



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Fabricación de máquina rectificadora y roscadora portátil de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada para mejorar la productividad del proceso en la empresa Servicios Generales

Olmedo - Piura”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Br. OLMEDO RIVERA, Edwin Francisco (ORCID: 0000-0002-4142-3734)

ASESOR:

Mg. RIVERA CALLE, Omar (ORCID: 0000-0002-1199-7526)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA-PERÚ

2019

Dedicatoria

A mi familia por apoyarme en todo el transcurso de mi formación profesional y a mi hija Abigail que me impulsa a ser cada día mejor.

Agradecimiento

A Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida, a la Universidad César Vallejo por mi formación profesional, a mi asesor practico el Mg. Hugo García Juárez por el aporte de sus conocimientos en el proyecto y desarrollo de esta investigación y a todas las personas que me brindaron su apoyo.

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo, Olmedo Rivera Edwin Francisco, estudiante de la escuela profesional de ingeniería Industrial identificado con DNI N°47947056 declaro que la tesis titulada “Fabricación de máquina rectificadora y roscadora portátil de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada para mejorar la productividad del proceso en la empresa Servicios Generales Olmedo - Piura” es veraz y auténtica así como también, el cumplimiento de las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo.

De igual manera, declaro bajo juramento que la información presentada en esta investigación es auténtica, se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

Es por ello que asumo toda responsabilidad ante cualquier falsedad, plagio u omisión de la información presentada por lo cual me someto a las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Piura, agosto del 2020

Edwin Francisco, Olmedo Rivera

DNI: 47947056



Firma:

Índice

Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página de jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	13
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	13
2.2 Operacionalización de variables	13
2.3 Población, Muestra y Muestreo	16
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
2.5 Procedimiento.....	17
2.6 Método de análisis de datos	18
2.7 Aspectos éticos	18
III. RESULTADOS	19
IV. DISCUSIÓN	24
V. CONCLUSIONES	25
VI. RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS	27
ANEXOS	32

RESUMEN

La reciente investigación poseyó a manera de objetivo general mejorar la productividad del proceso de roscado de ejes diferenciales a través de la fabricación de una máquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa Servicios Generales Olmedo, la cual busco cambiar el método actual fabricando e implementando una maquina rectificadora y roscadora portátil basada en la metodología QFD. La muestra estuvo conformada por un operario y por un torno, como criterios de selección se descartaron los trabajos que llegaron con problemas adicionales a la rosca. Para evaluar la productividad se realizó un análisis antes y después de implementación de la maquina rectificadora y roscadora aplicando diagramas de análisis de procesos para evaluar el tiempo que tomaba realizar 12 distintos trabajos antes y después de la implementación de la maquina rectificadora portátil, estos datos fueron evaluados y transferidos a su respectivo instrumento de recolección como son los formatos hora - máquina y formato hora - hombre. Se analizó los datos obtenidos en el software SPSS haciendo uso de la herramienta estadística descriptiva con su respectivo análisis de distribución normal shapiro wilk para corroborar si los valores presentados vienen de una distribución normal y desarrollando al mismo tiempo el análisis T para muestras relacionadas para constatar las hipótesis donde se demostró con un intervalo de confianza de 95% que la utilización de la maquina portátil en el proceso tuvo un efecto positivo en la productividad ya que la productividad de la maquinaria incremento en 28.07% de la misma manera la productividad de la mano de obra aumento 52.37%.

Palabras clave: productividad, fabricación de máquina, rectificado y roscado de ejes diferenciales.

ABSTRACT

The recent research had as a general objective to improve the productivity of the process of threading differential axes through the manufacture of a portable grinding and threading machine in the company General Services Olmedo, which sought to change the current method by manufacturing and implementing a machine portable grinding and threading machine based on the QFD methodology. The sample consisted of an operator and a lathe, as selection criteria were discarded jobs that came with additional problems to the thread. To evaluate productivity, a pre-test and post-test were performed where process analysis diagrams were applied to evaluate the time it took to perform 12 different jobs before and after the implementation of the portable grinding machine, these data were evaluated in the data collection instruments, the hour - machine formats and the hour - man format. The data obtained in the SPSS software was analyzed using the descriptive statistical tool with its respective shapiro wilk normal distribution analysis to corroborate if the values presented come from a normal distribution and at the same time developing the T analysis for related samples to verify the hypothesis where it was demonstrated with a 95% confidence interval that the use of the portable machine in the process had a positive effect on productivity since the productivity of the machinery increased by 28.07% in the same way the productivity of the hand of work increased 52.37%..

Keywords: productivity, machine manufacture, grinding and threading of differential axes.

I. INTRODUCCIÓN

En los distintos departamentos del Perú, y sobre todo en la región Piura, se presentaron precipitaciones de gran intensidad denominado “Fenómeno del Niño Costero” que se presenta en las costas del Pacífico entre Perú y Ecuador, lo cual ha ocasionado distintos daños en infraestructura principalmente en el norte del Perú originando el colapso de distintas carreteras en gran parte de las rutas de nuestra región afectando directamente a los vehículos de carga pesada, entre los que se encuentran los trailers, semitrailers, camiones, entre otros, que diariamente circulan por estas vías, por este motivo se tiene una mayor frecuencia de problemas con la rosca de los puentes traseros o ejes diferenciales (parte del vehículo que se encarga de transferir la fuerza que ejerce el motor hacia las ruedas posteriores), principalmente en las roscas laterales (parte donde se acopla la bocamasa), debido ,al constante esfuerzo al que están sometidas, ocasionan un brusco desalineamiento de la rueda afectada produciendo un gran riesgo de desprendimiento de la rueda pudiendo originar accidentes mortales, debido a este problema los conductores se ven obligados a parar hasta que se realice el mantenimiento correctivo.

La empresa Servicios Generales Olmedo dedicada al servicio de metal mecánica en uno sus trabajos más frecuentes que es la realización de rectificado y roscado de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada, para realizar este trabajo se tiene que desmontar el eje diferencial del vehículo en el lugar donde se encuentra varado, luego ser llevado al taller para su respectiva reparación y posteriormente se envía el eje diferencial para ser ensamblado.

Si esta realidad continua, existirá retrasos para entregar los cargamentos afectando a los clientes y la empresa percibirá una considerable disminución de la demanda para este servicio por lo tanto tendrá menos trabajos ya que se estaría prolongando el tiempo de reparación y al no tener respuesta rápida los clientes buscarían otras alternativas e irían a la competencia lo cual no es beneficioso para la empresa.

Es por ello que al tener en cuenta esta realidad se propuso construir una máquina rectificadora y roscadora portátil para ejes diferenciales, lo cual le permitirá a la empresa, mejorar la productividad tanto de la maquinaria como de la mano de obra para este proceso, ya que no cuenta con la maquinaria correspondiente para la solución de este problema en la zona donde se encuentra el vehículo evitando el desmontaje completo del eje diferencial así como también reduciendo procedimientos con respecto al método realizado en el taller dando una respuesta rápida y segura.

Para lograr fabricar una máquina de calidad y confiable se indago en diferentes trabajos previos internacionales donde se tomó como referencia la metodología que utiliza la investigación, titulada “Metodología para diseñar una Máquina para Fabricar Estribos de Alambión para la Industria de la Construcción” (Investigación desarrollada por el Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México en el año 2013 en la ciudad Pachuca, México) la cual indagó el diseño minucioso de una máquina semiautomática para la producción de estribos de alambión de distintos tamaños comerciales con ángulos rectos y geometrías escuadradas, accesibles para la pequeña industria nacional, así como la fabricación de la máquina a un menor coste que el de las máquinas que se localizan en el mercado. Llegando a conclusión que la metodología más eficaz a utilizar para el proyecto de la máquina para producir estribos, es la QFD, ya que por medio de esta metodología mostrada es viable construir una máquina para elaborar estribos, que complazca y atienda la necesidad de la pequeña industria de la construcción nacional. El diseño propuesto hasta el momento muestra que es posible la construcción de una máquina de este tipo, (Gonzales, 2013)

Es por ello que la contribución que ofrece el trabajo previo antes mostrado en la investigación es la metodología que se utilizó para poder diseñar y construir una maquina rectificadora y roscadora portátil.

Agregado a ello para dar sustento a esta investigación en evaluación de productividad se consideró a Segundo Guaraca que realizo “Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la empresa de frenos automotrices EGAR S.A. de Quito – Ecuador”, teniendo como objetivo específico la

identificación de las actividades que limitan la productividad. La muestra analizada en la investigación fue un operario prensador de pastillas de frenos. Se llegó a la conclusión que la primordial limitante era el método que actualmente utilizaban por ello es que se tuvo que diseñar e implementar un metodología de trabajo completamente nueva, logrando así acrecentar el nivel de productividad a veinticinco por ciento, además se exhorta agrandar los pares similares de matrices con el fin de siempre sacar provecho del método implementado. (Guaraca, 2015)

Con respecto al trabajo previo presentado el aporte que brinda en la investigación es en cuanto al cambio del método empleado pues de esta manera logro mejorar la productividad del prensado de pastillas.

Teniendo en cuenta su importancia de las investigaciones en el ámbito nacional, se tomó como sustento el objetivo específico mejora de la productividad de la mano de obra que consideró Claudia Andrea Ulco Arias, en su tema de investigación propuesto “Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias Art Print”. Teniendo a modo de objetivo específico la medida del impacto que genera la implementación de ingeniería de métodos en la productividad de mano de obra de la línea de producción de cajas de calzado de la empresa Industrias Art Print, mediante el análisis estadístico. La muestra analizada en la investigación es por conveniencia la cual se desarrolló en el lapso de veinticuatro días de producción continua. La investigación fue un estudio aplicado y con diseño pre experimental. Pudiendo determinar que los valores encontrados provienen con normalidad dando como resultado 0.593 por lo tanto supera el 0.05 optando así por el análisis T-Student para decidir si se toma la hipótesis planteada, al hacer el análisis arrojó un grado de significancia de 0.000 estando por debajo del 0.05; permitiendo así reconocer la hipótesis planteada. Se concluye que la investigación tiene un impacto por medio de la aplicación de la ingeniería de métodos, pues se logró mejorar la productividad de la mano de obra, ya que aumento en un 23.7%. (Ulco, 2015)

La contribución que ofrece el presente trabajo previo es con respecto al mejoramiento de la productividad de la mano, pues en la investigación realizada se buscó la medida que genera la implementación de la maquina rectificadora y roscadora portátil en la productividad del operario.

Dentro del ámbito Local, para dar sustento al objetivo específico en cuanto al mejoramiento de la productividad con respecto a la maquinaria se consideró a Estydt Olmedo , Donde desarrollo “Mejora de la productividad en el área de rectificaciones mediante la aplicación del estudio de métodos en la empresa de Servicios Generales Olmedo” en, Piura – Perú, al indagar en sus objetivos se conoce que busca acrecentar el índice de productividad de la maquinaria, reduciendo el tiempo en el operan las rectificadoras, a través de la utilización de cuchillas y porta cuchillas en el proceso de rectificado. Su muestra estuvo conformada por 1 máquina del área de rectificaciones, Siendo pre experimental como tipo de investigación. Concluye que la productividad de la maquinaria mejora en el área de rectificado pues aumento de 3.27 unidades/hora-máquina a 5.33 unidades/hora-máquina, lo que representa una mejora significativa de 38.65%. Como resultado de la utilización de nuevas herramientas en las maquinas rectificadoras evitando paradas de máquina por tener que afilar constantemente las cuchillas, (Olmedo Rivera, 2018)

De esta manera el aporte que ofrece la investigación previa presentada es con respecto al mejoramiento de la productividad de la maquinaria en el área de rectificaciones, pues en la investigación realizada se buscó la medida que genera la implementación de la maquina rectificadora y roscadora portátil en la productividad de la maquinaria.

Es por ello que las metodologías que emplearon estas investigaciones sirvieron de base tanto en forma teórica como práctica para el avance de este estudio. Se consideró a autores como (Prokopenko, 1989), quien señala en su publicación “Introducción al estudio del trabajo” que la productividad está relacionada de acuerdo a lo producido y los recursos empleados para obtener un producto o un servicio”. También (Kanawaty, 1996), manifiesta que “La productividad está relacionada a la cantidad producida y la cantidad de capitales utilizados en un sistema productivo”. Además, (Gutierrez, 2014) afirma que “Productividad esta relacionando directamente con los resultados logrados en un proceso o un sistema productivo, es por ello que acrecentar la productividad es alcanzar sobresalientes resultados considerando el capital utilizado para obtenerlos”.

Por otro lado, (Schroeder, 2009) declara que la productividad, “Se conoce como los logros obtenidos por un sistema de producción dependiendo de los recursos usados para conseguirlo”. Considerando el autor anteriormente mencionado, la productividad se manifiesta utilizando los capitales de forma competente siendo la mano de obra y maquinaria factores fundamentales en la ejecución tanto de servicios como de productos, también (García, 2009) asevera que para la estimación de la productividad no se debe calcular lo que produces ni el crecimiento de lo obtenido, más bien con la eficiencia que se ha desarrollado y manipulado el capital utilizado. En otras palabras, el índice de productividad se puede evaluar de acuerdo a la perspectiva de la persona que lo estudia.

Para hacer más fácil la evaluación de productividad, se coge un factor independientemente, al que se le llamara productividad de un solo elemento, tomando considerablemente del total de una serie de elementos (haizer, y otros, 2009)

Para calcular un solo factor utilizamos la fórmula N°1:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Insumos empleados}}$$

También se puede evaluar varios factores utilizando la fórmula N°2:

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Salida}}{\text{Mano de obra} + \text{materia prima} + \text{energía} + \text{capital} + \text{otros}}$$

Según (Rajadell, y otros, 2010) declara que para mejorar la Productividad “Existen muchas alternativas para expresar la productividad.” Es por ello que se puede acrecentar la productividad en las industrias trabajando directamente con los factores primarios denominados variables de

la productividad en base a esto en la presente investigación se trabajó con la mano de obra y maquinaria que intervienen en el servicio de rectificado y resacado (SENATI, 2016).

La productividad de la mano de obra es factor clave en el cumplimiento de los objetivos establecidos en las organizaciones y para su persistencia en el mercado, es por ello que la calidad del factor humano de los sistemas de trabajo, son parte fundamental de la mejora continua de una organización” (Marvel, 2012).

La maquinaria es un factor muy importante ya que de acuerdo a estas se logrará llegar a las metas establecidas por la gerencia en tanto a lo planeado y vendido (SENATI, 2016).

Para medir la productividad, la empresa debe tener un punto inicial como fase 1 para que pueda analizar y pueda definir lo que quiere mejorar, es por ello que tomando este escenario existente y al aplicar las mejoras propuestas por el investigador, se tiene que desarrollar y contrastar los resultados alcanzados en cuanto a los logros establecidos (Sumanth, 1990)

Además de conocer como evaluar la productividad en la investigación se requiere obtener un conocimiento eficiente acerca de la metodología realizada para la construcción de la máquina rectificadora y roscadora portátil la cual fue Despliegue de la Función de la Calidad: Quality Function Deployment (QFD), se relaciona generalmente con “la voz de los clientes”, o con “la casa de la calidad”. (Akao, 1997) Lo define “como una metodología que recoge la necesidad, requerimientos y deseo del cliente para ser traducidos en especificaciones técnicas”, y “para ser competentes en los mercados locales e internacionales, las empresas manufactureras de diversos sectores establecieron al QFD, como una metodología de ingeniería para desarrollar productos y servicios en base a las necesidades de los clientes” (Akao, 1990). Estas especificaciones son conducidas por el equipo mediante la operación del diseño, teniendo como objetivo primordial las operaciones establecidas a través de la metodología QFD, se debe centrar el servicio o producto en satisfacer la necesidad que tienen clientes, es por ello que para (Ruiz, 2009) “QFD es una herramienta eficaz que puede ser adaptada en cualquier organización, además, “QFD es un método de ingeniería lógico y simple donde se relacionan una serie de matrices, que al

relacionarse permiten encontrar las necesidades de los clientes, además analizan al mercado competitivo en el que se encuentra la empresa y además descubre mercados aun no explotados” (Yepes, 2013).

Para la elaboración de la matriz QFD se seguir una serie de fases como, reconocer las necesidades de los clientes, en donde se pueden reconocer los requerimientos y características del servicio o producto a diseñar, con estos criterios el diseñador interpreta y los analiza técnicamente para así poder decretar los de mayor prioridad y utilidad en el desarrollo del producto. (Riva, 2002).

Para desarrollar la fase1: Necesidades del cliente ¿Qué? de la metodología QFD, se debe indagar en colaboradores idóneos como jefes, Ingeniero de campo o servicio, clientes directos y consumidores finales. Se deben organizar diversas reuniones junto a varios clientes. La definición de los requerimientos de los clientes debe ser explicada de lo habitual a lo específico, estimulando a los clientes en la correcta deducción de sus necesidades. Establecer un equipo multidisciplinario, definiendo: Quiénes son nuestros clientes, que producto analizara el equipo. Para ello, se debe documentar inicialmente todas las “necesidades primarias del cliente”.

De esta manera al llegar a la fase 2: Que es el relleno de la matriz de planeación, tienen establecerse distintos detalles en basa a los requerimientos de los clientes, para definir las de más relevancia, es por ello que al desarrollar la matriz se tienen que responder las interrogantes presentes: ¿Qué tanta importancia tiene para los clientes?, ¿Qué tan bien solucionamos sus requerimientos hoy?, ¿De qué forma la competencia está satisfaciendo estos requisitos?, ¿Hasta qué grado se debería llegar para lograr satisfacer esta necesidad?, ¿Cuánto recurso y tiempo se necesita para complacer estos requisitos?, Si los requisitos se llegan a satisfacer entonces ¿Llegaran más productos?, en la figura N°12 “casa de la calidad” de anexos se señala los términos utilizados en la matriz para cada una de estas preguntas. Además de ello para el presente estudio se considera los siguientes valores para su respectiva evaluación Importancia

relativa: Cada necesidad del cliente se jerarquiza de 1 a 10, Desempeño Actual: Cómo se están cubriendo las necesidades de los clientes en la actualidad es jerarquizado de 1 a 10, La Meta: se establece conjuntamente con todas las personas involucradas en la organización mediante la conformación de una comisión multidisciplinaria, una vez obtenidos estos datos se evaluó la Relación de Mejoramiento

$$\text{Relación de mejoramiento} = \frac{\text{Meta}}{\text{Desempeño Actual}}$$

También se debe considerar la dificultad para lograr la meta la cual se evaluó de la siguiente manera: 1.0 cuando hay poca dificultad, 1.2 cuando hay dificultad moderada y 1.5 cuando hay dificultad alta. Así como el Punto De Venta indica que: Al lograr llegar a la meta para esta necesidad de los clientes. ¿Se pueden incrementar las ventas? Asignándole los siguientes valores: 1.0 cuando No hay ventaja, 1.2 cuando hay ventaja media y 1.5 cuando hay ventaja fuerte y finalmente se evaluó el Peso Ponderado que recoge los datos antes analizados:

$$\text{Peso ponderado} = \frac{\text{Importancia para el cliente} \times \text{relación de mejora} \times \text{punto de venta}}{\text{Dificultad para lograr la mejora}}$$

Luego de terminar la parte de los requisitos de los clientes y la matriz, se procede a determinar las particularidades del diseño del producto donde se evaluará como se van a cubrir los requisitos dando inicio a la Fase 3: Definición de las características de diseño del producto ¿Cómo? Las cuales se definen técnicamente por el investigador en respuesta a los ¿qué? Establecidos en la primera fase, la cual se ubica en la superior de la matriz como se muestra en la figura N° 13 de anexos.

Posteriormente a las 3 primeras fases realizadas anteriormente se tiene que analizar la relación entre estas dando inicio a la Fase 4: Definición de la relación entre necesidades del cliente y características de diseño del producto, para esta etapa se debe obtener el grado de relación que tienen las características del diseño del producto a crear así como también los requisitos de los clientes, el desarrollo de esta fase se ubica en la parte central de la matriz como se muestra en la figura N°14 de anexos, utilizando una escala ponderada no lineal para resaltar su valoración. Donde las relaciones que se dan al unirse las necesidades que tienen los clientes y las posibles características para el diseño del servicio o producto que se creara se realiza una gradación ponderada no lineal con la cual se pueda evidenciar la importancia de cada una de estas características. Los valores que generalmente se utilizan son: 9 para una relación fuerte, 3 para una relación moderada y 1 para una relación débil. Toda esta serie de evaluaciones permitirá calcular estas prioridades la cual vincula los distintos requerimientos de los clientes y su valor para las características internas las cuales determinan las características de más relevantes para el diseño, su fórmula es: Número de prioridad = S (Valores de Relación X Peso ponderado).

Agregado a ello también se debe conocer sobre el proceso de mecanizado que se realiza en el mantenimiento correctivo del eje diferencial en primer lugar se dará una definición del proceso de Cilindrado el cual consiste en la mecanización del diámetro de la pieza. Se realiza esta operación, con el carro transversal que profundiza la pasada de la cuchilla, lo cual reduce el diámetro, para regular la longitud del cilindro se utiliza el carro paralelo que tiene un avance manual y automático referente a la velocidad de giro. Para esta operación, tanto la tolerancia como el acabado es importante para lograr garantizar la calidad del mecanizado.

En el proceso de Roscado de cavidades helicoidales sobre piezas cilíndricas, tienen un contorno establecido, uniforme y continuo, obtenido con la rotación de la superficie sobre su eje trasladando la cuchilla en paralelo al mismo. En la figura N°15 de anexos se muestra el tipo de roscado. Este mecanizado es característico en instrumentos de acoples como: Pernos, espárragos, tuercas, tornillos, etc.

En la empresa Servicios Generales Olmedo realizan el mantenimiento correctivo a los ejes diferenciales a través del torno paralelo mediante el proceso de roscado con cuchilla: se coloca una cuchilla con el mismo contorno de la rosca que se quiere realizar, llegando a obtener luego de numerosas pasadas con tajo ascendente la rosca requerida, en la figura N° 16 de anexos se muestra gráficamente el roscado mediante torno paralelo y en la figura N°17 se muestra las dimensiones y elementos fundamentales de una rosca: Filete o Hilo son caras idénticas con estructura helicoidal, Flanco cara lateral del filete, Núcleo que viene a ser la dimensión perfecta de la rosca, Vano es el espacio vacío entre dos flancos consecutivos, Calibre externo (dext) es el calibre mayor de la rosca, Calibre Interno (dint) es el calibre menor de la rosca, Altura (h) es el alejamiento que tiene el calibre externo con respecto al calibre interno, Paso (p) es el alejamiento en medio del calibre externo consecutivo en dirección rotacional, Avance (a) es el alejamiento del trayecto en dirección rotacional que avanza la tuerca al girar una vuelta completa en la rosca. Valverde (2013).

Según Castillo (2018) la Rosca Métrica “Es la rosca estándar establecida internacionalmente en los pernos de sujeción, estos pernos por el lado externo por lo general son ovalados si esta se forma a través de un proceso de laminación también puede que la cresta y la raíz sean planas. Es comúnmente utilizada en roscas métricas ISO de marcha habitual se caracteriza porque utiliza la M para definir el calibre externo y su escala de medida son en milímetros como se presenta en la figura N°18 la tabla donde se especifican los tipos de paso, agregado a ello para (SENATI, 2009) El eje diferencial o puente posterior es el soporte del vehículo por la parte trasera; lo soporta por medio de muelles tipo ballestas. Está hecho de acero al carbono, lo poseen aquellos vehículos con el motor delantero y transmisión trasera, la energía del motor se trasfiere desde la caja de velocidades hasta el eje diferencial que se encarga de mantener alineado el mecanismo diferencial parte principal y central donde se ubican el piñón, la corona, engranajes denominados “satélites y planetarios”, palieres y por los extremos se ubica la rosca donde se acopla la bocanasa de la rueda. Como se muestra en la figura N°19 de Anexos.

La empresa donde se desarrolló la investigación es Servicios Generales Olmedo especialistas en el sector Metal Mecánica ofrece los servicios de torno, soldadura en aceros especiales, cepillado, fresado, rectificación de motores livianos entre otros se inició en el año 1993 en Pachitea en la avenida country, teniendo solo una máquina de torno, una máquina de soldar y taladros haciendo servicios de metalmecánica pero con una visión de ser el proveedor de maquinados industriales más importantes en el mercado piurano es por ello que a su experiencia ha logrado ser una compañía caracterizada en la construcción de repuestos y accesorios metalmecánicos en general, cuya misión es proveer servicios de calidad y con buenos acabados buscando el reconocimiento de la industria peruana, actualmente la empresa brinda los servicios de metal mecánica en el distrito de Castilla URB. San Antonio Mz A lt 02.

Para la Formulación del Problema se analizó la realidad problemática determinando el siguiente problema de investigación:¿En cuánto mejora la productividad del proceso de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada mediante la fabricación de una máquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa Servicios Generales Olmedo?, debido a esto para poder conocer si la productividad mejoro se tubo q contestar las siguientes Preguntas Específicas:¿En cuánto aumentara la productividad de la maquinaria del proceso a través de la fabricación de una máquina rectificadora y roscadora portátil? Y ¿En cuánto aumentara la productividad de la mano de obra del proceso a través de la fabricación de una máquina rectificadora y roscadora portátil?

La investigación es justificada técnicamente pues se quiere sustituir el proceso de mantenimiento correctivo del eje diferencial en el taller para realizarlo en la zona donde se encuentre la unidad varada reduciendo procedimientos, logrando así aumentar la productividad de la mano de obra y maquinaria, por ello teniendo en cuenta los requerimientos establecidos por los clientes y de la propia empresa se propone la construcción de una máquina portátil de fácil manejo e instalación. Asimismo, presenta una justificación práctica, al permitir al sector transporte de carga pesada poder solucionar problemas por averías de este tipo en el menor tiempo posible para así poder entregar a tiempo sus cargamentos.

Por otro lado, se justificará metodológicamente pues la forma como se abordó la investigación será utilizada como guía para las nuevas investigaciones, empresas del sector transporte de carga de pesada y beneficiando tanto a empresarios, profesionales que quieran incursionar en este rubro empresarial. Por último, presenta relevancia social, ya que al poder llegar a tiempo los cargamentos sus clientes no se quedarán desabastecidos como son los mercados, ferreterías, grifos entre otros, de los cuales los ciudadanos son clientes directos.

En cuanto al planteamiento de la hipótesis general de la investigación “La productividad mejorará significativamente mediante la fabricación de una máquina rectificadora y roscadora portátil de ejes diferenciales en la empresa de Servicios Generales Olmedo, Piura.” Se tuvo que constatar las siguientes hipótesis específicas: “La productividad de la mano de obra aumentará significativamente, utilizando una máquina rectificadora y roscadora portátil” y “La productividad de la maquinaria aumentará significativamente, utilizando una máquina rectificadora y roscadora portátil”, para poder demostrar si su objetivo general “Mejorar la productividad del proceso de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada mediante la fabricación de una máquina rectificadora y roscadora portátil”, tiene un efecto significativo se desarrolló los siguientes objetivos específicos: “Aumentar la productividad de la maquinaria mediante la utilización de una máquina rectificadora y roscadora portátil “en la empresa Servicios Generales Olmedo” y “Aumentar la productividad de la mano de obra mediante la utilización de una máquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa Servicios Generales Olmedo” respectivamente.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La reciente investigación, fue de tipo Pre-experimental, para ello se trabajó con un grupo |G| al cual al producirle un estímulo intencional (máquina rectificadora y roscadora) para definir el efecto que ocasiona en su variable dependiente (Productividad), realizando una prueba antes y después de implantado el estímulo. De esta manera, demuestra la relación causa – efecto que se obtiene con la modificación realizada teniendo un nivel explicativo, pues a través del análisis de los acontecimientos que se presentan se puede demostrar que la hipótesis planteada puede ser tomada o refutada según sea el caso (Bernal, 2010).

G: O1 X O2

Dónde:

G: Trabajos de rectificado y roscado.

X: fabricación de máquina rectificadora y roscadora portátil.

O1: Productividad de la mano de obra, productividad de maquinaria antes de la fabricación de una máquina rectificadora y roscadora portátil.

O2: productividad de la mano de obra, productividad de maquinaria después de implementación de la máquina rectificadora y roscadora portátil.

De este modo la investigación es de nivel explicativo ya que el estudio busca implantar las causas de los acontecimientos que se investigan.

2.2 Operacionalización de variables

La investigación realizada, está compuesta por una variable independiente que es la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil, también maneja como variable dependiente la Productividad.

La operacionalización de las variables se muestra a en la siguiente Tabla N° 1.

Operacionalización de variables

Tabla N° 1: Operacionalización de variable independiente.

Variable independiente	Definición Conceptual	Dimensión	Definición Operacional	Indicador	Escala
Fabricación de máquina rectificadora y roscadora portátil	Construcción es la fase ineludible de toda producción material en que se definen las especificaciones del producto, con anterioridad a su fabricación; cualquiera fuera su condición y nivel de originalidad. (YACUZZI, 2012).	Diseño del producto	PESO PONDERADO = importancia para el cliente x relación de mejora x punto de venta/dificultad para lograr la mejora	Peso ponderado	Razón
		Diseño en detalle	Este cálculo enlaza las necesidades del cliente y su importancia para las características internas. Núm. de prioridad = Valores de Relación X Peso ponderado	Números de prioridad	Razón
		Proceso	Las propiedades de los componentes se relacionan y evalúan con las propiedades del proceso de producción, originando las especificaciones de este.	Especificaciones del producto	Razón

Fuente: Elaboración propia.

Operacionalización de variable dependiente.

Variable dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala
Productividad	La productividad es hacer más con menos, se dice que un proceso es productivo es útil si ocasiona resultados favorables, es por eso que se debe estar al tanto del avance de los	$PMQ = \frac{N^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora} - \text{Maquina}}$	Productividad de la maquinaria	Razón
	patrimonios tanto productivos como tecnológicos, de la misma forma estar al tanto de las habilidades y capacidades del personal implicados en todo el sistema productivo. (Fleitman, 2007)	$PMO = \frac{N^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora} - \text{hombre}}$	Productividad de la mano de obra	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población, Muestra y Muestreo

La población y muestra en la investigación realizada se especificó en la Tabla N° 2 donde solo se analizó al operario y maquina en trabajos netamente de rectificado y roscado excluyendo ejes diferenciales con trabajos adicionales como reforzado y enderezado.

Tabla N° 2. Población y muestra

Variable Independiente				
Indicador	Unidad de Análisis	Población	Muestra	Muestreo
Peso ponderado	Maquina Rectificadora y Roscadora Portátil	1 Maquina	-	-
Números de prioridad				
Especificaciones de producto				
Variable Dependiente				
Indicador	Unidad de Análisis	Población	Muestra	Muestreo
Productividad de la mano de obra	Operario	2 operarios	1 operario	Por conveniencia
Productividad de la maquinaria	Torno	2 tornos	1 torno	Por conveniencia

Fuente: Elaboración propia

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Hernández (2010) afirma que para lograr “que un instrumento sea confiable se debe a que la medición realizada sea repetitiva en el mismo individuo u objeto obteniendo datos similares o iguales. Así mismo, Pimienta (2012) declara que el tipo de herramientas que deben utilizar son en base al tipo de investigación que se va a desarrollar; por lo tanto, están sujetos totalmente de los instrumentos donde se recolectaran los datos establecidos en la investigación. Habiendo utilizado instrumentos confiables y debidamente validados los formatos para analizar la variable dependiente formato Hora-Máquina y formato Hora-Hombre por ingenieros industriales habilitados de la ciudad de Piura y docentes de la Universidad Cesar Vallejo tal cual se muestra en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Técnica e instrumento

Variable Independiente		
Indicador	Técnica	Instrumento
Peso ponderado	Observación directa / Análisis documental	Matriz de Planeación – Método QFD (Anexo 1)
Números de prioridad		
Especificaciones de producto		
Variable Dependiente		
Indicador	Técnica	Instrumento
Productividad de la mano de obra	Observación	Formato de horas hombre (Anexo 2)
Productividad de la maquinaria	Observación y análisis documental	Formato de horas-maquina (Anexo 2).

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Procedimiento

Para poder desarrollar los objetivos específicos, en primer lugar se tuvo que fabricar la maquina rectificadora y roscadora portátil utilizando la metodología QFD (despliegue de la función

calidad), la cual tiene por objetivo crear productos o servicios en base a las necesidades de los clientes llevándolo al desarrollo de la matriz de planeación pues con ellos se logró conocer los números de prioridad los cuales determinaron las características técnicas más importantes así como su relación de estas con los demás componentes. Seguido a ello tomando en cuenta los resultados de la matriz se pasó al diseño y construcción de la máquina.

Para poder comprobar el acrecentamiento de la productividad de la maquinaria y mano de obra se utilizaron los instrumentos formato hora - máquina y formato hora - hombre, utilizando como método la observación, estos resultados se obtuvieron dentro del área de mecanizado aplicando DAP para registrar el tiempo que se emplea en el rectificado y roscado del eje diferencial desde su recepción hasta cuando es enviado a la zona de entrega de servicios realizados.

2.6 Método de análisis de datos

Según Valderrama (2013).” Una vez reunidos todos los resultados, seguidamente se realiza el análisis para tomar o refutar las hipótesis propuestas”. El análisis realizado es cuantitativo, de esta manera para poder organizar los datos obtenidos se aplicaron tablas donde se vaciaron los valores obtenidos en la investigación las cuales fueron transferidos al software SPSS para evaluar los datos haciendo uso de las herramientas estadísticas con su respectiva prueba de distribución normal shapiro wilk y se corrobora la hipótesis mediante la evaluación estadística T-Student para muestras relacionadas.

2.7 Aspectos éticos

El investigador se responsabiliza y se compromete por los datos de la investigación desarrollada, así como afirma su veracidad y transparencia. De la misma manera se consideraron los parámetros establecidos por el departamento de investigación como son las citas y fuentes que se indagaron en el desarrollo de la investigación.

III. RESULTADOS

Se evaluó la productividad de la maquinaria haciendo uso de los instrumentos propuestos por el investigador, así como la aplicación de diagramas de análisis del proceso antes y después de la implementación de maquina rectificadora y roscadora portátil en el proceso de rectificado y roscado de ejes diferenciales.

Una vez obtenidos los datos de productividad de la maquinaria para cada uno de los trabajos de rectificado y roscado de ejes diferenciales se evaluaron los resultados obtenidos en el software SPSS haciendo uso de la herramienta estadística descriptiva con su respectiva prueba de normalidad shapiro wilk,, como se muestran en las tablas N° 4 y N° 5.

Tabla N° 4: Estadística descriptiva de la productividad de la maquinaria

Estadísticos descriptivos			
	N	Media	Desv. Desviación
Prod_MQants	12	,6442	,00900
Prod_MQdsps	12	,8250	,04503
N válido (por lista)	12		

Fuente: Anexo 2

Para la evaluación de la Normalidad de los resultados obtenidos en la investigación desarrollada que son < 30 se hizo la prueba de distribución normal (shapiro wilk).

Siendo el criterio para evaluar Normalidad ($\alpha= 0.05$)

$P_{valor} \Rightarrow \alpha$ aceptar H_0 = Los resultados reflejan una distribución normal.

$P_{valor} < \alpha$ aceptar H_1 = Los resultados reflejan una distribución normal.

Tabla N°05: Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Prod_antesMQ	,894	12	,133
Prod_despMQ	,894	12	,134

Fuente: Anexo 2

Según la evaluación shapiro wilk los resultados del nivel de significancia de la productividad de la maquinaria antes y después son 0,133 y 0,134 respectivamente con lo cual se concluye que los datos obtenidos derivan de una distribución normal.

La hipótesis de investigación: **La productividad promedio de la maquinaria aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil**, se descompone en la siguiente hipótesis estadística:

H₀: La productividad de la maquinaria no aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil.

H₁: La productividad de la maquinaria aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil.

Siendo el criterio para decidir:

Si P-valor $> \alpha$, no refute H₀, (se considera H₀).

Si P-valor $\leq \alpha$, refute H₀ (se considera H₁).

En la Tabla N° 6 se muestran los resultados de la prueba T para muestras relacionadas.

Tabla N° 6. Prueba de hipótesis de muestras relacionadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Prod_MQants - Prod_MQdsps	-,18083	,04100	,01184	-,20688	-,15478	-15,278	,000	

Fuente: Anexo 2

El análisis de la T-Student de muestras emparejadas obtenido antes y después de la utilización de una maquina rectificadora y roscadora portátil consta con un nivel de significancia de 0.000 por lo tanto es menor a $\alpha= 0.05$; permitiendo aceptar la hipótesis 1: “La productividad de la maquinaria aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil”.

También se evaluó la productividad de la mano de obra utilizando los instrumentos de recolección de datos propuestos, así como la aplicación de diagramas de análisis del proceso antes y después de la implementación de maquina rectificadora y roscadora portátil en el proceso de rectificado y roscado de ejes diferenciales.

Una vez obtenidos los datos de productividad de la mano de obra para cada uno de los trabajos de rectificado y roscado de ejes diferenciales se desarrolló la evaluación de los datos en el software SPSS haciendo uso de la herramienta estadística descriptiva con su respectiva prueba de normalidad shapiro wilk. Como se muestran es las tablas N°06 y N°07.

Tabla N° 7: Estadística descriptiva de la productividad de la mano de obra

Estadísticos descriptivos			
	N	Media	Desv. Desviación
Prod_MOants	12	,3867	,01073
Prod_MODsps	12	,5892	,02644
N válido (por lista)	12		

Fuente: Anexo 2

Para la evaluación de la Normalidad de los resultados obtenidos en la investigación desarrollada que son < 30 se hizo la prueba de distribución normal (shapiro wilk).

Criterio para evaluar Normalidad ($\alpha = 0.05$)

$P_{\text{valor}} \Rightarrow \alpha$ aceptar H_0 = Los resultados reflejan una distribución normal.

$P_{\text{valor}} < \alpha$ aceptar H_1 = Los resultados reflejan una distribución normal.

Tabla N°08: prueba de normalidad

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Prod_antesMO	,897	12	,146
Prod_dspMO	,899	12	,155

Fuente: Anexo 2

Según la evaluación shapiro wilk los resultados del nivel de significancia de la productividad de mano de obra antes y después son 0,146 y 0,155 respectivamente con lo cual se concluye que estos resultados proceden de una distribución normal.

La hipótesis de investigación: **La productividad promedio de la mano de obra aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil**, se descompone en la siguiente hipótesis estadística:

H₀: La productividad de la mano de obra no aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil.

H₁: La productividad de la mano de obra aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil.

Siendo el criterio para decidir:

Si P-valor > α , no refute H₀, (se considera H₀).

Si P-valor $\leq \alpha$, refute H₀ (se considera H₁).

En la tabla 9 se muestran los resultados del análisis para muestras emparejadas.

Tabla 9. Prueba de hipótesis de muestras relacionadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig.
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Prod_MOants - Prod_MOdsp	-,20250	,03108	,00897	-,22225	-,18275	-22,571	11	,000

Fuente: Anexo 2

El análisis de la T-Student de muestras emparejadas obtenido antes y después de la utilización de una maquina rectificadora y roscadora portátil tiene un nivel de significancia de 0.000 por lo tanto es menor a $\alpha = 0.05$; permitiendo aceptar la hipótesis 1: “La productividad de la mano de obra aumenta utilizando una maquina rectificadora y roscadora portátil”

IV. DISCUSIÓN

Según la investigación realizada se logró mejorar la productividad de la maquinaria, utilizando la maquina rectificadora y roscadora portátil en el proceso de rectificado y roscado de ejes diferenciales, incrementando la productividad de la maquinaria en 28.07%. La mejora mencionada es respaldada por Olmedo (2018), quien en su trabajo de investigación llega a determinar que la implementación de cuchillas y porta cuchillas en el área de rectificaciones mejoran la productividad de la maquinaria y con su aplicación logró mejorar la productividad de la maquinaria en 38.65%. La medición de la productividad se utilizó la de un factor teniendo en cuenta que la productividad de la maquinaria es uno de los factores más importantes porque en base a ellos se podrá alcanzar las metas propuestas según lo planificado y ofertado, se analizó en unidades producidas/hora – maquina. (SENATI, 2016, pág. 20).

De acuerdo a la investigación realizada, se logró mejorar la productividad de la mano de obra utilizando la maquina rectificadora y roscadora portátil en el proceso de rectificado y roscado de ejes diferenciales incrementando la productividad de la mano de obra en 52.37%. Esto se corrobora con la investigación de Ulco (2015), quien llega a determinar que la productividad de la mano de obra en la empresa industrias Art Print mejora significativamente debido a la reducción de actividades que afectan la productividad en el sistema de producción de cajas de calzado, se comprobó mediante análisis estadístico que la productividad de la mano de obra aumentó en un 23.7%. Se puede trabajar con los recursos primarios, a los cuales se llaman variables de la productividad como es mano de obra la cual se analizó en unidades producidas / hora – hombre. (SENATI, 2016, pág. 20).

V. CONCLUSIONES

Se demostró con un intervalo de confianza de 95 %, que la implementación de la maquina rectificadora y roscadora portátil en el proceso de mecanizado de ejes diferenciales en la empresa Servicios Generales Olmedo logró incrementó significativamente la productividad de la maquinaria de 0.6442 a 0.8250 mejorando en 28.07%. Como se muestra en la tabla N°6 de prueba de hipótesis muestras relacionadas.

Se demostró con un intervalo de confianza de 95% que la implementación de la maquina rectificadora y roscadora portátil en el proceso de mecanizado de ejes diferenciales en la empresa Servicios Generales Olmedo logró incrementar significativamente la productividad de la mano de obra de 0.3867 a 0.5892 mejorando en 52.37%. Como se muestra en la tabla N°9 de prueba de hipótesis muestras relacionadas.

VI. RECOMENDACIONES

Debido, a que se corrobora que la implementación de la maquina rectificadora y roscadora portátil en proceso de mecanizado de ejes diferenciales mejora la productividad de la maquinaria, la empresa Servicios Generales Olmedo debe mantener este método, así como también debe mantener la operatividad de la maquina dándole mantenimiento constante, considerando como prioridad la limpieza y lubricación del eje central la cual es la pieza más importante en el funcionamiento de la maquina portátil.

Debido, a que se logró mejorar la productividad de la mano de obra, reduciendo procedimientos en el proceso de mecanizado de ejes diferenciales mediante el uso de la maquina rectificadora y roscadora portátil. Se debe analizar la productividad del nuevo método periódicamente así como también capacitar constantemente a los operarios para poder determinar posibles mejoras en el procedimiento propuesto.

Debido que al realizar el trabajo, la posición del operario es a la altura de la rueda posterior del vehículo como se muestra en la imagen N°11 es necesario realizar un estudio ergonómico que determine la posición óptima para este trabajo.

REFERENCIAS

AKAO, Yoji. "*QFD: pasado, presente y futuro*". *Simposio Internacional sobre QFD*. Linköping, Suecia, 1997.

AKAO, Yoji. *Implementación de la función de calidad: Integración del cliente requisitos en el diseño del producto*. Portland, Estados Unidos: Productivity Press, 1990.

BERNAL, Cesar. *Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. 3ed. Colombia: Editorial Pearson, 2010.

BERNAL, Luis. *Quality Function Deployment (QFD) para servicios*. SEPT Program. 2009.

BERRÚ, César. *Aplicación de ingeniería de métodos en el área de producción para incrementar la productividad de la planta de agua de mesa Inversiones Rosita E.I.R.L.* Universidad César Vallejo de Piura. 2012.

CASTILLO, Felipe. *Laboratorio de tecnología de materiales "roscas y tornillos"*. Universidad Nacional Autónoma de México: Cuautitlán Izcalli, edo. de México. 2018. 5 pp.

CHECA, Pool. *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa Confecciones Sol, Trujillo - Perú*. Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú. 2014. goo.gl/HE3bPd

CORRADO, Raúl. *El Diferencial*. Córdova, Argentina: Escuela del Trabajo Villa María, 2012.

ESPINOZA, Moisés. Aplicación del método QFD para el diseño de un envase de geometría en el proceso de termoformado. La Rioja, España: Universidad de La Rioja, 2015.

FELIX, Anatolio. Adecuación del sistema QFD a la arquitectura y/o industria de la construcción. Mexicali, México: Instituto Tecnológico de la Construcción, 2005.

ROGHANIAN, E., & BAZLEH, A. (2011). "An approach in BOT project selection based on fuzzy QFD and TOPSIS with consideration of risk.", 3rd Conference on Thermal Power Plants, Tehran, 2011.

FLEITMAN, Jack. Evaluación integral para implantar modelos de calidad. 1ª ed. México: Editorial Pax. 2005. ISBN: 9789688609200

GONZÁLES, Leopoldo. Metodología para Diseñar una Máquina para Fabricar Estribos de Alambrón para la Industria de la Construcción. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

GARCÍA, Roberto. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12ª. Ed. México/Interamericana editores S.A. 2009. 592 pp. ISBN: 9789701046579

GONZALES, Arturo. Quality Function Deployment: una herramienta para establecer los requerimientos técnicos de un edificio en México. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. 2014.

GUARACA, Segundo. Mejora de la productividad en la sección de prensado de pastillas mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo de la empresa de frenos automotrices EGAR S.A. de Quito – Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 2015.

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y productividad. 3ª ed. México, DF.: 113 Editorial McGraw-HILL/Interamericana Editores S.A.2014.ISBN: 9786071503152

HAIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de administración de operaciones. Séptima. México: Pearson Education. 2009.752pp. ISBN: 9786074420999

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2010. 613 pp ISBN: 9786071502919

KANAWATY, George. Introducción al estudio de trabajo. 4. a ed. Suiza: Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, 1996. 521 pp. ISBN 968-18-5628-7.

MARVEL, Mirtza. La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores. Venezuela: Unexpo, 2012.

MAZZUR, Glenn. Comprehensive Quality Function Deployment Overvieww. QFD Network E.U.A., 2000.

OLMEDO, Estydt. Mejora de la productividad en el área de rectificaciones mediante la aplicación del estudio de métodos en la empresa de Servicios Generales Olmedo, Piura. Universidad Cesar Vallejo de Piura.2018.

PIMIENTA, Julio y DE LA ORDEN, Arturo. Metodología de la investigación. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012.ISBN: 9786073210270.

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. 1ª ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989. 317 pp ISBN: 9223059011

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José. Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-847978967.

RUIZ, Arturo. Despliegue de la función calidad. Madrid, España: Universidad Pontificia Comillas, 2009.

RIVA, Carles. Diseño concurrente. Barcelona, España: UPC, 2002.

SENATI, Manuel del participante “Mejora de Métodos de trabajo. Lima-Perú. 2016.

SENATI, Manual de Aprendizaje “Reparación Del Sistema De Transmisión Mecánica”.Lima-Perú.2009. 93pp.

SCHROEDER, Roger. Administración de Operaciones. 3ª ed. México, McGraw-Hill 2009. 874pp.ISBM: 9789701000885

SUMANTH, David. Ingeniería y Administración de la productividad: medición, evaluación, planeación y mejoramiento de la productividad en las organizaciones de manufactura y servicio. México: McGraw – Hill, 1990. ISBN: 9684227280

ULCO, Andrea, Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias Art Print”. Trujillo-Perú. Universidad César Vallejo de Piura. 2015.

VALVERDE, Mónica; GONZALEZ, Juan. *Roscas*. Montevideo, Uruguay: Universidad del trabajo del Uruguay, 2013.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 495 pp. ISBN: 9786123028787

YACUZZI, Enrique. *QFD Conceptos, Aplicaciones y Nuevos Desarrollos*. Buenos Aires, Argentina: Universidad del CEMA, 2004.

YEPES, V. “Despliegue de la función de calidad y metodología seis sigma en la gestión de la construcción.” Curso construcción sin pérdidas: Conceptos y herramientas. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2013.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores		Población Muestra		Diseño	Técnicas e Instrumento de recolección de datos		Método de análisis de datos	
Fabricación de máquina rectificadora y roscadora portátil de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada para mejorar la productividad del proceso en la empresa Servicios Generales Olmedo - Piura	<p>Pregunta general ¿En cuánto mejora la productividad del proceso de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada mediante la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa Servicios Generales Olmedo</p>	<p>Objetivo general Mejorar la productividad del proceso de ejes diferenciales de vehículos de carga pesada mediante la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa Servicios Generales Olmedo.</p>	<p>Hipótesis general La productividad mejorará mediante la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil de ejes diferenciales en la empresa de Servicios Generales Olmedo, Piura</p>	Fabricación de maquina rectificadora y roscadora portátil	Peso ponderado	01 maquina	01 maquina	Es de tipo Pre-experimental, se trabaja con un solo grupo(G) al cual se le aplica un estímulo G: O1 X O2	Observación y análisis documental	Matriz de Planeación – Método QFD	El análisis realizado es cuantitativo, de esta manera se aplicaron tablas para organizar los valores obtenidos en la investigación las cuales fueron transferidos a Microsoft Excel haciendo uso de la herramienta análisis de datos: estadística descriptiva y prueba t para medias de dos muestras emparejada.	
	<p>Preguntas específicas ¿En cuánto aumentara la productividad de la maquinaria del proceso a través de la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil? ¿En cuánto aumentara la productividad de la mano de obra del proceso a través de la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil?</p>	<p>Objetivos específicos Aumentar la productividad de la maquinaria mediante la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa Servicios Generales Olmedo. Aumentar la productividad de la mano de obra mediante la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa Servicios Generales Olmedo.</p>	<p>Hipótesis específicas La productividad de la mano de obra aumenta, fabricando una maquina rectificadora y roscadora portátil. La productividad de la maquinaria aumenta, fabricando una maquina rectificadora y roscadora portátil.</p>	Productividad	Productividad de la maquinaria	Productividad de la mano de obra	02 tornos		01 tornos	02 operarios	01 operario	Observación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

i. Formato de horas maquina

PRODUCTIVIDAD DE MAQUINARIA					
Semana	Producción (número de rectificaciones y roscados)	Número de maquina	Tiempo de funcionamiento en la máquina (horas)	Total horas máquina	$PMQ = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora - Maquina}}$

Fuente: elaboración propia.

ii. Formato de horas hombre

PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA					
Semana	Producción (número de rectificaciones y roscados)	Número de operarios	Tiempo utilizado o (horas)	Total horas hombr e	$PMO = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora - hombre}}$

Fuente: elaboración propia.

iii. Datos antes de la mejora del método (Pre Test).

Formato de horas maquina (pre test)

PRODUCTIVIDAD DE MAQUINARIA					
Semana	Producción (número de rectificaciones y roscados)	Número de maquina	Tiempo de funciona miento en la maquina	Total horas maquina	$PMQ = \frac{N^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora} - \text{Maquina}}$
1	1	1	95.34	1.59	0.63
	1	1	92.98	1.55	0.65
	1	1	92.57	1.54	0.65
2	1	1	91.76	1.53	0.65
	1	1	94.02	1.57	0.64
3	1	1	94.04	1.57	0.64
	1	1	92.35	1.54	0.65
	1	1	93.18	1.55	0.64
	1	1	93.81	1.56	0.64
4	1	1	92.14	1.54	0.65
	1	1	90.85	1.51	0.66
	1	1	94.70	1.58	0.63

Fuente: elaboración propia

iv. Formato de horas Hombre (pre test)

PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA					
Semana	Producción (número de rectificaciones y roscados)	Número de operario s	Tiempo utilizado (min)	Total horas hombre	$PMO = \frac{N^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora - hombre}}$
1	1	1	154.02	2.57	0.39
	1	1	153.73	2.56	0.39
	1	1	158.00	2.63	0.38
2	1	1	147.58	2.46	0.41
	1	1	152.45	2.54	0.39
3	1	1	158.39	2.64	0.38
	1	1	151.34	2.52	0.40
	1	1	156.22	2.60	0.38
	1	1	154.83	2.58	0.39
4	1	1	162.17	2.70	0.37
	1	1	156.01	2.60	0.38
	1	1	157.38	2.62	0.38

Fuente: elaboración propia

v. Después de la implementación de la maquina rectificadora y roscadora portátil (Post test)

A. Formato de horas hombre

PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA					
Semana	Producción (número de rectificaciones y roscados)	Número de operario s	Tiempo utilizado (min)	Total horas hombre	$PMO = \frac{N^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora - hombre}}$
1	1	1	106.87	1.78	0.56
	1	1	106.25	1.77	0.56
	1	1	94.64	1.58	0.63
	1	1	104.02	1.73	0.58
2	1	1	107.97	1.80	0.56
	1	1	99.11	1.65	0.61
	1	1	98.51	1.64	0.61
3	1	1	101.42	1.69	0.59
	1	1	99.97	1.67	0.60
	1	1	97.76	1.63	0.61
4	1	1	98.23	1.64	0.61
	1	1	108.90	1.82	0.55


Fuente: elaboración propia

vi. Formato de horas maquina (post test)

PRODUCTIVIDAD DE MAQUINARIA					
Semana	Producción (número de rectificaciones y roscados)	Número de maquina	Tiempo de funciona miento en la maquina	Total horas maquina	$PMQ = \frac{N^{\circ} \text{ rectificados y roscados}}{\text{hora - Maquina}}$
1	1	1	77.54	1.29	0.77
	1	1	75.95	1.27	0.79
	1	1	66.92	1.12	0.90
2	1	1	75.71	1.26	0.79
	1	1	77.91	1.30	0.77
3	1	1	70.27	1.17	0.85
	1	1	70.68	1.18	0.85
	1	1	72.52	1.21	0.83
	1	1	70.10	1.17	0.86
4	1	1	68.88	1.15	0.87
	1	1	70.88	1.18	0.85
	1	1	77.49	1.29	0.77

Fuente: elaboración propia


vii. DAP de Rectificado y roscado de eje diferencial antes de la implementación

D.A.P de Rectificado y Roscado de eje diferencial método actual					
Objeto: Eje diferencial/Puente trasero	Resumen				
	Actividad				
Actividad: Rectificado y roscado de punta Método: Actual Lugar: Área de mecanizados	Operación	15			
	Transporte	2			
	Espera	0			
	Inspección	1			
Operario : Rafael Flores Ruiz Fecha: 08/03/19	Tiempo (min-hombre)	154:02"			
	Tiempo (min-Maquina)	95:34"			
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo	Observaciones
Recepción del eje diferencial	1	04:06"		○ □ ▭ ▨ ▧ ▩	
Traslado al torno	1	08:29"			
Lubricación de torno	1	04:47"			
Montaje de Luneta	1	08:36"			
Afilado de cuchilla	1	07:20"			
Instalación de cuchilla	1	02:24"			
Montaje de eje diferencial en el torno	1	10:09"			Inicia maquina
Rectificado de eje diferencial	1	33:07"			
Desmontaje de cuchilla	1	01:45"			
Afilado de cuchilla	1	08:49"			
Montaje de cuchilla	1	02:35"			
Roscado de eje diferencial	1	23:17"			
Prueba de la rosca	1	07:16"			
Desmontaje del eje diferencial	1	09:56"			Termina Maquina
Traslado a zona de producto terminado	1	09:22"			
Desmontaje de luneta	1	05:28"			
Desmontaje de cuchilla	1	02:34"			
Limpieza de torno	1	07:22"			
Total		154:02"			

Fuente: elaboración propia

Con respecto al método anterior cuenta con 18 procedimientos con un tiempo de 154:02'' para mano de obra y 95:34'' para la maquinaria.

viii. DAP de Rectificado y roscado de eje diferencial después de la implementación

D.A.P de Rectificado y Roscado de eje diferencial método propuesto									
Objeto: Eje diferencial/Puente trasero	Resumen								
	Actividad								
Actividad: Rectificado y roscado a punta Método: Propuesto Lugar: Área de mecanizados	Operación				8				
	Transporte				0				
	Espera				0				
	Inspección				2				
Operario: Rafael Flores Ruiz Fecha: 02/04/19	Tiempo (min-hombre)				106:87"				
	Tiempo (min-Maquina)				77:54"				
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo					Observaciones
				○	□	D	⇨	▽	
Instalación de maquina portátil	1	15:44"		○					
Instalación de cuchilla	1	02:27"		○					
Centrado de Máquina	1	05:28"		○					Inicia Maquina
Rectificado de eje diferencial	1	26:19"		○					
Desmontaje de cuchilla	1	01:31"		○					
Instalación de cuchilla	1	02:16"		○					
Roscado de eje diferencial	1	41:17"		○					
Desmontaje de cuchilla	1	01:43"		○					Termina Maquina
Desmontaje de maquina	1	05:28"		○					
Prueba de la rosca	1	06:34"		○					
Total		106:87"							

Fuente: elaboración propia

Con respecto al método propuesto se logró reducir a 10 procedimientos con un tiempo de 106:87'' para mano de obra y 77:54'' para la maquinaria lo cual se vio reflejado en el incremento de la productividad.

Anexo 3. Validación de los instrumentos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Fernando Madrid Guevara con DNI N° 02858742
CIP. N° 82266, de profesión Ingeniero Mecatrónico
desempeñándome actualmente como Secretario Académico
en la Universidad Nacional de Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato productividad de la mano de obra.
- Formato productividad de la maquinaria.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato productividad de la mano de obra	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 20 días del mes de noviembre del Dos mil Diecisiete.


FERNANDO MADRID GUEVARA
INGENIERO MECATRONICO
Reg. CIP. N° 82266

Formato productividad de la maquinaria	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

NOMBRE : Fernando Madrid Guevara
 DNI : 02858742
 Especialidad : Ingeniero Mecatrónico
 E-mail : renzo.mecatronica@hotmail.com


 FERNANDO MADRID GUEVARA
 INGENIERO MECATRONICO
 Reg. CIP. N° 82266

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, César Adriano Vilela Calle, con DNI N° 02612171
 CIP.N° 52622, de profesión Ingeniero Industrial,
 desempeñándome actualmente como Docente
 en Universidad César Vallejo de Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato productividad de la mano de obra.
- Formato productividad de la maquinaria.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato productividad de la mano de obra	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 20 días del mes de noviembre del Dos mil Diecisiete.

Formato productividad de la maquinaria	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización					✓
5. Suficiencia					✓
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia					✓
8. Coherencia					✓
9. Metodología					✓

NOMBRE : 
 DNI : **Cesar Vilela Calle**
 0261217 INGENIERO INDUSTRIAL
 Especialidad : **CIP. 52622**
 Ingeniero Industrial.
 E-mail : **cvilela@ucvvirtual.edu.pe**

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, OSCAR JIMENA ALLO con DNI N° 02884211
 CIP.N° 102876 de profesión INDUSTRIAL
 desempeñándome actualmente como J.T.C.
 en UCV-FII

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Formato productividad de la mano de obra.
- Formato productividad de la maquinaria.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato productividad de la mano de obra	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 20 días del mes de noviembre del Dos mil Diecisiete.

Formato productividad de la maquinaria	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

NOMBRE : *Orivera Quera C.*
 DNI : *0288424*
 Especialidad : *Ingeniería*
 E-mail : *orivera@ucv.edu.pe*

Anexo 4. Aplicación de la metodología QFD para la fabricación de una maquina rectificadora y roscadora portátil en la empresa servicios generales olmedo- Piura.


Fase 01: Definir necesidades del cliente

Para obtener las necesidades del cliente se realizó una reunión donde estuvieron presentes el gerente y los operarios de la empresa Servicios Generales Olmedo, teniendo como temas las necesidades del cliente, el desempeño de la competencia y la meta a seguir lo cual se le dio un rango de 1 a 10 como se muestra en la imagen.

Figura N°01: Acta de reunión

ACTA DE REUNION

Servicios Generales Olmedo

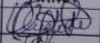





Servicios Generales Olmedo
SGO


Fecha: 06/03/2019

Objetivo de reunión: Definir las necesidades, valores de importancia, desempeño de la competencia y la meta .

Item	Necesidades del cliente	Importancia para el cliente	Desempeño de la competencia	Meta
1	Que sea Fácil de transportar .	6	7	7
2	Que sea de rápida instalación .	7	6	8
3	Que sea de Fácil operación .	8	7	8
4	Que funcione con energía eléctrica .	10	1	10
5	Que requiera poco mantenimiento .	6	5	6
6	Que haga igual tipo de rosca .	9	9	10
7	Que sea Fácil de desarmar .	7	5	8
8	Que sea resistente al trabajo .	8	8	9
9	Que realice rápido el trabajo .	7	8	7
10	Que sea de bajo ruido .	10	1	10

Se considera de 1 - 10 tomando el numero menor como poco importante y el numero mayor como muy importante .

ITEM	NOMBRE	CARGO	DNI	FIRMA
01	Edyvt Monty Olmedo Rivera	Gerente	41600597	
02	Diego Cruzada Sosa	Operario	02406443	
03	Luis Hernández Caceres	Operario	9664451	
04	Benjamín Camacho Vera	Operario	07590385	
05	Alfonso Banya Duran Antonio	Operario	76847116	


Ing. Edyvt Monty Olmedo Rivera
GERENTE GENERAL

Fuente: Servicios generales olmedo

Parámetros funcionales. Un adecuado diseño debe satisfacer los requerimientos funcionales, es decir, la máquina rectificadora y roscadora debe cumplir la función para la cual es diseñada tomando en cuenta algunas restricciones y limitaciones.

Entre los principales requerimientos funcionales se tiene:

- La máquina debe realizar la rectificación del eje diferencial y el roscado del mismo.
- La máquina debe trabajar sin energía eléctrica, para que pueda ser utilizado en cualquier lugar.
- La máquina debe ser ligera para que el operario que la utilice pueda realizar el trabajo sin realizar esfuerzo en la carga.
- La máquina debe realizar el roscado con un tipo de rosca métrica.
- La máquina rectificadora y roscadora debe ser de fácil operación, montaje y desmontaje, para que el mantenimiento de las partes pueda realizarse con comodidad y rapidez.

Restricciones y limitaciones: Se debe tener en cuenta que el diseño debe cumplir las mejores expectativas y condiciones de funcionamiento y operación, adaptándose así a toda condición ambiental y física, por lo que se consideran varias restricciones y limitaciones que se tomará en cuenta debido a la necesidad de los requerimientos de la empresa.

- La máquina debe tener capacidad para portar una cuchilla desmontable.
- El diseño de cada parte que conforma la máquina deberá ser diseñada y construida con materiales o materia prima existente en nuestro país.
- Las dimensiones de la máquina no deben excederse ya que en el espacio físico donde estará operando es reducido.
- Determinación de las especificaciones de la máquina.
- La máquina debe cumplir con todas las especificaciones y requerimientos, para así satisfacer las necesidades del cliente.

Voz del cliente: De acuerdo a los requerimientos del usuario la máquina debe presentar las siguientes características.

- Fácil transporte.

- Rápida instalación.
- Fácil operación.
- Funcionamiento sin energía eléctrica.
- Poco mantenimiento.
- Igual tipo de rosca.
- Fácil de desmontar.
- Resistente al trabajo.
- Rapidez de operación.
- Doble propósito.
- Voz del ingeniero. Una vez adquirido y analizado los requerimientos del cliente, se los menciona técnicamente dando sus características.
- Ligereza.
- Facilidad de acoplamiento.
- Ergonomía.
- Funcionamiento mecánico.
- Confiabilidad.
- Rosca métrica.
- Periodo de mantenimiento.
- Materiales resistentes.
- Tiempo óptimo.
- Rectificado y roscado.

Para el presente estudio se considera:

Importancia relativa: Cada necesidad del cliente es jerarquizada de 1 a 10.

Desempeño Actual: Cómo se cubren actualmente las necesidades del cliente, jerarquizada de 1 a 10.

La Meta: debe establecerse en consenso, balanceando los intereses de todas las áreas por medio del equipo multidisciplinario

Relación De Mejoramiento:

$$\text{Relación de mejoramiento} = \frac{\text{Meta}}{\text{Desempeño Actual}}$$

Dificultad Para Lograr La Meta:

1.0 = Poca dificultad

1.2 = Dificultad moderada

1.5 = Dificultad alta

Punto De Venta: Al alcanzar la meta en esta necesidad del cliente. ¿Se pueden incrementar las ventas?

1.0 = No hay ventaja

1.2 = Ventaja media

1.5 = Ventaja fuerte

Peso Ponderado:

$$\text{Peso ponderado} = \frac{\text{Importancia para el cliente} * \text{relación de mejora} * \text{punto de venta}}{\text{Dificultad para lograr la mejora}}$$

Peso Normalizado:

$$\text{Peso normalizado} = \frac{\text{Peso ponderado}}{\text{Suma de pesos ponderados individuales}}$$

Dirección de mejora de las características técnicas

↑ = más es mejor

↓ = menos es mejor

X = centrado es mejor

Relaciones

9 = relación fuerte


3 = relación moderada


1 = relación débil


Núm. de prioridad = S (Valores de Relación * Peso ponderado)


% relativos de Números de prioridad = % de la prioridad / total


Correlaciones técnicas:

Relación positiva fuerte. 

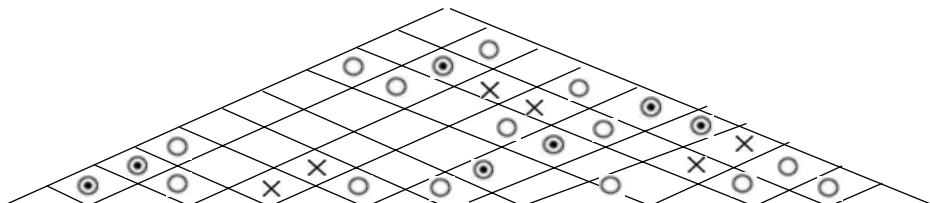
Relación positiva moderada. 

Sin relación. 

Relación negativa moderada. 

Relación negativa fuerte. 

A continuación, en la figura N°02 se muestra el desarrollo de la matriz de planeación del método QFD en cada una de sus fases:



NECESIDADES DEL CLIENTE	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL PRODUCTO										IMPORTANCIA DEL CLIENTE	DESEMPEÑO ACTUAL	DESEMPEÑO DE LA COMPETENCIA	META	RELACIÓN DE MEJORAMIENTO	DIFICULTAD PARA LOGRAR META	PUNTO DE VENTA	PESO PONDERADO	PESO NORMALIZADO
	Ligereza	Facilidad de acoplamiento	Ergonomía	Funcionamiento mecánico	Periodo de mantenimiento	Rosca métrica	Desmontaje	Materiales resistentes	Tiempo óptimo	Rectificado y roscado									
	↓	↑	↑	↑	↑	X	↓	↑	↓	↑									
Fácil transporte	9	-	1	-	-	-	-	1	-	-	6	1	7	7	7	1.0	1.0	42	5.598
Rápida instalación	3	9	1	1	1	-	-	-	3	3	7	1	6	8	8	1.0	1.0	56	7.464
Fácil operación	1	3	9	3	1	-	-	-	3	1	8	1	7	8	8	1.0	1.2	76.80	10.24
Funcionamiento sin energía eléctrica	-	1	1	9	-	-	1	3	1	-	10	1	1	10	10	1.2	1.5	125	16.66
Poco mantenimiento	-	-	-	1	9	1	3	3	3	-	6	1	5	6	6	1.2	1.2	36	4.80
Igual tipo de rosca	-	1	-	-	-	9	1	1	-	3	9	1	9	10	10	1.2	1.5	112.5	14.99
Facil de desarmar	3	1	1	3	-	1	9	1	1	1	7	1	5	8	8	1.2	1.2	56	7.464
Resistente al trabajo	3	1	3	3	3	1	3	9	-	3	8	1	8	9	9	1.2	1.2	72	9.596
Rapidez de operación	1	3	1	3	3	-	1	-	9	3	7	1	8	7	7	1.5	1.5	49	6.53
Doble proposito	-	1	-	1	1	1	3	-	3	9	10	1	1	10	10	1.2	1.5	125	16.66
																		750.3	100

	Ligereza	Facilidad de acoplamiento	Ergonomía	Funcionamiento mecánico	Periodo de mantenimiento	Rosca métrica	Desmontaje	Materiales resistentes	Tiempo óptimo	Rectificado y roscado
Números de prioridad	1055.8	1371.9	1235.2	2103.4	944.8	1301.5	1489.5	1341.5	1503.4	2126.3
% Relativos de números de prioridad	7.29	9.48	8.53	14.53	6.53	8.99	10.29	9.27	10.39	14.69
Unidades	< 25 kg	< 15 min	Componentes de control	Manual	1/sem	Métrica	componentes minimos	Hierro al carbono	< 1 hr	Doble uso
DIRECCIÓN DE MEJORA	↓	↑	↑	↑	↑	X	↓	↑	↓	↑
PROPIA EMPRESA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
EDIPESA (ROSCADORA REXON PARA TUBO P80)	40 kg	20 min	Componentes de control	Eléctrica	Por uso	BSP, NPT	variedad de cabezales	Hierro al carbono	20 min	Roscado
META / OBJETIVO	15 kg	10 min	Componentes de control. Dimensiones	Manual	1/sem	Métrica	4 componentes estructurales	Hierro al carbono	40 min	Rectificado y roscado

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones de la matriz QFD. Realizado el desarrollo en la matriz QFD se obtienen los requerimientos más relevantes que satisfacen en mayor medida la demanda del auspiciante los cuales son:

- Funcionamiento mecánico (Nivel de automatización). La máquina en su totalidad para su funcionamiento debe ser mecánica, no debe tener conexión a la energía eléctrica, por lo cual debe ser manual, para facilitar su uso en cualquier lugar.
- Rectificado y roscado. La máquina debe tener un doble uso, en primer lugar, realizar la rectificación del eje diferencial, para luego hacer la nueva rosca del mismo. Diferenciándose de las máquinas convencionales que sólo realizan el roscado.
- Tiempo óptimo. La operación de la máquina debe tener un tiempo menor de una hora, un tiempo aproximado de 40 minutos para realizar ambas operaciones, el rectificado y el roscado. Mientras que las máquinas convencionales realizan el roscado en un tiempo de 20 min.
- Desmontaje. La máquina debe tener el mínimo número de piezas, al menos 04 componentes estructurales.

De acuerdo al análisis, el requerimiento técnico más importante es el rectificado y roscado. Esto determina el objetivo de su principal funcionalidad seguido de que debe tener un funcionamiento netamente mecánico.

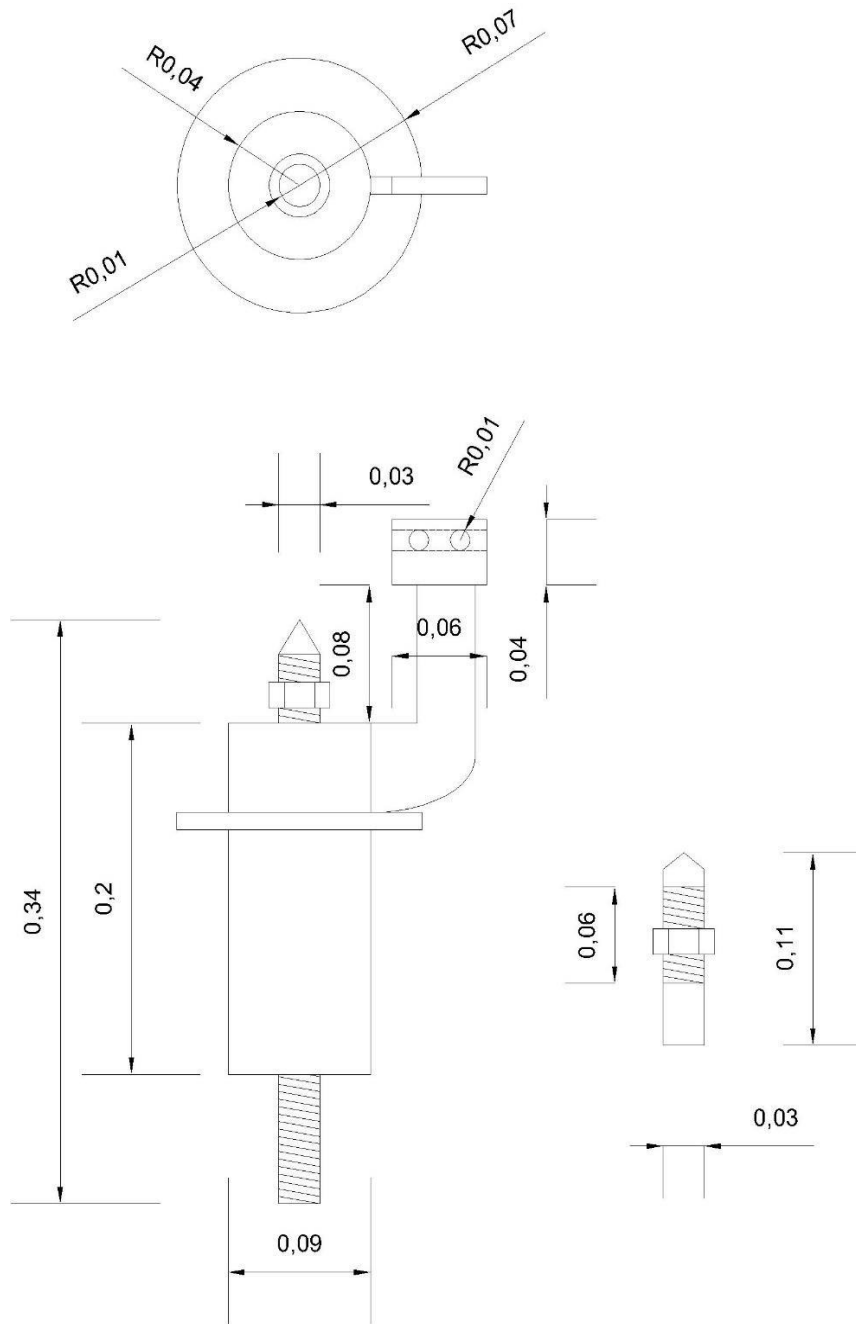
El desarrollo de la matriz QFD permite obtener las especificaciones técnicas de la máquina. En la tabla N°10 se indica las especificaciones.

Tabla N° 10 Especificaciones técnicas de la máquina

Empresa Cliente: Servicios Generales Olmedo		Producto: Máquina rectificadora y roscadora portátil para ejes diferenciales	
Especificaciones			
Concepto	Propone	R/D	Descripción
Función	C	R	Rectificado mediante operación de cilindrado y roscado métrico con paso de 2,0mm
Materiales	D	R	Hierro al carbono
Montaje	D	R	Montaje mediante eje cónico centrador
Vida útil y mantenimiento	C	D	La máquina debe tener una confiabilidad del 90 %
	D	R	1 mantenimiento semanal
Funcionamiento	C	R	Mecánico
Dimensiones	D	R	Largo 38 cm, ancho 14 cm, varilla de empuje 34 cm x 2.5 cm
Tipo de cuchilla	D	R	Cuchilla de acero rápido al cobalto
Seguridad y ergonomía	D	R	Ruido menor a 60 dB / sin motor. Ubicación de varillas de empuje a 120°. Peso < 25 kg
Propone: C = cliente, D = diseño R/D: R = requerimiento, D = deseo			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Plano para fabricación de piezas de máquina



Fuente: Elaboración propia

Luego de obtener los datos del QFD se procede a la fabricación de sus componentes y ensamblado de la maquina rectificadora y roscadora portátil

Figura N°03 Mecanizado de estructura central cilíndrica



Fuente: Elaboración propia

Figura N°04 Mecanizado de eje central



Fuente: Elaboración propia

Figura N°05 Mecanizado de rosca métrica del eje central



Fuente: Elaboración propia

Figura N°06 Mecanizado de tapas laterales



Fuente: Elaboración propia

Figura N°07 Montaje de tapas laterales con la estructura cilíndrica



Fuente: Elaboración propia

Figura N°08 Montaje de barrillas de empuje y brazo porta cuchilla.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 09 Prueba de maquina en proceso de rectificado y roscado



Fuente: Elaboración propia

Figura N°10 Centrado de maquina en el eje diferencial



Fuente: Elaboración propia

Figura N°11 Mecanizado de rosca



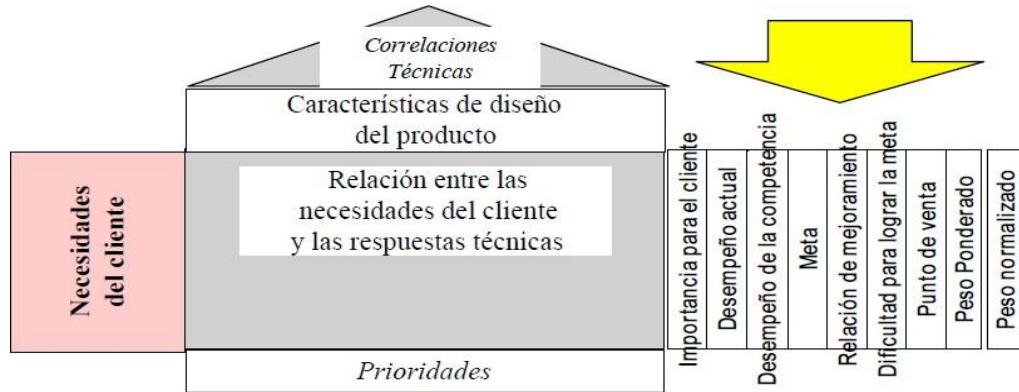
Fuente: Elaboración propia

Figura N°12 Prueba de rosca



Fuente: Elaboración propia

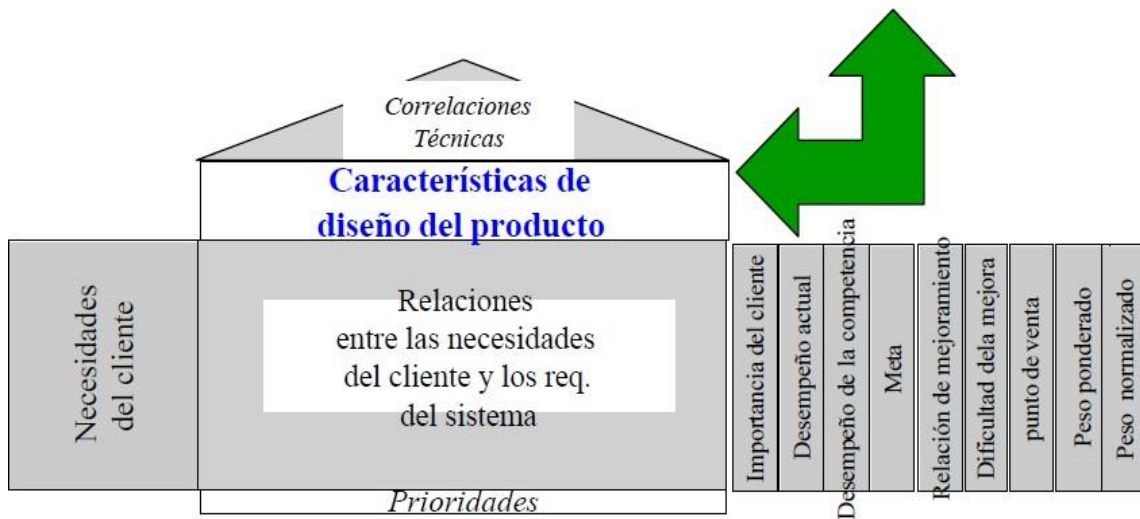
Figura N°13 Casa de la calidad



Fuente: Yakuzzi, (2004).

La imagen presentada señala los factores que se evalúan con respecto a las preguntas ¿Qué? De la fase 1 de la metodología QFD.

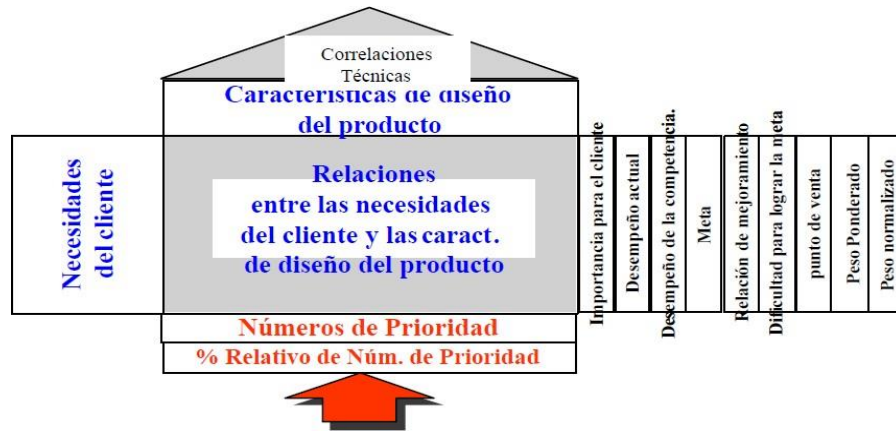
Figura N°14: “Características de diseño del producto”



Fuente: Yakuzzi, (2004).

En La figura N°14 se localiza y determina las particularidades del diseño del producto con el que se cubrirán los requisitos

Figura N°15: “Relación entre necesidades del cliente y características de diseño del producto”



Fuente: Yakuzzi, (2004).

En la figura N°15 se localizan en la parte central de la matriz de planeación y determinan las relaciones entre las necesidades del cliente y las características de diseño del producto.

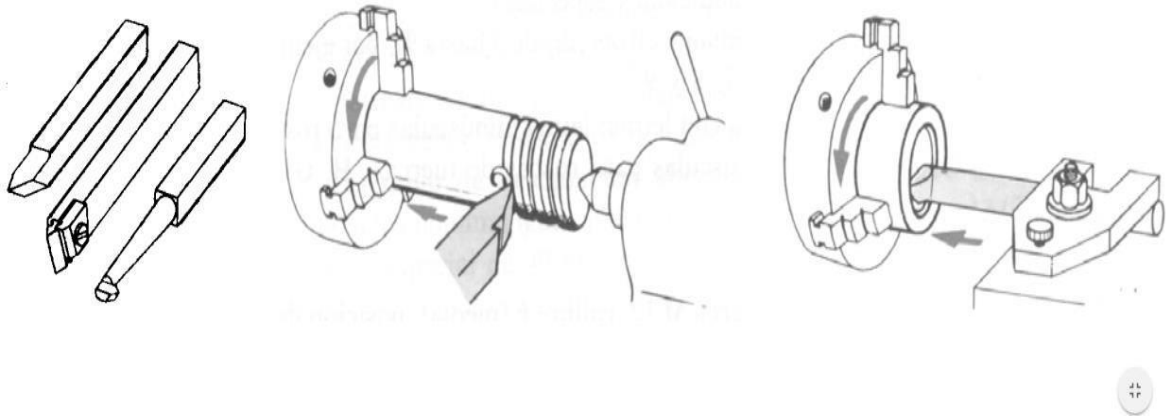
Figura N°16: “Roscado exterior e interior”



Fuente: Valverde (2013).

En la figura N°16 se muestra los dos tipos de roscas que se realizan que son externas e internas.

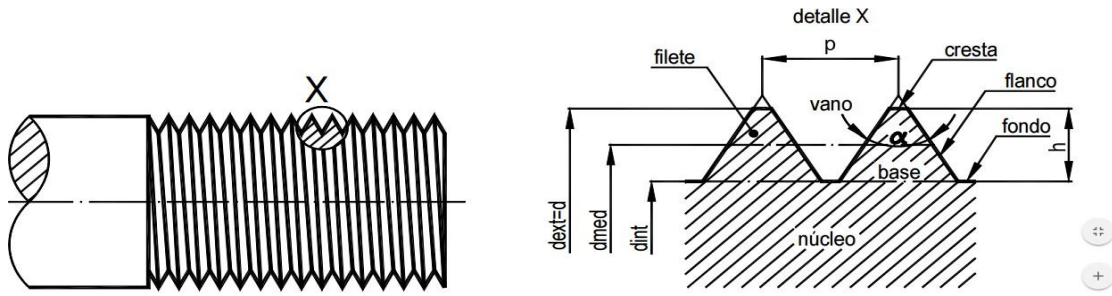
Figura N°17: “Roscado torno paralelo”



Fuente: Valverde (2013).

En la figura N° 17, se muestra gráficamente el roscado mediante torno paralelo y el tipo de cuchilla utilizadas.

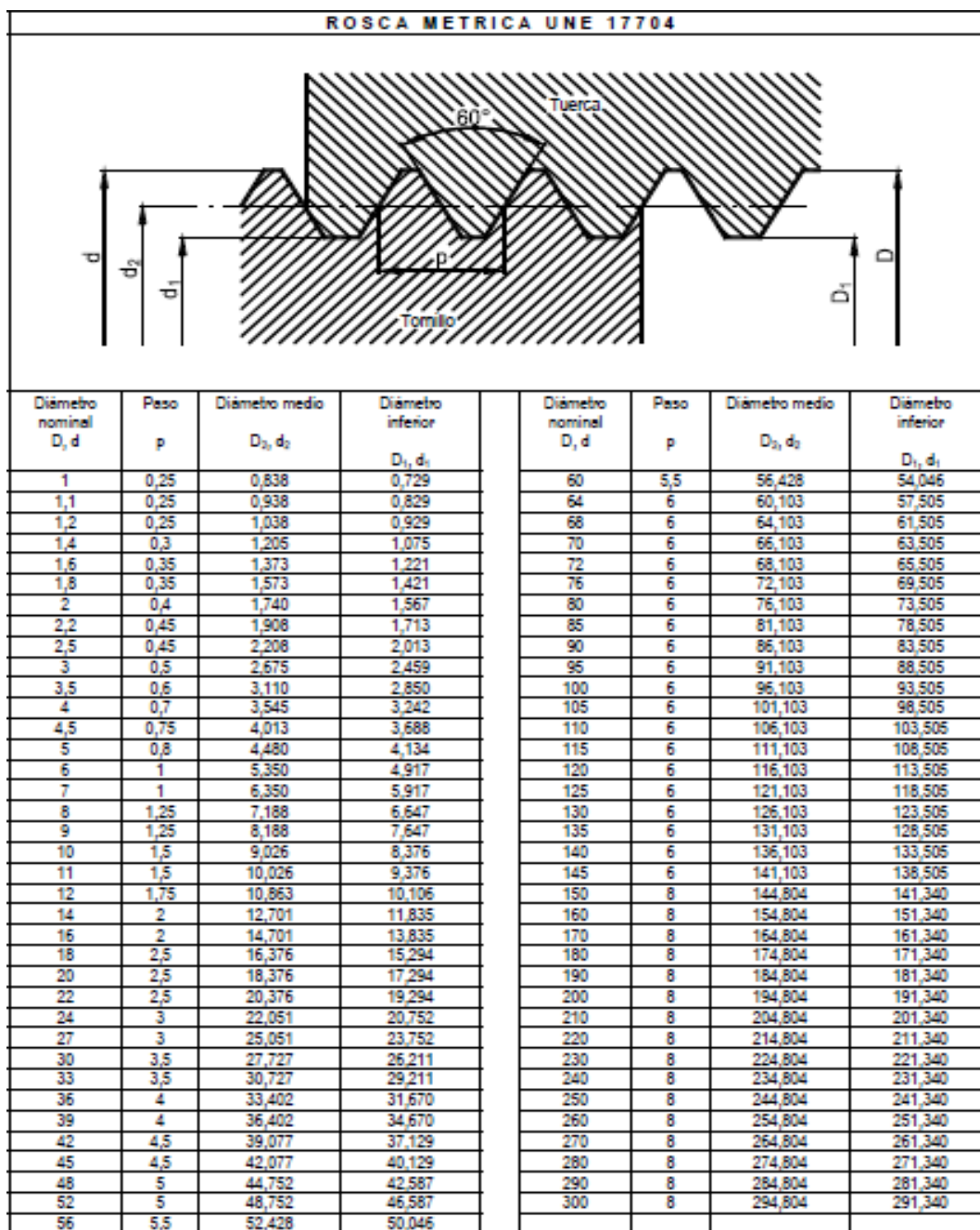
Figura N°18: “Elementos y dimensiones de la rosca”



Fuente Valverde (2013).

En la figura N°18 se identifican cada uno de los elementos y dimensiones de la rosca.

Figura N°19: “Tabla rosca métrica”



Fuente: Valverde (2013)

En la figura N°19 se muestra la tabla de rosca métrica donde se identifican los diferentes tipos de paso. Para la presente investigación se trabajó con el paso $P= 2.0$.

Figura N°20: “Eje diferencial”



Fuente: Fotografía taller Servicios Generales Olmedo

En la figura N° 20 se muestra un eje diferencial montado en el torno.