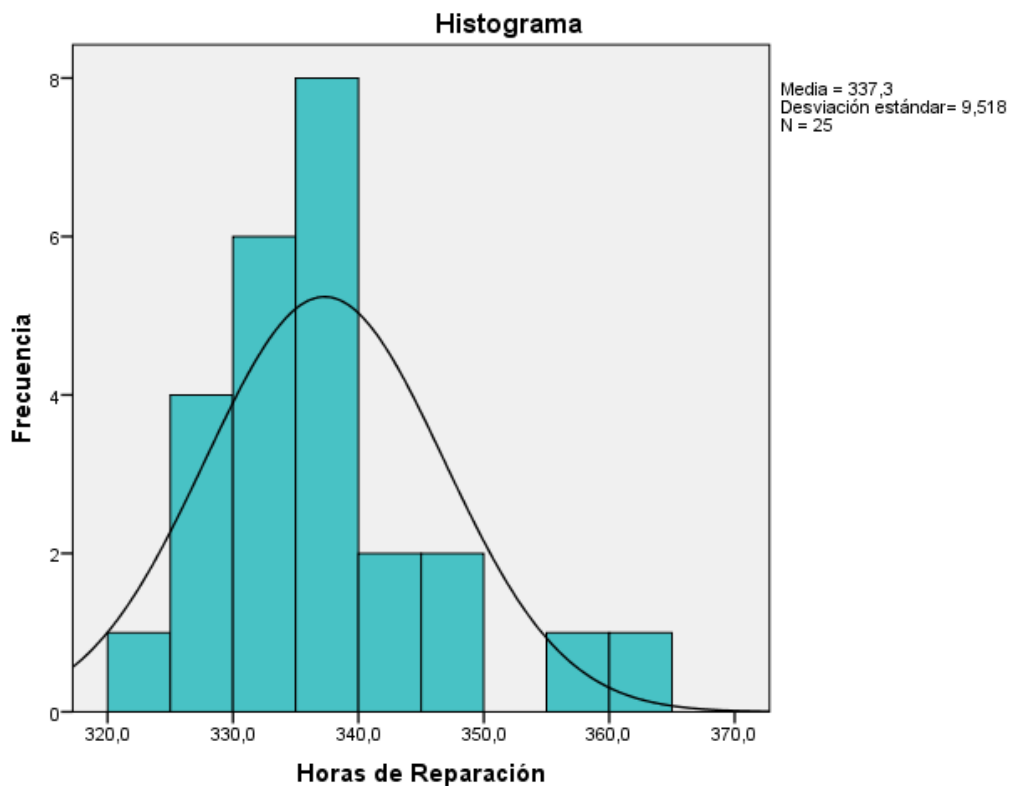


Figura 13. Histogramas de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 - 20 (7/07/2016 - 16/02/2017)

Fuente: Tabla 11

Se puede apreciar en el gráfico de histogramas (figura 13) que el tiempo de reparación obtenido con más frecuencia corresponde a 340 hrs, mientras que los tiempos obtenidos con menor frecuencia corresponden a 320 hrs y 360 hrs.

Las figuras 14 y 15 corresponden a los gráficos de control obtenidos a partir de las 5 muestras evaluadas de reparaciones de prensas extrusoras.

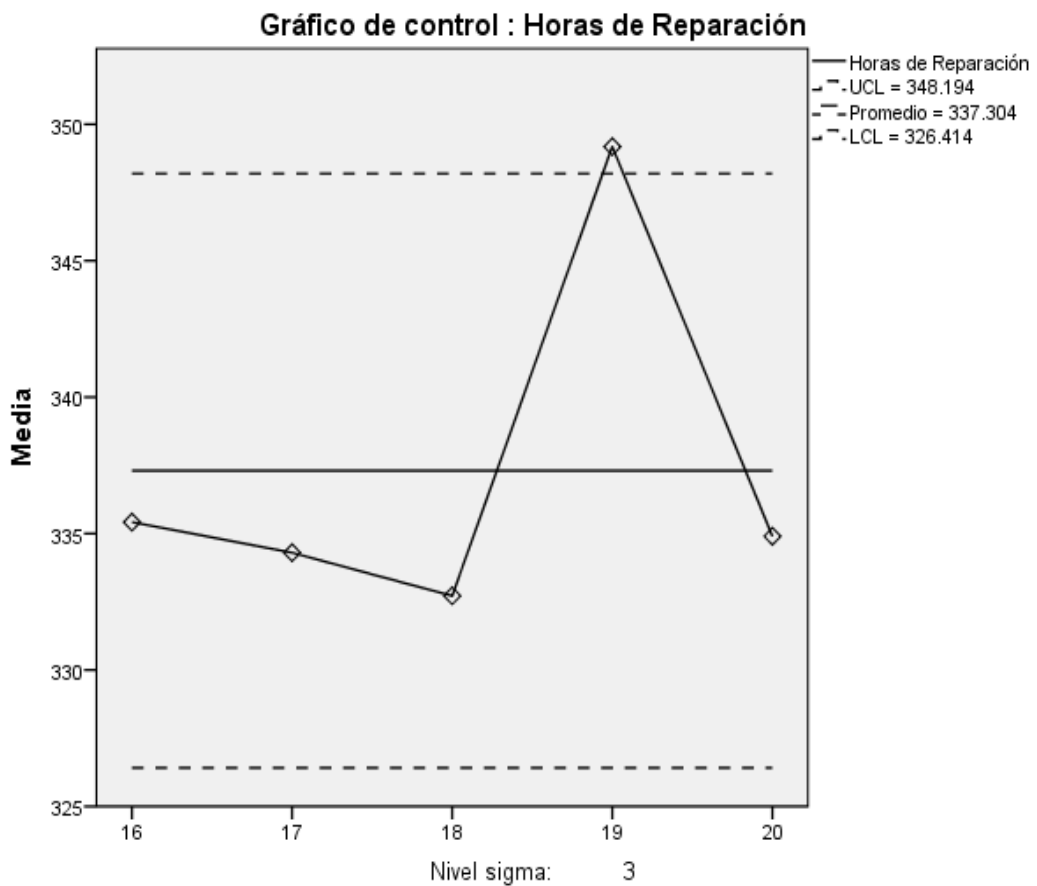


Figura 14. Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 - 20 (7/07/2016 - 16/02/2017)  
Fuente: Tabla 11

Se aprecia en el Gráfico de Control X (figura 16), que los tiempos de reparación de prensas extrusoras se encuentran distribuidas en forma cercana a la línea central, que corresponde al promedio obtenido

(337.304 hrs), con la excepción de la muestra 19, cuyo promedio excede el límite superior establecido por el gráfico, siendo el límite superior de 348.194 hrs.

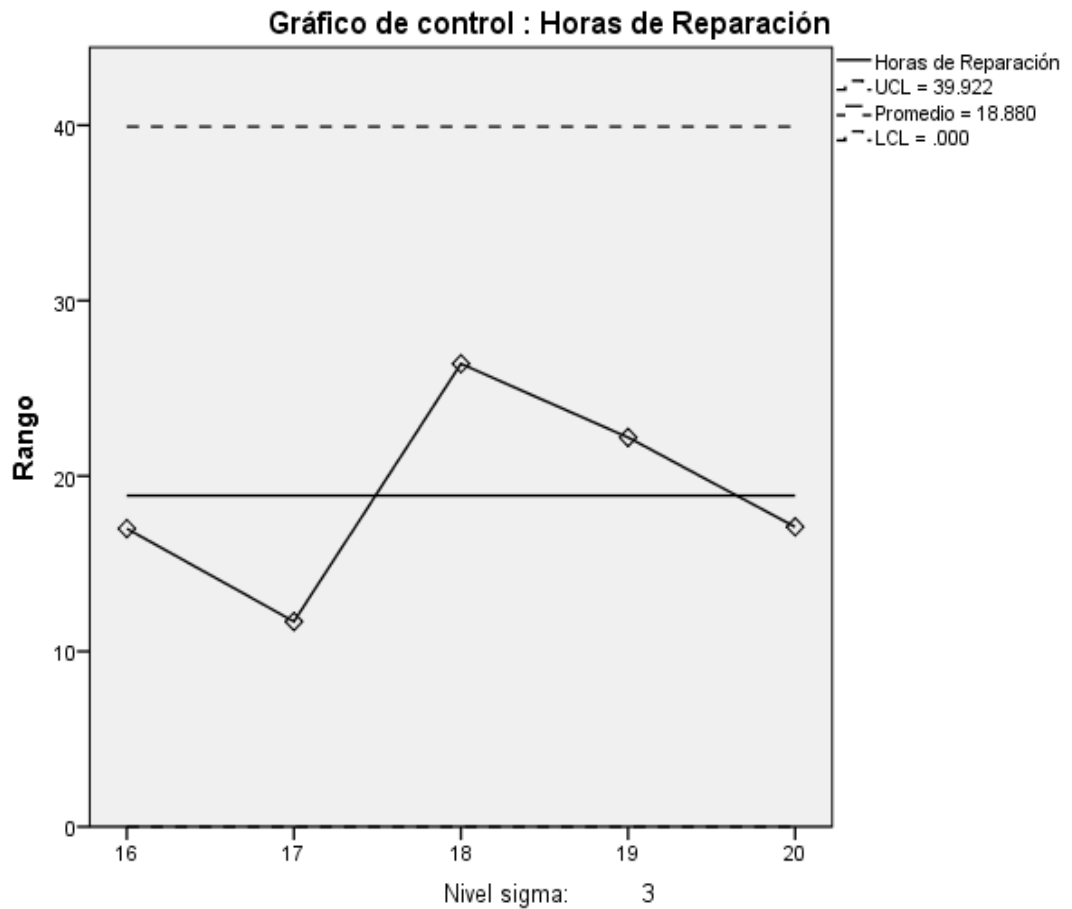


Figura N° 15. Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 16 - 20 (7/07/2016 - 16/02/2017)

Fuente: Tabla 11

En la figura 15 correspondiente al gráfico de control de rangos (Gráfico R), se aprecia que la diferencia entre las reparaciones en el menor y en el mayor tiempo para una muestra específica no superó los rangos inferiores o superiores permitidos, manteniéndose dentro del rango de control estadístico.

Tabla 12. Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras, muestras de 20 - 25 (17/02/2017 - 30/09/2017)

Estadístico	Valor (horas)
Media	338.972
Mediana	337.500
Moda	321,6
Desviación estándar	9.8671
Varianza	97.360
Rango	43.1
Mínimo	321.6
Máximo	364.7

Fuente: Tabla 07

De acuerdo con la tabla 12, entre las medidas de tendencia central se obtuvo una Media de 338.972 hrs, la Mediana fue de 337.5 hrs, que representa el promedio de las observaciones obtenidas por repetición de las observaciones; respecto de las medidas de dispersión se considera la Desviación estándar de 9.867 hrs, cifra que indica cuanto difieren los valores observados del promedio, los valores Mínimo y Máximo obtenidos fueron de 321.6 hrs y 364.7 hrs respectivamente, a los que corresponde un Rango de 43.1 hrs.

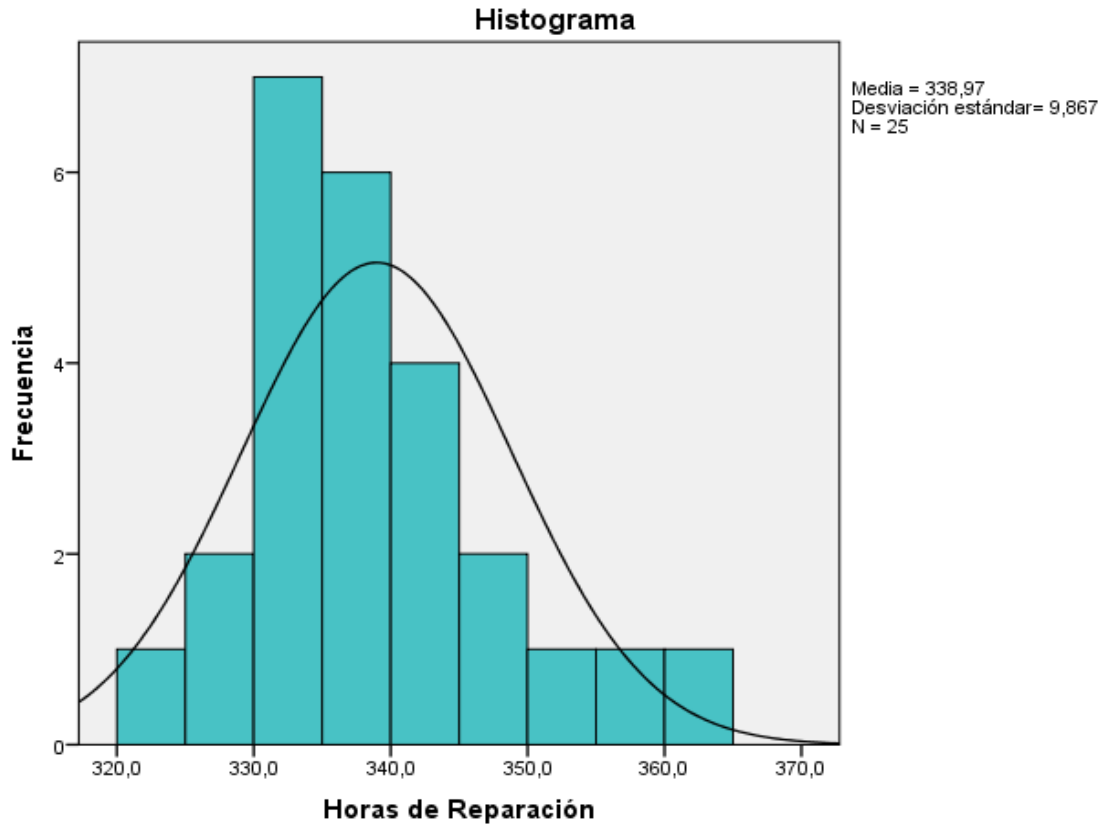


Figura 16. Histogramas de tiempos de reparación de prensas extrusoras, muestras de 20 - 25 (17/02/2017 - 30/09/2017)  
Fuente: Tabla 12

Se puede apreciar en el gráfico de histogramas (figura 16) que el tiempo de reparación obtenido con más frecuencia corresponde a 330 hrs, mientras que los tiempos obtenidos con menor frecuencia corresponden a 320 hrs, 350 y 360 hrs.

Las figuras 17 y 18 corresponden a los gráficos de control obtenidos a partir de las 5 muestras evaluadas de reparaciones de prensas extrusoras.

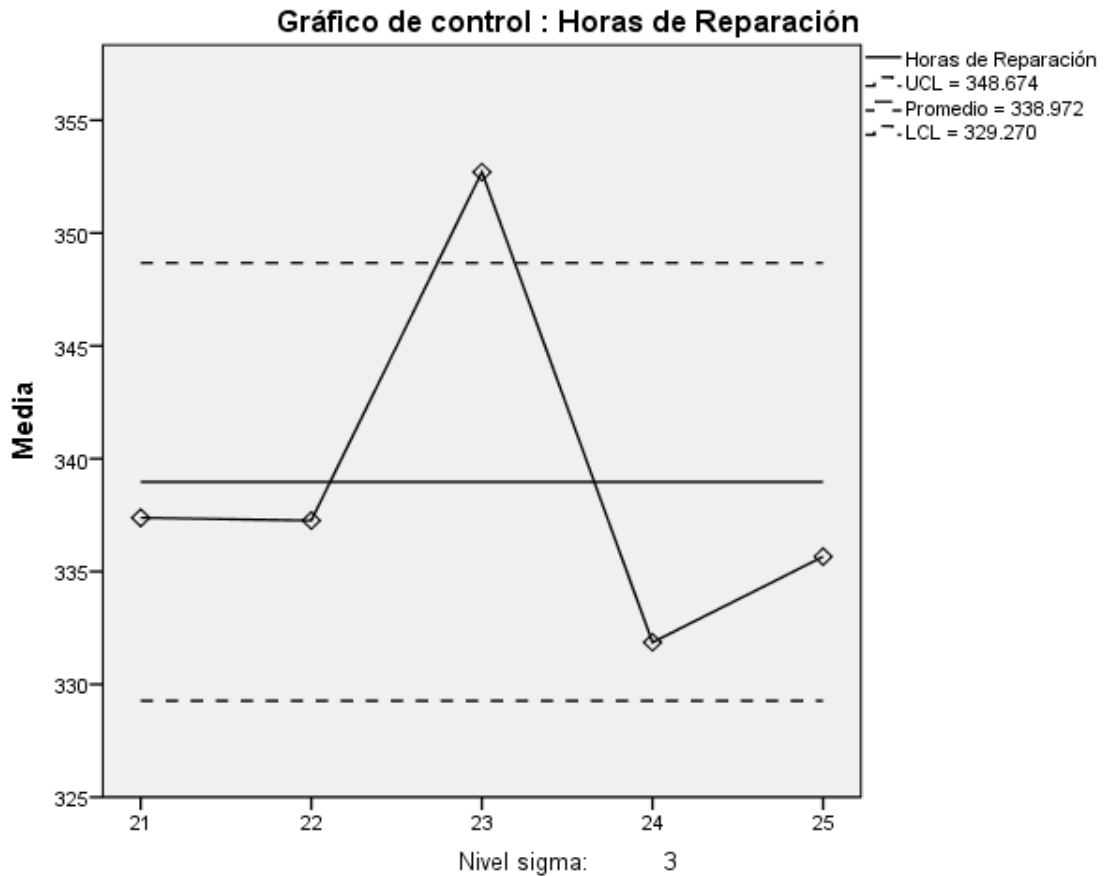


Figura 17. Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 20 - 25 (17/02/2017 - 30/09/2017)

Fuente: Tabla 12

Se aprecia en el Grafico de Control X (figura 17), que los tiempos de reparación de prensas extrusoras se encuentran distribuidas en forma cercana a la línea central, que corresponde al promedio obtenido (338.972 hrs), con la excepción de la muestra 23, cuyo promedio excede el límite superior establecido por el gráfico, siendo el límite superior de 348.674 hrs.

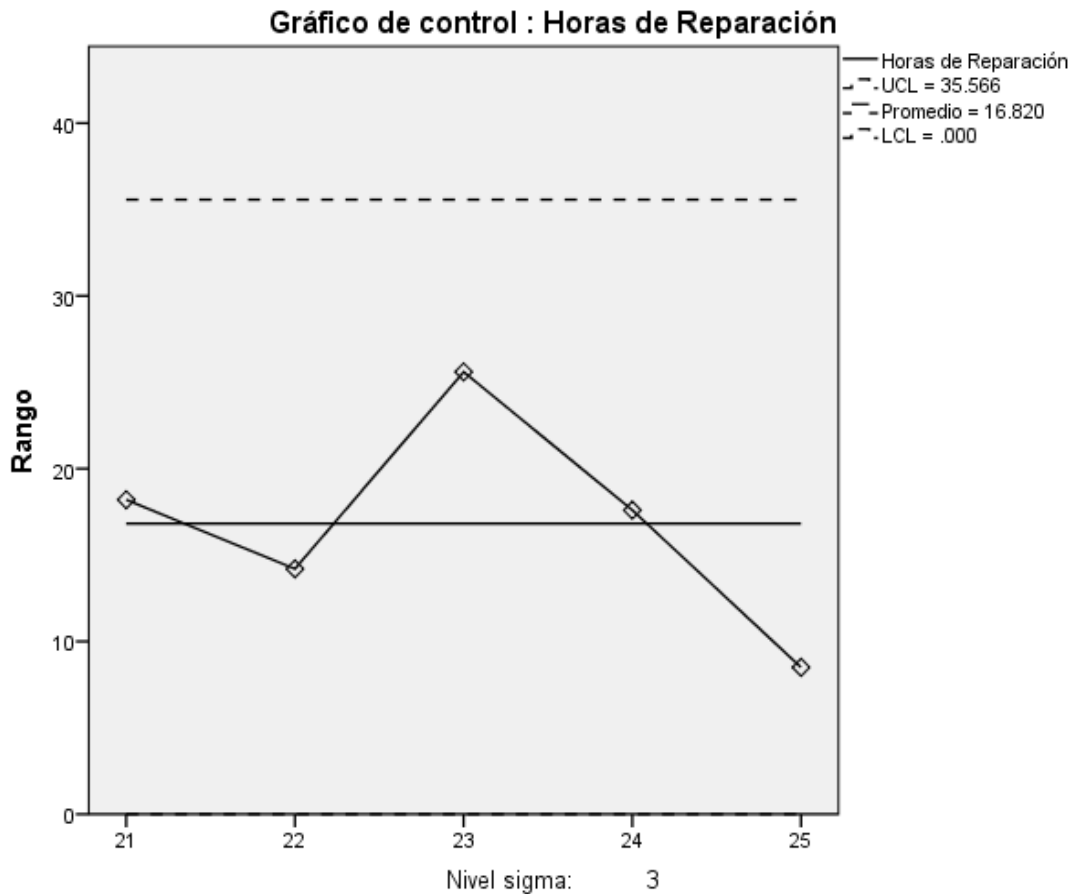


Figura 18. Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras, muestras de 20 - 25 (17/02/2017 - 30/09/2017)  
Fuente: Tabla 12

En la figura 18 correspondiente al gráfico de control de rangos (Gráfico R), se aprecia que la diferencia entre las reparaciones en el menor y en el mayor tiempo para una muestra específica no superó los rangos inferiores o superiores permitidos, manteniéndose dentro del rango de control estadístico.

Respecto del total de las observaciones realizadas, también se aplicaron las técnicas asociadas al control estadístico del proceso, primero se evaluaron las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión, para un total de 125 observaciones, obteniendo lo siguiente:

Tabla 13. Estadísticos descriptivos para el proceso de reparación de prensas extrusoras

Estadístico	Valor (horas)
Media	336.132
Mediana	336.000
Moda	327.3
Desviación estándar	10.48
Varianza	109.81
Rango	53.2
Mínimo	312.7
Máximo	365.9

Fuente: Tabla 07

Entre las medidas de tendencia central se evaluó la Media que alcanzó un valor de 336.132 hrs, la Mediana fue de 336.0 hrs, los que se interpretan como el promedio de las observaciones obtenidas por la repetición de las observaciones; por otro lado la Moda fue de 327.3 hrs, y representa el valor más común obtenido en los tiempos de reparación evaluados, Respecto de los indicadores de dispersión se considera la Desviación estándar de 10.48 hrs, lo que representa que tanto se alejan los valores observados del promedio, que resultó siendo en promedio 10hrs y 48 min la cantidad que difieren los tiempos observados del promedio; los valores Mínimo y Máximo obtenidos fueron de 312.7 hrs y 365.9 hrs respectivamente, a los que corresponde un Rango de 53.2 hrs.



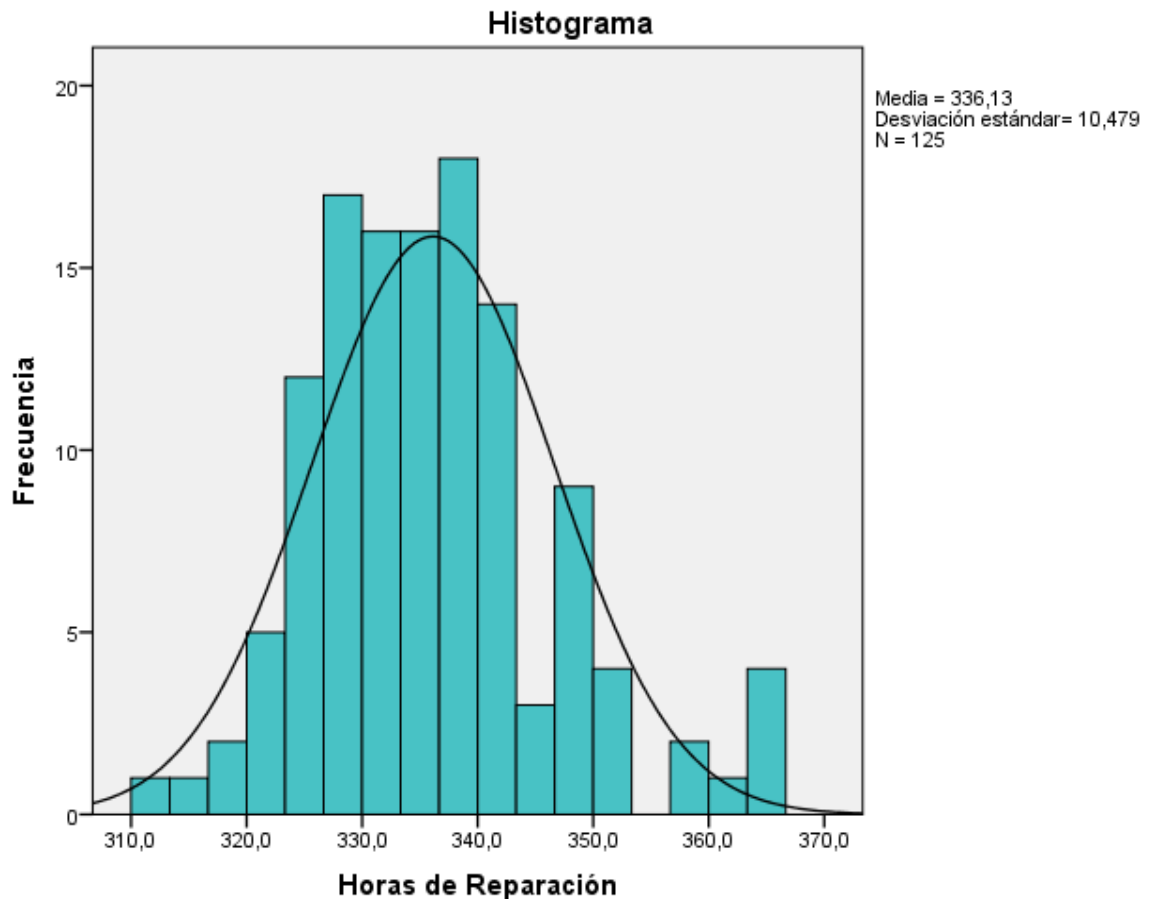


Figura 19. Histogramas de tiempos de reparación de prensas extrusoras en la empresa Ingeniería y Montaje S.A.C.

Fuente: Tabla 13

Se puede apreciar en el gráfico de histogramas (figura 19) que los valores obtenidos coinciden con una distribución normal, pero presenta una ligera inclinación hacia la cola izquierda del gráfico de histogramas, es decir los valores más frecuentes obtenidos corresponden a valores menores al promedio.

Finalmente, se obtuvieron los gráficos de control del proceso, ello con la finalidad de detectar elementos de variación no usuales en los datos observados, ello permite la fijación de criterios útiles para la detección de posibles deficiencias en el proceso. En estas cartas los puntos muestreados son representados gráficamente de una forma secuencial

y posteriormente unidos por una línea facilitando la interpretación visual.

Para el presente estudio, se generaron los Gráficos de Control de variables X y R, para determinar si el tiempo de reparación de las prensas extrusoras (variable output del proceso) se encuentra bajo control estadístico o no.

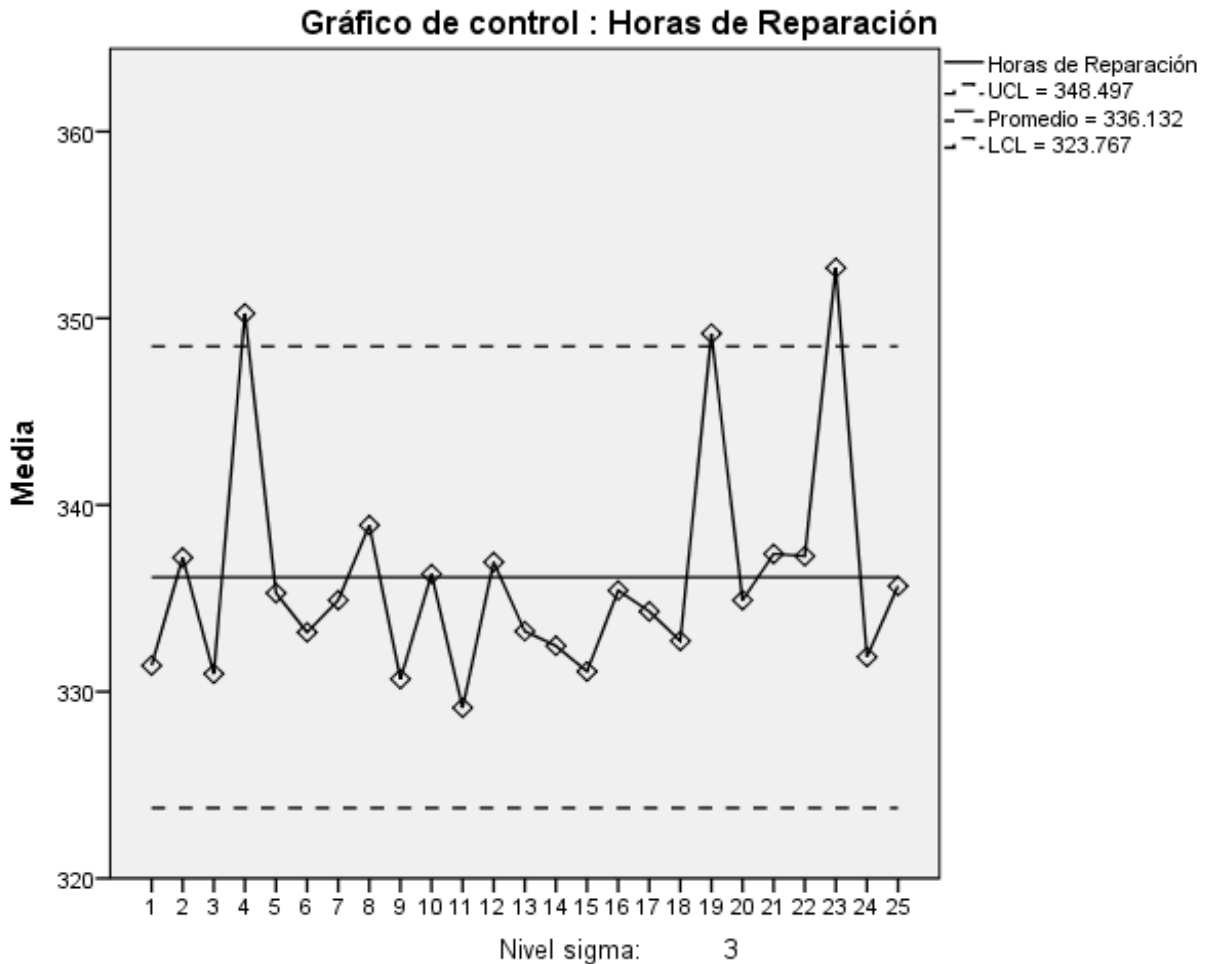


Figura 20. Gráfico de Control X, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras en la empresa Ingeniería y Montaje S.A.C.

Fuente: Tabla 13

Se aprecia en el Gráfico de Control X (figura 20), que la línea central marca el promedio obtenido por todas las observaciones (336.132 hrs), un límite inferior y límite superior que corresponde a 3 desviaciones estándar por debajo y por encima del promedio, alcanzando valores de

348.49 hrs para el límite superior (UCL) y de 323.77 hrs para el límite superior (LCL).

Se aprecia en el gráfico de control que existen 3 observaciones que se encuentran fuera de los límites aceptados para el control estadístico del proceso, ello indica, que esas variaciones tuvieron causas especiales de variación, lo que deviene en un estudio más profundo de las causas del tiempo excesivo en la reparación de las prensas extrusoras.

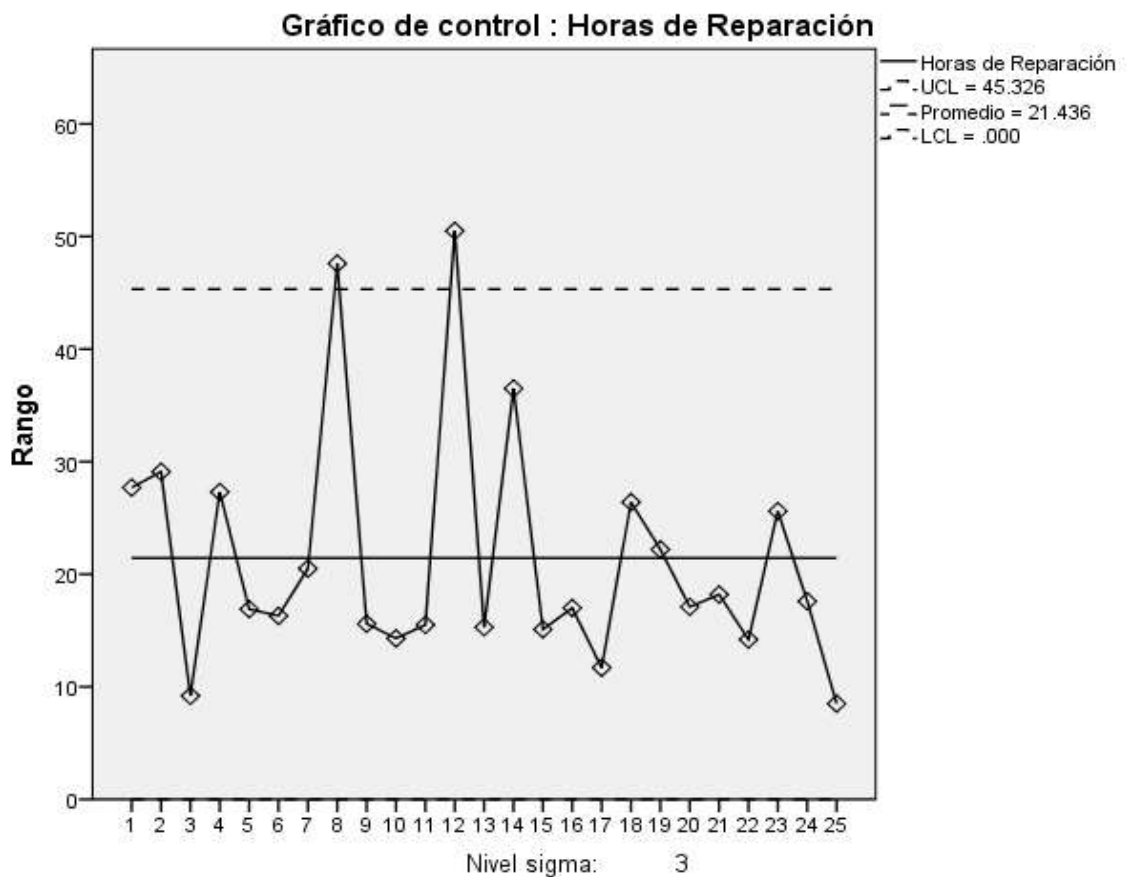


Figura 21. Gráfico de Control R, para el tiempo de reparación de prensas extrusoras en la empresa Ingeniería y Montaje S.A.C.

Fuente: Tabla 13

En el Gráfico de control de rangos (Gráfico R), se aprecia la diferencia entre las reparaciones realizadas en el menor y en el mayor tiempo para un grupo específico (muestra), tal es así que en la muestra 8 el rango

del tiempo de reparaciones de prensas es de 47.6 hrs, lo que indica que en los tiempos obtenidos en dicha muestra se obtiene una dispersión en dicha cantidad de horas. Lo mismo sucede en la muestra 12, donde se obtuvo un rango de 50.5 hrs, lo que indica una diferencia mayor entre los tiempos obtenidos en dicha muestra. Los dos grupos que sobrepasan los límites de control deben evaluarse a detenimiento para establecer las causas especiales de variación atribuibles a dicha dispersión pronunciada.

### **3.3.2. Capacitación del personal de la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C. respecto de la reparación de prensas extrusoras**

Deberá considerar las siguientes etapas para la programación de capacitación al personal:

#### **1. Compromiso del personal del área involucrada**

El personal de reparación de prensas extrusoras deberá comprometerse a poner en práctica lo aprendido en las capacitaciones, de acuerdo a lo establecido por el personal responsable de impartir los conocimientos técnicos pertinentes.

La organización y liderazgo de equipo estará bajo la responsabilidad de la gerencia de la empresa y del jefe del área de mantenimiento. El equipo de trabajo a cargo de la capacitación estará conformado por 4 personas:

- Jefe del área de Mantenimiento, responsable del equipo de trabajo y de la organización de la capacitación.
- Asistente administrativo, responsable de las coordinaciones con las áreas intervinientes y de toda la logística requerida.
- Técnico especialista del área de mantenimiento con mayor experiencia.

- Capacitador invitado para impartir conocimientos técnicos y motivacionales para incentivar la fuerza de trabajo

## 2. Programa de Capacitación de reparación de prensas extrusoras

Tabla 14. Programación de capacitación al personal nuevo sobre reparación de prensas extrusoras

Contenido	Fecha programada	Hora Inicio	Hora Fin
Introducción y objetivo de la capacitación	11/01/2018	09:00	10:00
Capacitación Teórica			
Datos técnicos de prensas extrusoras	11/01/2018	10:00	11:00
Componentes y piezas de prensas extrusoras	11/01/2018	11:00	12:30
Reparación de tina desaguadora	11/01/2018	12:30	13:00
Mantenimiento de caja reductora	11/01/2018	15:00	15:30
Mantenimiento de revestimiento de tornillos y espirales	11/01/2018	15:30	17:30
Reparación de carcasa superior e inferior	11/01/2018	17:30	18:00
Capacitación Técnica	12/01/2018	09:30	13:30
Práctica calificada	13/01/2018	09:30	12:30
Reforzamiento	13/01/2018	12:30	13:30
Gestión de calidad y mejora continua	13/01/2018	15:30	17:30
Cierre de capacitación	13/01/2018	17:30	18:00

Fuente: Elaboración propia

### 3. Recursos necesarios en la capacitación

La inversión necesaria para dar marcha a la capacitación para mejorar la producción se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 15. Determinación de los recursos para capacitación de personal

	Cantidad	Unidad	Precio unitario (S/.)	Total (S/.)
Papel bond A4	1	Millar	S/ 18.00	S/ 18.00
Lapicero	40	Unid.	S/.1.00	S/. 40.00
Cartulina	20	Unid.	S/. 0.50	S/. 10.00
Papelográficos	15	Unid.	S/. 1.00	S/. 15.00
Consultoría en capacitación	2	Día	S/ 250.00	S/ 500.00
Alquiler de mobiliario	40	Unid.	S/4.00	S/. 160.00
Alquiler de proyector multimedia	20	Hora.	S/ 25.00	S/ 500.00
Refrigerios	80	-	S/. 15.00	S/. 1,200.00
Total	-	-	-	S/ 2,443.00

Fuente: Elaboración propia

Imagen 02: Inicio de Capacitación



### **3.4. Evaluar los indicadores del proceso controlado para la estandarización del proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje S.A.C.**

Como se puede apreciar en la figura 20, el tiempo de proceso en las muestras 04, 19 y 23 sobrepasan el límite superior establecido en el gráfico de control de 348.497 hrs, por lo que resulta necesario determinar las posibles causas del tiempo excesivo en la reparación de prensas extrusoras en dichos elementos muestrales. Como se aprecia en el Anexo 08, la muestra N° 4 corresponde al periodo del 15/01/2015 al 1/03/2015, la muestra N° 19 al periodo del 18/11/2016 al 02/01/2017 y la muestra 23 al periodo del 19/05/2017 al 04/07/2017; al constatar los registros de personal de la empresa, se verifica que en los periodos de tiempo mencionados se realizó la contratación de nuevo personal sin acreditarse su experiencia previa en la reparación de prensas extrusoras, producto de la necesidad de renovar la fuerza de trabajo o reemplazar a personal cesante. Esta decisión del área de personal tuvo como consecuencia un aumento en el tiempo requerido para la reparación de prensas extrusoras, dado que el proceso requiere habilidades y conocimiento específicos para ejecutarse correctamente y en el plazo establecido. Estos tiempos irregulares en el proceso tuvieron lugar solo en un periodo de tiempo, dado que una vez transcurrido el periodo inicial de adiestramiento y acoplamiento al equipo de trabajo, el personal nuevo adquiere las habilidades requeridas en las reparación de las prensas extrusoras.

Siendo ésta la causa más probable del tiempo excesivo presentado en la grafico de control X (figura 20) susceptible a subsanarse para que no se repita, a través del adecuado monitoreo de los trabajadores ingresantes que no cuentan con experiencia para poder controlar sus actividades, de tal forma que las desarrollen en el rango de tiempo aceptado dentro de los límites de control.

Por ello, como parte de las acciones de mejora orientadas a reducir el tiempo del proceso se prevé solucionar esos inconvenientes a través de una política de personal, que evite que un trabajador recién ingresado a la empresa sin experiencia previa, participe en la reparación de las prensas extrusoras sin antes recibir la capacitación y práctica necesaria; con ello se asegura mantener el tiempo de reparación dentro de los parámetros establecidos. Es decir, al considerar las acciones propuesta es posible aseverar que el proceso de reparación se encuentra bajo control estadístico respecto del tiempo utilizado.

Dado que la mejora propuesta eliminará los tiempos excesivos en la reparación de prensas extrusoras, por ello se discriminan dichos tiempos excesivos y se realiza el cálculo de los indicadores de estandarización de procesos para realizar la comparativa del proceso actual con el proceso resultante tras la realización del control estadístico del proceso:

### **3.4.2. Tiempo promedio posterior de realización del proceso**

A partir de los datos presentados en el Anexo 05 y discriminado los tiempos que exceden el límite superior establecido en el gráfico de control X, se recalcula el tiempo promedio de realización TPR del proceso obtenido lo siguiente:

$$TPR = \frac{\sum \text{tiempo posterior de realización del proceso}}{\text{número de observaciones}}$$

Considerando la información correspondiente al Anexo 05, discriminando las observaciones que corresponden a la muestra 04, 19 y 23, se obtiene:



$$TPR = \frac{36755.8}{110} = 334.144$$

Se aprecia que el **tiempo promedio posterior de realización del proceso** de reparación de prensas extrusoras es de **334.14** hrs, lo que representa un total de 42 días de proceso considerado una jornada laboral de 8 hrs.

Tabla 16. Comparación del tiempo promedio de realización del proceso actual y proyectado

Indicador	Actual (hrs)	Prosterior (hrs)	Diferencia (hrs)	% Reducción
Tiempo promedio de realización del proceso	336.132	334.144	1.988	0.59%

Fuente: Fuente propia

En la tabla 16 se observa el tiempo promedio posterior para la reparación de prensas extrusoras es menor que el tiempo actual del proceso, presentando un reducción de 1.988 hrs que representa el 0.59% del tiempo actual del proceso.

### 3.4.3. Costo promedio posterior de realización del proceso

El costo posterior para la ejecución del proceso presenta variaciones asociadas principalmente al costo de personal, dado que la reducción en el tiempo del proceso implica una reducción del costo hora/hombre asociado a su ejecución, tal como se aprecia en la tabla 17:

Tabla 17. Comparación del costo promedio de realización del proceso actual y proyectado

Costos		Actual	Proyectado	Diferencia	% Reducción
Costos Directos	Materiales Directos	S/. 134,216.10	S/. 134,216.10	-	0.00%
	Mano de Obra Directo	S/. 559,763.75	S/. 556,453.12	S/. 3,310.63	0.59%
	Total	S/. 693,979.85	S/. 690,669.22	S/. 3,310.63	0.48%
Costos Indirectos	Mano de Obra Indirecta	S/. 131,167.50	S/. 131,167.50	-	0.00%
	Materiales Indirectos	S/. 79,185.45	S/. 79,185.45	-	0.00%
	Gastos Indirectos	S/. 52,855.58	S/. 52,855.58	-	0.00%
	Total	S/. 263,208.53	S/. 263,208.53	-	0.00%
<b>Costo Total</b>		<b>S/. 957,188.38</b>	<b>S/. 953,877.75</b>	<b>S/. 3,310.63</b>	<b>0.35%</b>

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la tabla 17, que los costos directos del servicio de reparación de prensas extrusoras posteriores son menores a los actuales, dado que la cantidad de horas/hombre requeridas en la reparación se reducen producto de las acciones de mejora propuestas, obteniéndose un valor proyectado de S/. 556,453.12 soles en comparación a los S/. 559,763.75 soles actuales, con una reducción de S/. 3,310.63 soles, que representa el 0.48% del total de costos directos, y el 0.35% del total de los costos del servicio. Finalmente, se obtiene que el **costo promedio posterior proyectado anual de realización del proceso** sería de S/. 953,877.75 soles.

### 3.4.4. Cantidad promedio de servicios por año

A partir de la reducción en el tiempo requerido para la reparación de prensas extrusoras se logró aumentar la cantidad de reparaciones posibles en un tiempo similar al evaluado. En la tabla 18 se aprecia que la **cantidad de reparaciones posibles** representa el total de reparaciones que pueden realizarse en el lapso de 3 años si solo se realizara una a la vez, lo que aunado a la **cantidad de reparaciones en simultaneo**, permiten determinar el total de reparaciones en el lapso de 3 años, sea el actual y el proyectado, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 18. Total anual de reparaciones de prensas extrusoras

	Actual	Proyectado	Diferencia	% Aumento
Tiempo promedio de realización del proceso (hrs)	336.132	334.144	-	-
Días útiles requeridos (3 años)	1090	1090	-	-
Cantidad de reparaciones posibles (3 años)	25	27	2	5.00%
Cantidad de reparaciones en simultaneo (observaciones)	5	5	-	-
Total de reparaciones (3 años)	125	132	7	7.00%
Cantidad promedio de reparaciones (año)	42	44	2	2.88%

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la tabla 18, que producto de la reducción en el tiempo de reparación de prensas extrusoras, se proyecta un aumento en la cantidad de reparaciones posibles a realizarse en dicho periodo, aumentando de 25 a 27 reparaciones posibles, lo que aunado a la cantidad de reparaciones en simultáneo indican un aumento proyectado de 125 a 132 reparaciones en 3 años, representando un aumento del 7% en comparación a la cantidad actual. A partir de ello se determina que, la **cantidad promedio proyectada de servicios de reparación de prensas extrusoras** es de 44 servicios/año, aumentándose la cifra en 2.88% respecto de la cantidad actual.

### 3.5. Contrastación de hipótesis

La presente investigación plantea como hipótesis que: mediante la aplicación del Control Estadístico se podrá estandarizar el proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje SAC, lo cual se refleja a través del **tiempo de reparación**, por lo tanto a través de las acciones de mejora realizadas, que incluye aplicar el control estadístico del proceso para obtener un rango de tiempo de reparación de prensas extrusoras considerado como estándar, que complementado con la capacitación al personal de la empresa logra reducir el tiempo de reparación de prensas extrusoras. Para comprobar dicha teoría es necesaria una nueva medición del tiempo de reparación de prensas extrusoras realizada desde el mes de octubre del presente año, hasta noviembre, logrando observar solo un proceso de reparación de prensas, dado que el proceso dura aproximadamente 42 días. Se obtuvieron los siguientes tiempos de reparación de prensas extrusoras considerando que se realizan un máximo de 5 reparaciones en paralelo:

Tabla 19. Tiempo de reparación de prensas extrusoras posterior a la mejora realizada al proceso, octubre-noviembre 2017

Prensa	Tiempo de reparación de prensas extrusoras (hrs)
1	334.4
2	327.6
3	333.1
4	320.7
5	326.8

Fuente: Elaboración propia

Para contrastar si el tiempo de reparación de prensas extrusoras obtenido posterior a la mejora es menor a tiempo de reparación actual, se considera la muestra 25 de reparación de prensas, dado que fue la última muestra tomada previa a la mejora realizada, de tal forma que se empleará el estadístico **T STUDENT** para muestras emparejadas, dado que se medirá el tiempo de reparación posterior a las mejoras en la misma muestra donde se realizó la medición previa. Resumiendo los datos en la siguiente tabla:

Tabla 20. Tiempo de reparación de prensas extrusoras anterior y posterior a la mejora realizada al proceso

Prensa	Tiempo de reparación anterior (hrs)	Tiempo de reparación posterior (hrs)
1	339.9	334.4
2	336.8	327.6
3	337.5	333.1
4	331.4	320.7
5	332.7	326.8

Fuente: Tabla 19

Para la contratación de hipótesis de formula la Hipótesis Nula e Hipótesis Alternativa tal como se aprecia a continuación:

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Donde:

$\mu_1$ = Tiempo medio de reparación de prensas extrusoras antes de mejoras propuestas

$\mu_2$  = Tiempo medio de reparación de prensas extrusoras después de mejoras propuestas

Las hipótesis planteadas establecen una contratación unilateral donde el valor buscado de t debe ser mayor al valor crítico de la tabla t-Student; es decir, para aceptar la hipótesis nula es necesario obtener un estadístico mayor al valor crítico, lo mismo que un valor de  $p < 0.05$ , dado que para el presente estudio se emplea un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

El valor t de Student se obtuvo a partir de los siguientes parámetros:

$$\alpha = 0.05 \quad \text{y} \quad v = 4 \quad (\text{grados de libertad})$$

El resultado se muestra en la tabla N° 21:

Tabla 21. Prueba T- Student para el tiempo de reparación de prensas antes y después de las mejoras al proceso

Estadístico	Tiempo de reparación anterior	Tiempo de reparación posterior
Media	335.66	328.52
Varianza	12.393	30.127
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0.914911832	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	

Estadístico t	5.965347371	
P(T<=t) una cola	0.001982901	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.003965802	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	
Media	335.66	328.52

Fuente: Tabla 19

Se aprecia en la tabla N° 21 que:

Estadístico t = 5.965347371

P (T<=t) de una cola = 0.001982901

Considerando que el valor crítico correspondiente al nivel de significancia y grados de libertad es:

Valor crítico de t (una cola) = 2.131846786

#### DECISIÓN

Corresponden las siguientes reglas de decisión para la prueba realizada:

$E_t > VC_t \rightarrow$  Rechaza  $H_0$

$E_t \leq VC_t \rightarrow$  Acepta  $H_0$

Además

$P(T \leq t) < \alpha \rightarrow$  Rechaza  $H_0$

$P(T \leq t) \geq \alpha \rightarrow$  Acepta  $H_0$

A partir de los estadísticos obtenidos en la tabla N° 21 se determina que:

$E_t > VC_t$

$5.9653 > 2.1318 \rightarrow$  Rechaza  $H_0$

Asimismo:

$P(T \leq t) < \alpha$

$0.0019 < 0.05 \rightarrow$  Rechaza  $H_0$

Por lo tanto, se procede al RECHAZO DE LA HIPOTESIS NULA  $H_0$ , asumiendo que el tiempo de reparación de prensas extrusoras posterior a la mejora planteada experimenta una reducción respecto de su valor inicial, AFIRMANDO LA HIPÓTESIS ALTERNATIVA  $H_1: \mu_1 > \mu_2$ .

Finalmente, es posible asegurar que mediante la aplicación del Control Estadístico se podrá estandarizar el proceso de reparación de las prensas extrusoras en la Empresa de Ingeniería y Montaje SAC, expresándose a través de una reducción del tiempo de reparación.



#### **IV. DISCUSIÓN**

El presente capítulo desarrolla el análisis de resultados obtenidos en la investigación referido al control estadístico y estandarización del proceso de reparación de prensas extrusoras, ello se sustenta en la recolección de datos de 125 observaciones realizadas al proceso de reparación de prensas desde setiembre del 2014 a setiembre de 2015, que proporciona información relevante para la contrastación teórica de los resultados de acuerdo a la información presentada por diversos autores, para tal fin se logró determinar la gestión del proceso actual para la estandarización de reparación de prensas extrusoras, se determinó el método de trabajo para la estandarización del proceso y evaluó los indicadores del proceso controlado para la estandarización del proceso.

En la gestión del proceso actual de reparación de prensas extrusoras se establece como tiempo promedio de reparación 336.132 horas que representa 42 días con una jornada laboral de 8 horas diarias, el cual puede someterse a mejora, dado que actualmente no se registran controles o indicadores de tiempo que aseguren el cumplimiento de plazos por parte del personal, por ello no es posible identificar si las reparaciones se realizan en el tiempo adecuado o están superando el tiempo permitido; dichos resultados coinciden con lo referido por GONZÁLES, 2013 que aduce que como parte de la detección de factores que inciden en la producción, debe considerarse el cálculo del tiempo de trabajo, que de ser el adecuado permite lograr la estandarización y mejoramiento del proceso, asegurando la calidad del servicio ofertado, lo mismo que YEP, 2011 quien identificó las falencias en el área productiva, de tal forma que se determina la aplicación de diferentes herramientas como funciones de control, aseguramiento y mejora de la calidad de los procesos y productos; como alternativas de mejora al proceso.

Por otro lado, el costo promedio anual es S/. 957,188.38 soles, de los cuales S/. 693,979.85 soles corresponden a los costos directos que corresponde a materiales directos y mano de obra directa, del cual la mano de obra alcanza los S/. 559,763.75 soles; respecto de la cantidad de reparaciones al año es posible realizar 42, considerando que por lo general la empresa realiza hasta 5 reparaciones en paralelo; las cifras mostradas evidencian problemas en el control del proceso dado su costo operativo excesivo, que se relaciona directamente con el costo de personal, de ello se puede inferir que la carencia de un control del tiempo del proceso deviene en el aumento en la cantidad de horas/hombre, que a la vez se refleja en el costo del personal.

La identificación de las causas relevantes para el tiempo excesivo en el proceso de reparación de prensas extrusoras, resulta fundamental para determinar las acciones de mejora a implementar para mitigar el efecto de dichas causas, dentro de las cuales se menciona: no se determinan parámetros de tiempo para el servicio de reparación, la falta de estandarización en el proceso, no se cuenta con documentación del proceso, capacitación inadecuada del personal en reparación de prensas; este argumento de la detección de causas del problema para la creación de propuesta se fundamenta en la afirmación de BARRÓN, 2012 quien establece que analizar la causas raíz de variaciones en el proceso permite implementar un sistema de Control de Procesos (Gráficas de Control) que permitan reducir los problemas de calidad y las devoluciones.

Con la finalidad de obtener un proceso estandarizado en la reparación de prensas extrusoras se propone el desarrollo del control estadístico del proceso para obtener los parámetros de tiempo aceptados en la reparación de las prensas; lo que coincide con la investigación de BARRÓN, 2012 quien asegura que la implementación de un control en el proceso permite que éste se encuentre dentro de los parámetros establecidos que se identificarán por medio del control, estos parámetros

pueden ser aún más estrechos con la finalidad de tener un proceso controlado y mejor que el mencionado al inicio del estudio para evitar así mismo que el producto sea rechazado.

Los estadísticos obtenidos en el control estadístico reflejan un nivel de dispersión elevado, dado que se obtuvo una desviación estándar de 10.48 hrs, un promedio de 336.132 hrs, con valores mínimo y máximo de 312.7 hrs y 365.9 hrs respectivamente, a los que corresponde un Rango de 53.2 hrs. De los indicadores reflejan una variación poco favorable en el tiempo de reparación de prensas extrusoras, por ello resulta relevante la generación de los gráficos de control a nivel de promedios; lo que coincide con la afirmación de YEP, 2011 quien establece que el control estadístico de procesos permite la determinación, análisis y mejora de procesos mediante la aplicación de herramientas de control de asimismo la verificación de sistemas de medición mediante cuadros y tablas estadísticas.

Respecto al Grafico de Control X se obtuvo un límite superior (UCL) de 348.49 hrs y de 323.77 hrs para el límite superior (LCL), donde las observaciones 4, 19 y 23 superan el límite superior establecido por el gráfico de control, lo que implica el análisis de las posibles causas de la variabilidad a fin de corregir dichas falencias y se pueda obtener un proceso controlado estadísticamente; ello coincide con lo afirmado por CARROLA, 2011 quien indica que para el aseguramiento de la Calidad una de las herramientas a utilizar es el Control Estadístico de Procesos, que permite mantener el control y mejora de procesos, donde gracias al control estadístico de proceso se logrará tener una historia en el dominio del tiempo de procesos, permite realizar correcciones al mismo, empleando gráficas de control que permiten establecer las causas de variabilidad del proceso, lo que permitirá que rápidamente se tomen acciones correctivas. Se pudo comprobar que las gráficas de control muestran en todo momento el estado de salud del proceso.

A partir de la mejora propuesta se consigue una reducción en el tiempo promedio de reparación de prensas extrusoras en 0.59%, a la vez se obtiene una reducción en el costo del servicio, experimentando una disminución de 0.48% en los costos directos y 0.35% en el costo total del servicio; asimismo, la reducción en el tiempo de reparación de prensas extrusoras implica un aumento en 2.38% en la cantidad de servicios de reparación de prensas extrusoras ofrecidas en el año respecto de la cantidad actual.

Finalmente, las mejoras realizadas al proceso de reparación de prensas extrusoras mediante la aplicación del Control Estadístico permitió estandarizar el proceso manifestado en la reducción del tiempo de reparación, planteando como hipótesis nula  $H_0$  la igualdad del tiempo de reparación actual con el obtenido posterior a la mejora, la cual se rechaza al obtener un Estadístico  $t = 5.9653$  y  $P(T \leq t) = 0.0019$ ; con lo que se confirma estadísticamente la reducción en el tiempo de reparación de prensas extrusoras producto de las mejoras realizadas.

## V. CONCLUSIONES

La reparación de prensas extrusoras experimentó la estandarización del proceso mediante la aplicación del control estadístico, obteniendo una reducción en el tiempo del proceso, confirmado estadísticamente a través de los valores  $t = 5.9653$  y  $P (T \leq t) = 0.0019$ , donde se establece la diferencia significativa entre el tiempo de reparación previa y posterior a la mejora.

- La gestión del proceso actual del proceso de reparación de prensas extrusoras demuestra que el tiempo de reparación de 42 días en promedio, con un costo de mano de obra superior al 50% del costo total del servicio y una cantidad máxima de 42 reparaciones al año, dada la inexistencia de controles e indicadores de tiempo.
- El control estadístico del proceso como método de trabajo para la estandarización del proceso permite con la creación de gráficos de control X y R; obtener que 3 muestras de las 25 observadas presentan variaciones de tiempo de reparación anormales.
- El proceso estandarizado establece un rango de tiempo adecuado para la reparación de prensas extrusoras que implica una reducción de tiempo en 0.59% y menor costo del servicio en 0.48%, aumentando la cantidad de servicios al año en 2.38%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Identificar y clasificar adecuadamente los costos del servicio de reparación de prensas extrusoras a fin de establecer los parámetros adecuados de costos y se obtenga la mayor utilidad de las operaciones de la empresa.
- Complementar el control estadístico del proceso de reparación de prensas extrusoras con un estudio de tiempos que permita obtener el tiempo estándar del proceso, de tal forma que se considere la valoración del rendimiento de los trabajadores en el proceso.
- Definir indicadores de gestión para el proceso de reparación de prensas extrusoras diferentes al tiempo y costo, como la cantidad de fallas, defectos o errores en la realización del proceso de tal manera que se asegure la mejora continua y calidad del mismo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN, Juan. Reingeniería de procesos. 5ª Edición. España: FC EDITORIAL S.A. 2004. 364pp. ISBN: 978-847-3568-54-8

ÁVILA, Luis. Introducción a la metodología de la Investigación. 1º edición. México: Eumed.net. 2010. 120pp. ISBN: 84-690-1999-6

BARRON, Francisco. Implementación del control estadístico de procesos (Gráficas de Control) en el área de cortes y ensamblajes. (Grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Calidad y Producción). México, Universidad Autónoma Nuevo León, 2012. 231pp.

BAUTISTA, Carlos - GIRALDO, Luz. Diseño de propuesta de Mejoramiento del área de mercadeo y Estandarización de los procesos de producción de Laboratorios Myb, utilizando como metodología la Gerencia y el Control Estadístico de Procesos. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, 2012. 124pp.

BONILLA, Elsie-DIAZ, Bertha-KLEBERG, Fernando-NORIEGA, María. Mejora continua de los procesos-Herramientas y Técnicas. 1º edición. Perú: Fondo Editorial S.A. 2014. 220pp. ISBN: 978-9972-45-241-3

BRAVO, Juan. Gestión de procesos. 4º edición. Chile: Evolución S.A. 2011. 320pp. ISBN 978-956-7604-20-3

BUITRAGO, Diana. Estandarización de procesos en una Empresa Productora de leche de la sábana de Bogotá, Tesis (Título de Administración) Colombia: Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, 2010.

CANAVOS, George. Probabilidad y Estadística. 3ª edición. México: Interamericana de México S.A de C.V. 2003. 198pp. ISBN 968-451-856-0

CARROLA, Miguel. Aseguramiento de la Calidad a través del Control Estadístico del Proceso. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 176pp.

DURÁN, Ángeles y ROGUERO, Jesús. La investigación sobre el uso del tiempo. 2ª edición. España: EFCA S.A. 2010. 216pp. ISBN: 978-84-7476-481-9

FUENMAYOR, Johan. Optimización del Proceso de Prensa de Extrusión en Alreyven C.A, Mediante La Detección Y Reparación De Fallas. Tesis (Título de Ingeniero de Materiales - Mención Metalmeccánica). Venezuela: Universidad Simón Bolívar, 2014.3pp.

GONZÁLEZ, Carolina. Estandarización y Mejora de los Procesos Productivos en la Empresa Estampados Color Way Sas. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) Colombia: Corporación Universitaria Lasallista, 2013.145pp.

GUTIERREZ, Humberto-De La Vara, Román. Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. 3ªedición. México: Programas Educativos S.A. de C.V.2013. 147pp. ISBN: 978-607-15-0929-1

HERNÁNDEZ, Carlos-DA SILVA, Felipe, Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad Tecnología [en línea] 2016: ISSN 0041-8420. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543786011>

MENDIOLA, Alfredo. Mejoras de Método de Trabajo. 2º edición. Perú: Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. 2013. 215pp. ISBN: 320-7645-2641-10-2

MONTGOMERY, D. C. Control Estadístico de Calidad. LTC – Libros Técnicos y Científicos, Editora S.A., Río de Janeiro, 2004, p. 74. ISBN: 9789687270791

Norma ISO- 9000:2000, Lima, Perú, 12 de Abril del 2014.



PALACIOS, Eduardo. Importancia y Control Estadístico de Distribución normal en la variación de datos de producción. Tesis (Magister en Ingeniería). Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2014. 118 pp.

PALACIOS, Luis Carlos. Ingeniería de Métodos-Movimientos y Tiempos. 1ª edición. España: Starbook Editores S.A. 2014. 228pp. ISBN: 978-84-936896-4-3

PANISELLO, Oiane. Estandarización de procesos en una fábrica de Impresión y Confección de Bolsas. Tesis (Título de Ingeniero Industrial) España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación, 2014. 156pp.

PÉREZ, César. Control Estadístico de la Calidad-Teoría, práctica y aplicaciones informáticas SAS, STAT GRAPHICS, MINITAB, SPSS. 1ª edición. México: Alfaomega Grupo Editor S.A. 2011. 668pp. ISBN: 970-15-0382-1

PÉREZ, César, Control de Calidad-Metodología y Aplicaciones. 1ª edición. Perú: Celis S.R.L. 2015. 258pp. ISBN: 978-149-1015-72-8

PÉREZ, María. Control de Calidad, Técnicas y Herramientas. 1ª edición. España: RC Libros Educativos S.A., 2014. 387pp. ISBN: 978-84-941801-9-4

SALAS, Christian, ¿Por qué comprar el programa SPSS – versión 24 para la elaboración de controles estadístico? Ecol. austral [online]. vol.18, n.2, pp. 223-231. 2010: ISSN 1667-782X. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X200800020](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X200800020)

TAMAYO, Javier. Estandarización del proceso de diseño de moldes y caracterización de materias primas y productos, en la línea de metalurgia de polvos de la empresa mvm Ltda. Tesis (Título de Ingeniero Mecánica) Colombia: Universidad Santiago de Cali, 2013. 110pp.

TORRES Patricia, PÉREZ Andrea, MARMOLEJO Luis F., Ordóñez José A., García Reniel E., Una mirada a la Industria, desde la Estandarización de Procesos. Revista EIA [en línea] 2010. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149218986002>> ISSN 1794-1237.

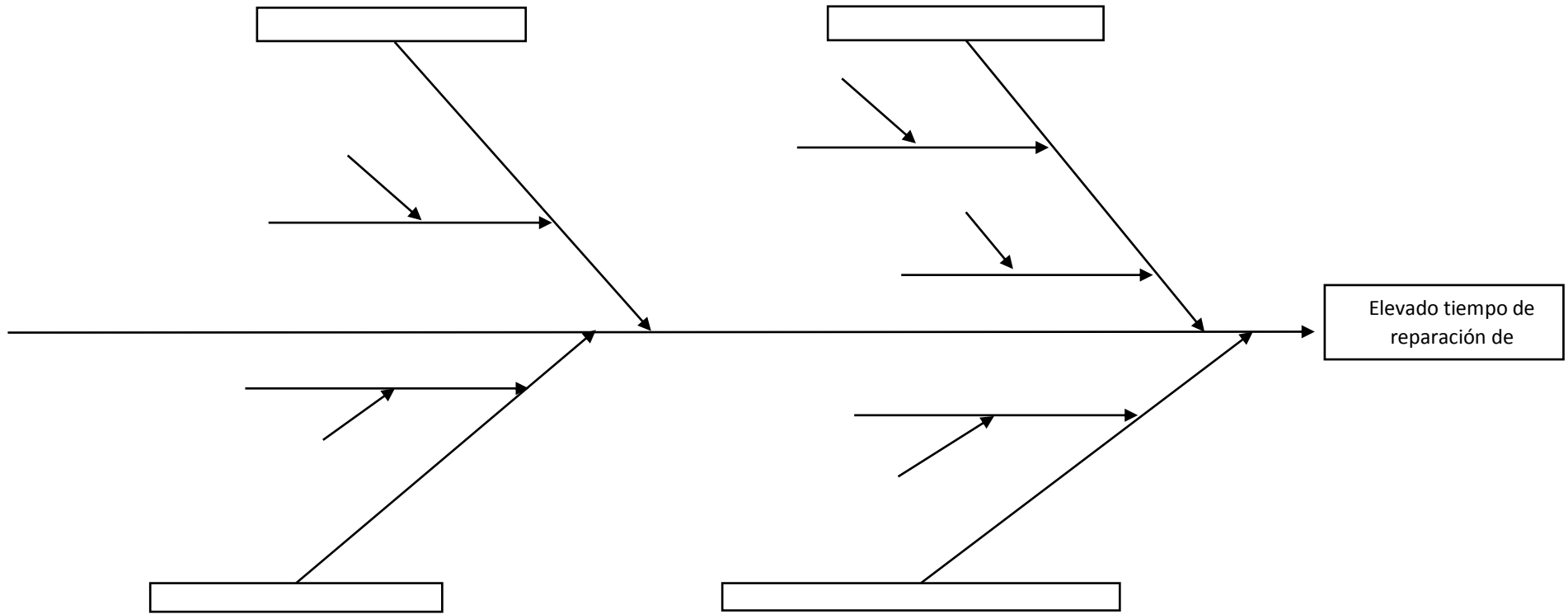
VALDERRY, Pablo. Herramientas para la Calidad Total. 1° edición. Colombia: Ediciones de la U, 2013. 298pp. ISBN: 978-958-762-099-3

YEP, Tommy. Propuesta y Aplicación de herramientas para la mejora de la calidad en el proceso productivo en una planta manufacturera de pulpa y papel tisú. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. 125pp.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01

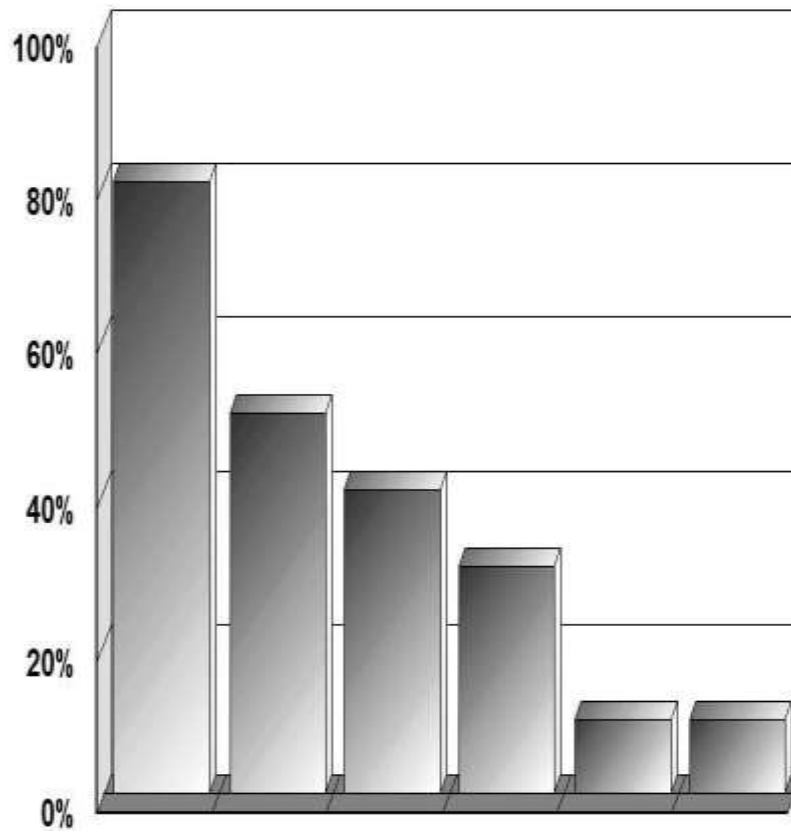
Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 02

Diagrama de Pareto



*Fuente: Elaboración Propia.*

**ANEXO 03**

**Reporte Operacional**

<b>REPORTE OPERACIONAL</b>				
Evaluador:		Tiempo Total:		
Tipo:		Fecha:		
<b>Nº</b>	<b>Operación</b>	<b>Duración</b>	<b>Anomalías</b>	<b>Observaciones</b>

Fuente: EMIMSAC

ANEXO 04

Ficha de Mantenimiento

	<b>SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD</b>	Código : EMIM-REG-OPE-017 Versión : 02 F. de Aprob. : 15-03-2013 Página : 1 de 1	
	<b>FICHA DE MANTENIMIENTO</b>		
TALLER _____		Nº DE REPORTE _____	
		FECHA: ___/___/___ HORA: _____	
MAQUINA / EQUIPO / INSTALACION / INSTRUMENTO _____		Parte afectada de la Maquina y/o instalación _____ _____ _____	
Reservado al Taller / Areas Administrativas / Usuarios	DESCRIPCION DEL INCIDENTE: _____ _____ _____ _____ _____ _____		
	LA FALTA TIENE INCIDENCIA AMBIENTAL SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	NOMBRE Y FIRMA DEL QUE REPORTA EL INCIDENTE _____ _____	
	DESCRIBIR: _____ _____	FIRMA DEL SUPERVISOR: _____	
	Causa del Incidente _____	Repuestos y Materiales _____	
	Tipo de Reparación Efectuada _____		
Recomendación para evitar repetición del Incidente _____			
Inicio de Reparación: _____		Responsable de la Reparación: _____	
Terminó de reparación y Reinicio de Labor: _____		FIRMA DEL SUPERVISOR: _____	

Este documento no está controlado en copia física a excepción de copias selladas.

Fuente: EMIMSAC

## ANEXO 05

Observaciones realizadas al proceso de reparación de prensas extrusoras, setiembre de 2014 a setiembre de 2017

Muestra	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4	Observación 5	Tiempo máximo (hrs)	Tiempo máximo (días)	Fecha de inicio	Fecha de fin
1	334.5	322.4	325.4	324.6	350.1	350.1	44	1/09/2014	15/10/2014
2	347.7	348.1	330.3	340.8	319	348.1	44	17/10/2014	30/11/2014
3	327.7	327.6	327.1	336.3	336.1	336.3	42	2/12/2014	13/01/2015
4	348.7	336.3	350.2	352.5	363.6	363.6	45	15/01/2015	1/03/2015
5	332.9	336.9	342.6	338.3	325.7	342.6	43	2/03/2015	14/04/2015
6	335.4	336.5	323.4	339.7	330.9	339.7	42	16/04/2015	28/05/2015
7	332.5	333.6	323.3	343.8	341.3	343.8	43	30/05/2015	12/07/2015
8	324.3	346.5	342.8	316.7	364.3	364.3	46	13/07/2015	28/08/2015
9	339.4	328	323.8	330.9	331.3	339.4	42	29/08/2015	10/10/2015
10	342.4	341	328.1	341.5	328.5	342.4	43	11/10/2015	23/11/2015
11	335.2	320.6	327.3	336.1	326.5	336.1	42	24/11/2015	5/01/2016
12	326.3	315.4	335.2	341.9	365.9	365.9	46	7/01/2016	22/02/2016
13	342.1	338.5	329.8	329	326.8	342.1	43	24/02/2016	7/04/2016
14	312.7	327.3	349.2	325.4	347.7	349.2	44	9/04/2016	23/05/2016
15	327.3	323.6	329.7	338.7	336.1	338.7	42	25/05/2016	6/07/2016
16	331.7	325.8	342.8	337.9	338.9	342.8	43	7/07/2016	19/08/2016
17	337.4	326.9	336.6	338.6	332	338.6	42	21/08/2016	2/10/2016
18	348.5	334	326.3	332.7	322.1	348.5	44	3/10/2016	16/11/2016
19	338.2	339.6	360.4	348.6	359.1	360.4	45	18/11/2016	2/01/2017
20	334.9	331.9	344.4	327.3	336	344.4	43	4/01/2017	16/02/2017

<b>21</b>	331.5	333.7	331.9	349.7	340.1	349.7	44	17/02/2017	2/04/2017
<b>22</b>	343.2	331	342.4	340.7	329	343.2	43	4/04/2017	17/05/2017
<b>23</b>	347.5	339.1	364.7	359.6	352.6	364.7	46	19/05/2017	4/07/2017
<b>24</b>	339.2	321.6	336.7	329.6	332.2	339.2	42	6/07/2017	17/08/2017
<b>25</b>	339.9	336.8	337.5	331.4	332.7	339.9	42	19/08/2017	30/09/2017

Fuente: EMIMSAC



## Cuestionario


**CUESTIONARIO SOBRE REPARACIÓN DE PRENSAS  
EXTRUSORAS**
**EMPRESA DE INGENIERÍA Y MONTAJE S.A.C**
**Indicaciones:**

Estimado participante, marque (x) la opción de la columna correspondiente a la alternativa de respuesta que considera correcta, de acuerdo a su percepción y experiencia en el proceso de reparación de prensas extrusoras.

**¿Cómo califica la INFLUENCIA de los siguientes elementos sobre el tiempo de reparación de prensas extrusoras?**

<b>ÍTEMS</b>	<b>Muy baja</b>	<b>Baja</b>	<b>Regular</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy alta</b>
No contar con controles adecuados en la reparación de prensas extrusoras					
Ausencia de parámetros de tiempo en la reparación de prensas extrusoras					
No contar con un proceso estándar en la reparación de prensas extrusoras					
No determinar el tiempo estándar de cada actividad ejecutada para la reparación de prensas extrusoras					
Inexistencia de información documentada sobre el procedimiento de reparación de prensas extrusoras					

La empresa no cuenta con registros documentales del personal, material y equipos requeridos para la reparación de prensas extrusoras					
La empresa nunca mantiene vínculo laboral con sus trabajadores por más de un año					
La empresas no otorga bonos por productividad al personal					
No se realiza la inducción al personal sobre la reparación de prensas extrusoras					
No se considera un periodo de prueba al personal para presenciar la reparación de prensas extrusoras					
No se planifica con anticipación la compra de materiales o insumos requeridos en la reparación de prensas extrusoras					
No se cuenta con proveedores reconocidos para el abastecimiento de materiales e insumos necesarios en la reparación de prensas extrusoras					

*Fuente: Elaboración Propia*

ANEXO 07

Registro de Datos

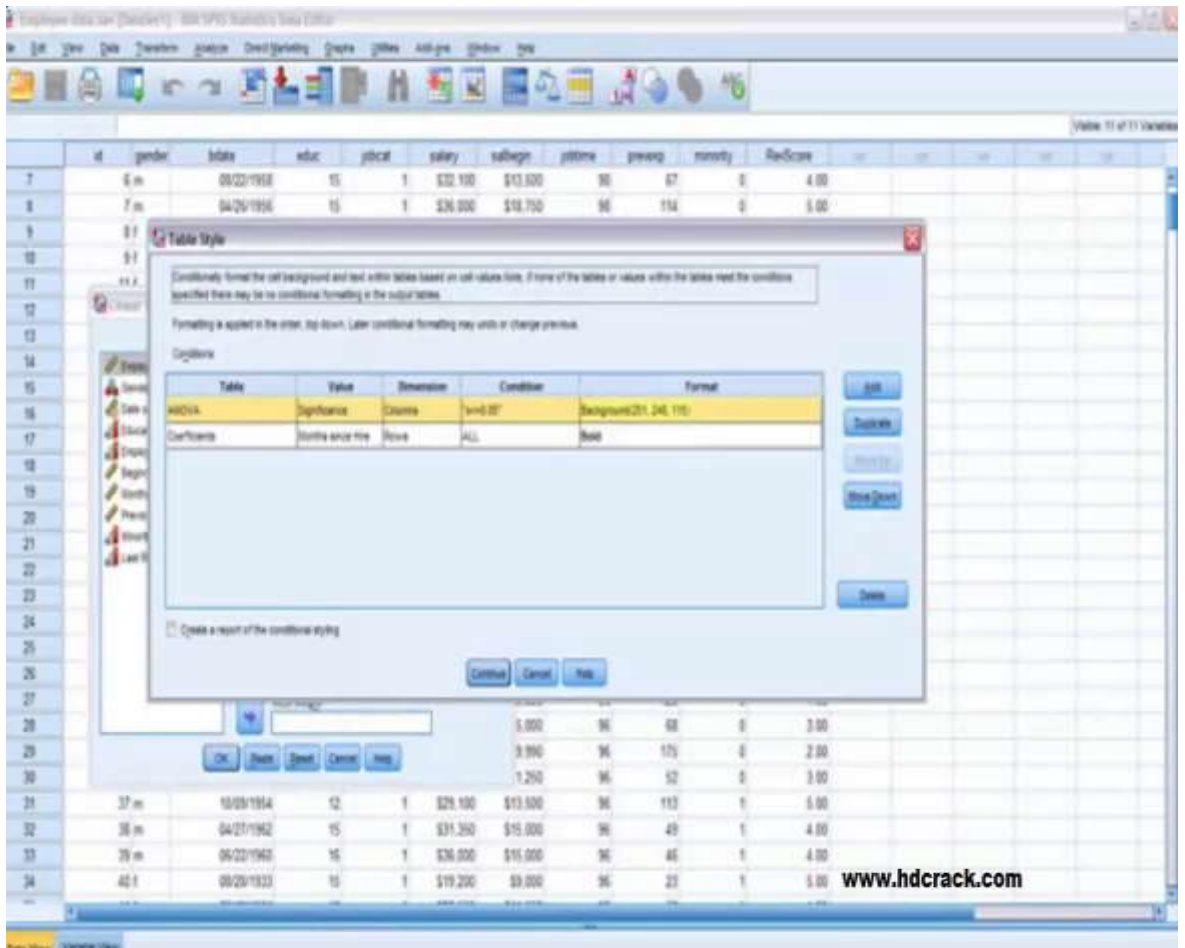
REGISTRO DE DATOS				
Evaluador:			Fecha:	
Tipo:				

Nº	ACTIVIDAD	MÁQUINA	RECURSOS	PLATAFORMA	TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO

*Fuente: EMIMSAC*

# ANEXO 08

## SPSS VERSIÓN 24



Fuente: SPSS

ANEXO 09

Fotos de las capacitaciones



Fuente: EMIMSAC



Fuente: EMIMSAC



Fuente: EMIMSAC



Fuente: EMIMSAC

## ANEXO 10

Fotos de la prensa extrusora tipo STORD INTERNATIONAL– RS64S con una capacidad de 50 Tn/h.

### PRENSA STORD INTERNATIONAL – RS64S EN PROCESO



Fuente: EMIMSAC



Fuente: EMIMSAC



Fuente:  
EMIMSAC



Fuente: EMIMSAC



PRENSA STORD INTERNATIONAL – RS64S TERMINADA



Fuente: EMIMSAC



Fuente: EMIMSAC