



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE LA APLICACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL AREA DE PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA DE METAL MECANICA AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Rudy Ademir Maldonado Meza

Asesor:

Ing. Erick Humberto Rabanal Chávez

Lima - Perú

2022

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

DEDICATORIA

Dedicado a mi padre Porfirio Maldonado que se encuentra en el cielo, por sus enseñanzas de esfuerzo y perseverancia, por ser un padre ejemplo con principios y valores, “el granito de arena” que él decía me sirvió de mucho.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en
el área de producción para incrementar la
Productividad en la empresa de metal mecánica
Axis ingeniería y proyectos sac”

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminarme y guiarme en mi trayecto de vida
A mi madre Maria Meza por su apoyo incondicional
A mi esposa Sarely Huaranga por su respaldo y apoyo
A mis hijos por ser la razón de seguir adelante en mis
proyectos

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Descripción de la empresa	12
1.2 Realidad problemática.....	19
1.3 Justificación.....	22
1.4 Formulación de objetivos	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	24
2.2 Contexto actual del sector	30
2.3 Estudio de tiempos	31
2.3.1 Definición.....	31
2.3.2 Importancia	32
2.3.3 Equipos para el estudio de tiempos	32
2.3.4 Elementos del estudio de tiempos	33
2.3.5 Ciclos de trabajo.....	34

2.3.6	Diagrama de análisis de proceso (DAP)	34
2.3.7	Diagrama de recorrido.....	37
2.4	La productividad	38
2.4.1	Definición.....	38
2.4.2	Tipos de productividad.....	39
2.4.3	Diagrama Ishikawa.....	41
2.4.4	Estudio de métodos	42
2.5	Definiciones de términos.....	43
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA		48
3.1	Contexto general	48
3.2	Actividades aplicando la ingeniería de métodos enfocado al estudio de tiempos ...	51
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		64
4.1	Diagnostico de la situación actual de la empresa axis ingeniería y proyectos sac...	64
4.1.1	Análisis del proceso de fabricación de pilote de acero.....	64
4.1.2	Análisis de diagrama Ishikawa	65
4.1.3	Análisis de diagrama DAP	66
4.1.4	Análisis de estudio de tiempos	68
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		72
CONCLUSIONES.....		72
RECOMENDACIONES		73

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

REFERENCIAS	74
ANEXOS	76
ANEXO N.º 1 Formato de orden de trabajo	76
ANEXO N.º 2 Ensayos no destructivos END-UT aplicados en la inspección	77
ANEXO N.º 3 Cronómetro utilizado en el estudio de tiempos.....	78
ANEXO N.º 4 Inserción de polines rotativos para mejorar posturas en el área de soldadura	79
ANEXO N.º 5 Registro de estudio de tiempos inicial o actual.....	80
ANEXO N.º 6 Registro de estudio de tiempos posterior o mejorado.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clientes Axis Ingenieria y Proyectos Sac.....	19
Tabla 2 Resumen retrasos por órdenes de trabajo	21
Tabla 3: Resumen del consenso del problema.....	66
Tabla 4: Comparativa en horas	66
Tabla 5 Resumen de actividades	67
Tabla 6 Comparativo recorrido (m).....	69
Tabla 7 Comparativo tiempo estándar.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Logotipo de la empresa.....	12
Figura 2. Spool acero al carbono.....	13
Figura 3. Spool acero inoxidable.....	13
Figura 4. Insertos Metálicos	14
Figura 5. Estructura metálica.....	14
Figura 6. Silo metálico.	15
Figura 7. Tanque NaHS.....	16
Figura 8. Pilotes de acero	17
Figura 9. Organigrama.....	17
Figura 10 Evolución de la producción metalmecánica.....	31
Figura 11 Equipos de medición.....	32
Figura 12 Plantilla para el estudio de tiempos.....	34
Figura 13 Formato de análisis del proceso	36
Figura 14 Modelo de diagrama de recorrido	37
Figura 15 Plantilla de Diagrama de Ishikawa.....	42
Figura 16 Holguras en el estudio de tiempos	44
Figura 17 Condición actual de la empresa	49
Figura 18 Diagrama Ishikawa del área de producción AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC	50
Figura 19: Reunión con el personal involucrado en los procesos	51
Figura 20: Diagrama de recorrido actual AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC ...	53
Figura 21: Diagrama de análisis de para la fabricación de pilotes	55

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en
el área de producción para incrementar la
Productividad en la empresa de metal mecánica
Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 22: Estudio de tiempos tomados para la fabricación de pilotes	57
Figura 23: Mapa de recorrido propuesto	59
Figura 24: Diagrama de análisis del proceso DAP propuesto	61
Figura 25: DAP propuesto.....	63
Figura 26 DAP propuesto vs DAP Actual.....	67
Figura 27 Reducción de actividades	68
Figura 28 Reducción de recorrido	69
Figura 29 Comparativo tiempo estándar	71

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se analizó a la empresa Axis ingeniería y proyectos sac y las actividades que se realizaron para direccionarla a un estándar de mejora en sus procesos productivos en el proyecto “fabricación de pilotes Ø1016mm” que corresponden al sector metal mecánico.

Con base al contexto descrito el autor aplico la ingeniería de métodos enfocado en el estudio de tiempos y las herramientas complementarias: Diagrama Ishikawa, para poder diagnosticar el problema de la baja productividad en el área de producción, Cabe precisar que después del análisis de causa –efecto se hizo un estudio de métodos.

Con el diagrama de recorrido y diagrama de actividades DAP se logró apreciar la situación actual de los procesos productivos, luego la toma y estudio de tiempos permitió visualizar los tiempos de demora y cuellos de botella siendo el mayor causal el transporte del producto, con la aplicación de las mismas herramientas con propuestas de mejora del presente estudio permitieron concluir al autor que la nueva ubicación de actividades para la fabricación se pudo optimizar el recorrido alcanzando reducir un 47.7%, con ello la producción aumenta satisfactoriamente, así mismo se mejoró el tiempo estándar del ciclo de trabajo en un 33.38% La empresa logra estandarizar sus procesos incrementando la productividad en la fabricación de pilotes de acero.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La industria metal mecánica tiene un rol muy fundamental en la estructura productiva de la economía, al ser proveedoras de bienes capital como equipos maquinarias, suministro a diferentes rubros como la minería, transporte, electricidad, entre otros, es por ello la importancia considerar ciertos cambios que permiten elevar la productividad en las empresas.

En los últimos años la empresa Axis Ingeniería y Proyectos SAC ha detectado los constantes reclamos de los clientes por los retrasos en la entrega de las ordenes de pedido demostrando la baja productividad en el área de producción.

De mitigar la problemática y mejorar la entrega de los productos a tiempo, se plantea a la empresa aplicar la ingeniería de métodos enfocado a los estudios de tiempos, el cual nos permitirá mejorar la productividad.

Además, de aplicar la ingeniería de métodos, va reducir el tiempo en los procesos de fabricación, costos, tiempos muertos, lo descrito se traduce en mejores utilidades Para la empresa y trabajadores.

Cabe resaltar que dentro de las ventajas del estudio de tiempo es que su análisis y evaluación es de bajo costo, nos ayuda a comparar la eficiencia entre 2 métodos, balancear eficientemente las cargas de trabajo, planear y programar la producción, fijar estándares de producción ya sea manual mecánica o automatizada, nos permite un control de costos principalmente la mano de obra.

1.1 Descripción de la empresa

Axis Ingeniería y Proyectos SAC, se encuentra ubicada en la Av. Oscar R. Benavides No1408 Entre Oscar Benavides Y Naciones Unidas 15001 Perú– Lima, es una empresa dedicada a la comercialización, diseño y fabricación de Spools y estructuras metálicas en general.

Figura 1.

Logotipo de la empresa.



AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS S.A.C.

Nota: tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A

1.1.1 Misión

Lograr la excelencia empresarial a través de una cultura de crecimiento sostenido, potenciando el desarrollo el desarrollo profesional de sus clientes y trabajadores en base a la generación de valores corporativos

1.1.2 Visión

Axis Ingeniería y proyectos SAC es una empresa metal mecánica competitiva comprometida con la satisfacción de sus clientes brindando el mejor servicio, bajo un régimen de excelencia, calidad y mejora continua.

1.1.3 Productos

La empresa en estudio, tiene variedad productos como estructuras metálicas, insertos metálicos, tanques de almacenamiento, puentes y como producto principal debido a la gran

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

demanda en el mercado son los accesorios metálicos spools (carretes bridados) que son empleados en el sector minero.

Figura 2.

Spool acero al carbono.



Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2019)

Figura 3.

Spool acero inoxidable.



Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2019)

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 4.

Insertos Metálicos



Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2019)

Figura 5.

Estructura metálica.



Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2019)

Figura 6.

Silo metálico.



Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2020)

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 7.

Tanque NaHS.



Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2021)

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 8.

Pilotes de acero

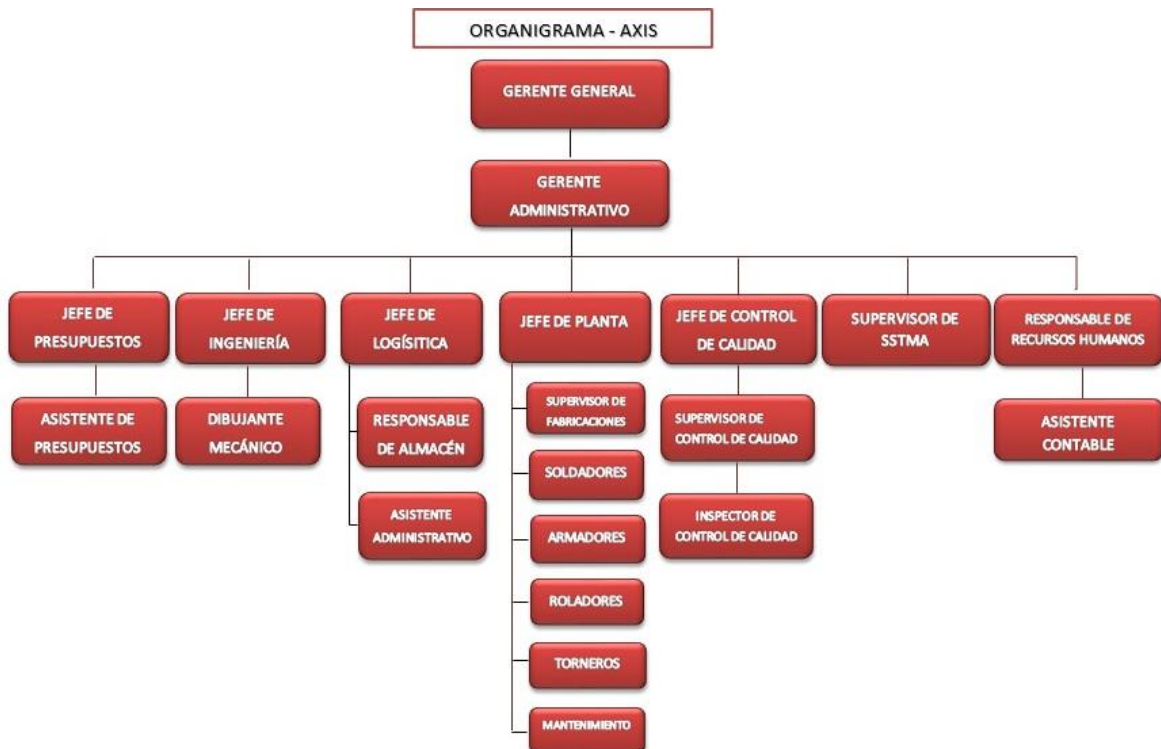


Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2022)

1.1.4 Organigrama

Figura 9.

Organigrama



Nota: Tomado de Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2021)

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

1.1.5 Valores

1.1.1.1. Ambición

Siempre renovado de hacer más y mejor, encarando el presente y el futuro con osadía y confianza y asumiendo, de forma determinada y comprometida, nuevos retos que contribuyan al crecimiento de la empresa.

1.1.1.2. Integridad

Opción por un camino que refuerce los principios de honestidad, verdad, lealtad, rectitud y justicia, en la conducta diaria de todos

1.1.1.3. Cohesión

Garantía de que las metas fijadas, que se pretenden ambiciosas, se alcancen mediante el aporte de todas las unidades de negocio y que la vitalidad de la empresa resulte de la congregación de la sabiduría y fuerza necesarias para superar nuevos retos.

1.1.1.4. Espíritu de equipo

Consolidación del sentido de pertenencia, respeto por las diferencias, lealtad y reciprocidad en un marco global y culturalmente diverso, manteniendo el orgullo en el pasado y reforzando la confianza en el futuro.

1.1.6 Clientes

Nuestros principales clientes se encuentran en el sector industrial:

Tabla 1

Clientes Axis Ingenieria y Proyectos Sac

Ítem	Clientes	Ubicación
1	Valvulas internacionales S.A	Lima
2	Mota engil Perú	Lima
3	Cosapi S.A	Lima
4	China 19th Metallurgical	Lima
5	Gocom Perú S.A.C	Lima
6	Metso Outotec Peru S.A	Lima
7	Cementos Pacasmayo S.A	Lima
8	Consortio Sacyr - Ajani	Lima
9	ICSK S.A	Lima
10	RBP SAC	Lima

Nota: Elaboración propia

1.2 Realidad problemática

En estos últimos años durante el periodo 2017 y 2018, la producción de la industria la que considera al sector metal mecánico, creció en un 3.7% para ambos años a nivel mundial, según el Fondo Monetario Internacional (2018) menciona lo siguiente: “Los riesgos para las perspectivas mundiales de crecimiento parecen estar ampliamente equilibrados a corto plazo, pero continúan inclinándose a la baja a mediano plazo” (p.1)

Sin embargo, según previsiones del FMI para el 2019 y 2020 se mantendrá un crecimiento debilitado siendo un 3.5%,3.6% respectivamente, debido a las tensiones comerciales y al endurecimiento de las condiciones financieras de la economía mundial, de igual forma el FMI menciona lo siguiente: “Los precios de los metales y las materias primas han disminuido levemente desde agosto en parte debido a la moderación de la demanda china.” (FMI, 2019, p. 2).

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), nos indica que en Perú la industria metal mecánica creció un 10,2%, entre enero y octubre del 2018, con respecto al año anterior del mismo periodo (SNI, 2019)

La industria de metal mecánica planteo pactar alianzas con las empresas del sector minero con la finalidad de ejecutar proyectos a partir del presente año 2019.

Las alianzas serán a nivel nacional en Perú entre el sector minero y las industrias metal mecánica para ello la empresa Buenaventura es la primera que asumirá el reto para confortar el vínculo con la industria nacional. (SNI, 2018)

De acuerdo lo que menciona SNI “La industria metal mecánica constituye un rol muy importante en la industria de la economía, al ser proveedora de bienes de capital como maquinarias, equipo e instalaciones, y proporcionar artículos y suministros para diversos sectores industriales y otros sectores como la minería, construcción, transporte, pesca, electricidad, lo cual convierte a esta industria en una actividad generadora de importantes eslabonamientos productivos y de empleo”. (SNI, 2018, pág. 1).

La empresa Industrial Metalmecánica en estudio, AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC se dedica a la fabricación y/o transformación que como principal materia prima tiene los metales, de sus diversos productos que se fabrican en la planta industrial como puentes metálicos, spools, tanques de almacenamiento, techos metálicos, etc. Sin embargo, el presente estudio se enfocará en el producto denominado Spool porque se identificó que su principal problema son los constantes retrasos en las fechas de entregas de las órdenes de pedido que duran entre 5 a 15 días en proyectos pequeños como se muestra en la tabla 2.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Tabla 2

Resumen retrasos por órdenes de trabajo

OT	Clientes	Fecha entrega		Días retrasados
		propuesta	Fecha entrega real	
2977	Gocom Peru SAC	22/06/2021	16/08/2021	55
3318	Consortio Sacyr -Ajani	12/11/2021	26/11/2021	14
3372	RBP SAC	28/12/2021	5/01/2022	8
3355	Mota engil Peru	31/12/2021	22/02/2022	53
3358	Valvulas internacionales SA	11/12/2021	17/12/2021	6
3359	Metso Outotec Peru S.A.	16/12/2021	21/12/2021	5
3366	Cosapi S.A	10/01/2022	8/03/2022	57
3383	Abengoa Peru S.A	14/01/2022	1/02/2022	18

Nota: Área Comercial

Por lo que el problema se encuentra en los retrasos de entrega de los spools, que en promedio arrojan el promedio 27 días retrasados como se mostró en el cuadro anterior, reflejando una baja productividad en la fabricación de spools, es por ello formularemos la pregunta.

1.2.1 Formulación del problema

¿De qué manera la aplicación de estudio de tiempos permitirá incrementar la productividad en la empresa de metal mecánica Axis Ingeniería y Proyectos SAC?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es la gestión actual de la planta de producción de la empresa Axis Ingeniería y Proyectos SAC?

¿De qué manera la aplicación del Estudio de tiempos incrementará la eficiencia de la empresa de metal mecánica Axis Ingeniería y Proyectos SAC?

¿De qué manera la aplicación del Estudio de tiempos incrementará las utilidades de la empresa de metal mecánica Axis Ingeniería y Proyectos SAC?

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación metodológica

En la presente tesis se ha desarrollado las diferentes etapas de la investigación científica, desde la búsqueda de información, prueba y resultados de una experiencia. Es así que según los autores Hernández; Fernández y Baptista (2014) indica que la justificación establece el porqué de la justificación, necesidad e importancia (p.40).

1.3.2 Justificación practica

En la presente investigación se utilizará los conocimientos los conocimientos y herramientas aprendidas durante la carrera universitaria en este caso la ingeniería industrial; aplicando el estudio de tiempo en el puesto de trabajo; de tal manera que ocasione un incremento en la productividad en la empresa.

1.3.3 Justificación teórica

En el presente trabajo de investigación, se utilizará los diferentes conceptos aprendidos en IV y V ciclo de la universidad como son tiempos estándar, tiempo normal, tiempo ocioso, etc., con la finalidad de aumentar la productividad en la empresa.

1.4 Formulación de objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la medida en que la aplicación de estudios de tiempos para incrementar la productividad de la empresa de metal mecánica Axis Ingeniería y Proyectos SAC.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

1.4.2 Objetivo específico

Diagnosticar la situación actual en la planta de producción de la empresa Axis Ingeniería y Proyectos SAC

Incrementar la eficiencia mediante el estudio de tiempos en la empresa Axis ingeniería y proyectos sac.

Incrementar las utilidades mediante el estudio de tiempos en la empresa Axis ingeniería y proyectos sac

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de trabajo de Investigación

2.1.1 Internacionales

Como primer antecedente Internacional tenemos el documento de investigación de Grimaldo, Silva, y Molina (2014) quienes exponen los resultados parciales de una investigación realizada en una empresa textil ubicada en la ciudad de Tunja (Boyacá - Colombia), la cual posee un sistema de producción tipo taller y presenta un desorden físico de sus elementos de trabajo, lo que hace que el sistema de producción sea ineficiente. Debido a lo anterior, a partir de la aplicación de la metodología de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), se realizó un estudio de métodos y tiempos de trabajo para el proceso de fabricación del producto de mayor demanda, con el objetivo de diagnosticar la situación actual de dicho proceso e identificar posibles cuellos de botella. Como resultado principal se obtuvo un tiempo estándar para la elaboración de una unidad del producto seleccionado de 1,24 horas. De igual forma, el estudio identificó los cuellos botella del proceso en la estación de preparación de hombros y mangas, donde el tiempo estándar de la operación fue de 21,29 minutos

Por otro lado, como segundo antecedente se toma en cuenta el estudio de Rodríguez, Chaves, y Martínez (2014), quienes analizan la situación de la empresa Dugotex S. A., en el área de tintorería, la cual cuenta con un porcentaje de tiempos improductivos del 40 %, ocasionados por falta de procedimientos estandarizados para las operaciones previas al montaje de cada orden de producción, lo que representa incumplimientos en las programaciones, retrasos en las entregas de las órdenes de pedido y baja productividad en la

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

planta. Objetivo. Plantear una propuesta para la empresa Dugotex S. A, que permita reducir los tiempos improductivos en la planta de tintorería de elásticos. Materiales y métodos. Se realizó un trabajo de campo durante 6 meses para recolectar e identificar las principales causas generadoras de los tiempos improductivos, y proponer planes de acción que contribuyan a su reducción. Resultados. Se generaron procedimientos estandarizados para la regulación de las operaciones de mayor impacto, tales como paso de muestras, alistamiento y limpieza de máquina, necesarias para el proceso, lo que proyectó una reducción de los tiempos improductivos en 27 % y un ahorro mensual de \$43.000.000. Conclusión. Se evidencia la importancia de contar con procesos y procedimientos estandarizados en la planta de tintorería, dado que, adicionalmente a los ahorros proyectados, se espera una mejora en la calidad debido a la disminución de los productos a reprocesar.

El tercer antecedente internacional que lleva por título:” Estudio de métodos y tiempos en la línea de producción de medias deportivas de la empresa Baytex Inc CIA.LTDA para el mejoramiento de la productividad”. Realizado por (Novoa, 2016) investigación realizada en la planta de producción, la cual se dedica a la fabricación de medias. El estudio se llevó a cabo en la línea de producción de medias deportivas. La investigación parte con la recopilación de la información bibliográfica necesaria para sustentar las bases teóricas y científicas referentes a las herramientas de estudio del trabajo. Esto permitió tener una visión más clara de conceptos relacionados al estudio de tiempos para de esta manera poder ejecutar la parte práctica de la investigación. Tras haber realizado la investigación bibliográfica se procedió a realizar un análisis de la situación inicial, es decir, se realizó el levantamiento del proceso productivo a fin de obtener un enfoque más claro de las actividades que se ejecutan dentro de la organización. Se realizó un estudio de tiempos en los diferentes subprocesos

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

para determinar qué factores pueden ser mejorados a través de un método propuesto de trabajo. Posteriormente se plantea un método propuesto que permite obtener un incremento de la productividad en el proceso productivo de la empresa. Por último, se realizó un análisis de resultados en donde es posible apreciar las diferencias tanto de tiempos de producción como el incremento de la productividad en la línea de producción de medias deportivas

2.1.2 Nacionales

El primer antecedente nacional de la presente investigación titulada “Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de mecanizado de pines de rueda guía en la empresa BM ingenieros S.A.C, Lima - 2017.”, desarrollada por (Garro, 2017) tuvo como problema general ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejorará la productividad del proceso de mecanizado de pines de la rueda guía en la empresa BM ingenieros SAC Distrito de Puente Piedra, Lima 2017? La investigación se desarrolló bajo el diseño pre experimental de tipo aplicada debido a que se determinó la mejora mediante la aplicación de diversos aportes teóricos como lo es la ingeniería de métodos, siendo descriptiva y explicativa debido a que se describe la situación de estudio y se trata de dar respuesta al por que del objeto que se investiga utilizando el método experimental, la población estuvo representada por la producción de los días laborales de 3 meses anteriores (Mayo, Junio y Julio) y 3 meses después (Agosto, Septiembre y Octubre) para el proceso de mecanizado de pines, siendo la muestra no probabilístico-intencional, ya que los datos de la muestra son seleccionadas por conveniencia, se trabajó con el total de la población. La técnica utilizada para recolectar los datos fue la observación y los instrumentos utilizados fueron los siguientes formatos: formato de tiempo cronometrado, diagramas bimanuales, DAP, diagramas de recorrido y Diagrama múltiple de operaciones, con la finalidad de recolectar datos de las dimensiones de las variables. Para el análisis de los datos se utilizó

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Microsoft Excel y estos datos se analizaron en SPSS V. 24, de manera descriptiva e inferencial utilizándose tablas y gráficos lineales. Finalmente se determinó bajo la prueba Z con el estadígrafo de “Wilcoxon” lo siguiente: $U_{pa} < U_{pd}$ de las variables del problema general por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador lo cual se prueba a través del análisis de medias en donde se verifica la productividad antes y después, siendo mayor la media de la productividad después, anulando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis del investigador.

El segundo antecedente de investigación nacional titulada “Estudio del trabajo para incrementar la productividad en la línea de corte de melamina en la empresa Inversiones Lineasup S.A.C. – V.E.S 2017” empresa que realiza sus funciones en el rubro de muebles, se dedica a la fabricación de muebles de melamina. El objetivo principal de la investigación es determinar que el estudio de tiempos produce un incremento en el nivel de la productividad. Para lo cual se desarrolló una investigación aplicada de tal manera que luego se pudieran comprobar las hipótesis. Dentro del estudio del trabajo se evaluarán y observarán los tiempos, movimientos repetidos para la fabricación de cada ropero de melamine, planificando metas que como empresa puedan cumplirlas. El investigador recolectara y analizara los datos mediante la observación, ya que los mismos serán aplicados al análisis estadístico. Por seguido, se incrementara la productividad de la empresa Inversiones Lineasup SAC, aplicando el estudio del trabajo (Quiñonez, 2017).

El tercer antecedente de investigación nacional nos da a conocer que hoy en día, la mayoría de empresas aplican la Ingeniería de métodos, ya que, se realizan estudios a fondo de los procesos que se llevan a cabo con la finalidad de mejorar la productividad y reducir

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

los costos de producción, ello se logra mediante la identificación y solución de las causas de los problemas, la simplificación del trabajo, el mejoramiento o reducción de uno o varios procesos, la evaluación de la disposición del lugar de trabajo, entre otros; estableciendo estándares e incrementando la productividad se obtendrán mayores beneficios e ingresos para la empresa. La presente tesis tiene como objetivo aplicar la Ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la línea de producción de Bandejas Portacables Perforadas de la empresa Falumsa S.R.L., para ello, se evaluaron los inconvenientes que ocurrían durante el proceso de producción mediante herramientas como el estudio de tiempos, movimientos y diagrama de recorridos. La aplicación de estas herramientas permitió analizar la situación actual de la empresa e identificar las causas de la problemática, posterior al estudio se brindaron soluciones y se generaron mejores métodos de trabajo mediante la simplificación de los procesos, con ello, se eliminó transportes innecesarios, se minimizó y/o eliminó tiempos improductivos en las actividades que no generaban valor, se aplicó el orden y limpieza en áreas críticas y se aumentó la cantidad de producción de Bandejas Portacables Perforadas, obteniendo mayores beneficios e ingresos, ya que, se mejoró la eficiencia, eficacia y productividad de la empresa Falumsa S.R.L. a través de la Ingeniería de métodos (Torre, 2017) .

Ruiz (2018), en su tesis titulada: “Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L.”, para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Nacional de Trujillo, ciudad de Trujillo en el año 2016, nos indica que luego de la implementación del plan de mejora se procedió a medir y calcular los indicadores y se consiguió incrementar 48.93% el volumen libre en el almacén por hora utilizada, 1.05% la productividad de la materia prima,

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

7.41% la productividad de la energía, 25.53% la productividad de la mano de obra y un incremento de 1.90% en la productividad total del área de producción. Además, el autor señala que con la propuesta de mejora del método de trabajo se incrementa la eficiencia y la eficacia en 3.67% y 20% respectivamente.

Ganoza (2018) en su tesis titulada Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa agroindustrial Estanislao del Chimú, para optar el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte, ciudad de Trujillo en el año 2018, afirma que se implementaron mejoras en el proceso de empaque de paltas en busca de la mejora de productividad de la empresa a través de la aplicación de la ingeniería de métodos. Se llevó a cabo un diagnóstico del sistema de producción anterior a la aplicación de las mejoras y posteriormente se analizaron los problemas causantes del bajo nivel de productividad en el área de empaque mediante el Diagrama de Causa efecto, se halló lo siguiente: Falta de estandarización de métodos de trabajo (22.7%), alto índice de rotura de stock (19.9%), falta de actualización de procedimientos (19.1%), falta de incentivos (18.4%), otros (19.9%). Se procedió a implementar las mejoras de acuerdo a cada causa raíz, y fueron: 1) Guías de procedimiento, 2) Sistema de control de stock e inventarios, 3) Estudio de los métodos de paletizado y enfriamiento y 4) Sistema de incentivos por productividad. Se logró incrementar la productividad de 89.5 a 123 kg/H-Op, sobrepasando la meta propuesta en la matriz de indicadores.

De acuerdo lo que menciona SNI “La industria metal mecánica constituye un rol muy importante en la industria de la economía, al ser proveedora de bienes de capital como

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

maquinarias, equipo e instalaciones, y proporcionar artículos y suministros para diversos sectores industriales y otros sectores como la minería, construcción, transporte, pesca, electricidad, lo cual convierte a esta industria en una actividad generadora de importantes eslabonamientos productivos y de empleo”. (SNI, 2018, pág. 1).

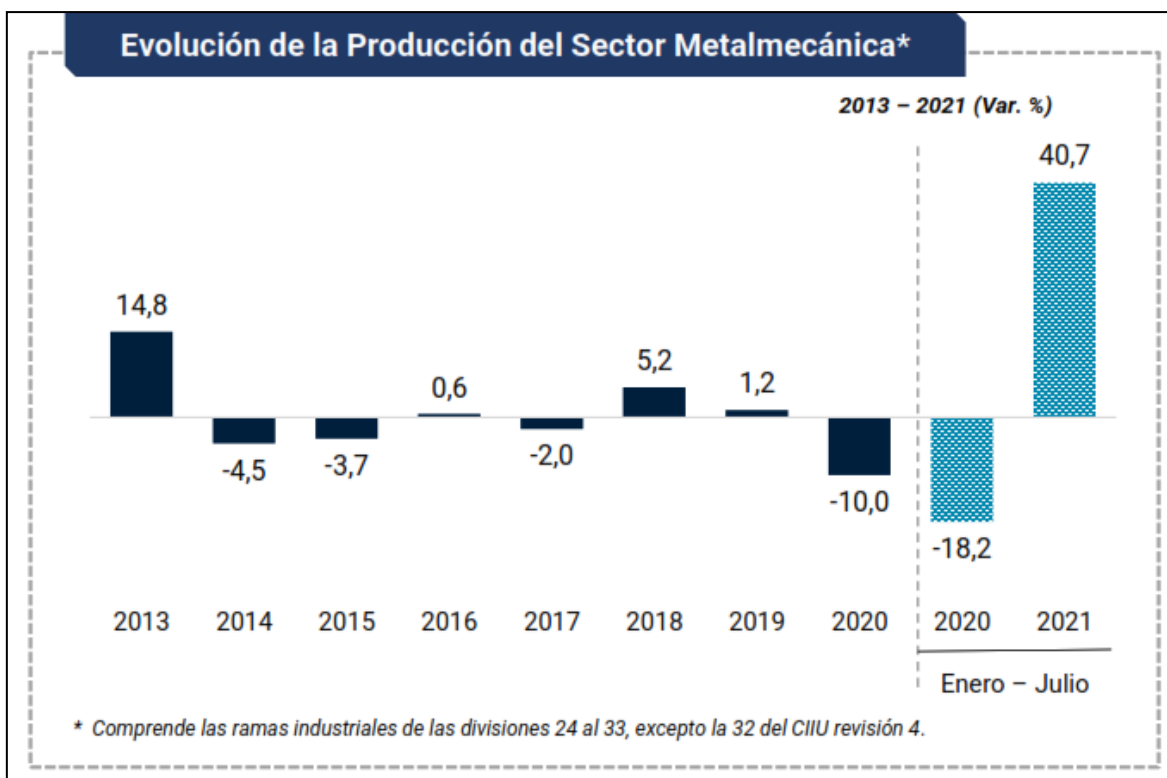
2.2 Contexto actual del sector

En el primer semestre del año 2021 la evolución de la producción del sector metalmecánica registro un crecimiento de 40.7% pese que el periodo similar anterior no fue favorable en su desarrollo registrando una baja de -18.2% esto debido a la pandemia a nivel mundial afectando duramente nuestro país a inicios del 2020, este ritmo anual de recuperación es muy alentador para el repunte del año 2022 pues juega un rol muy importante porque genera y contribuye en la dinámica de la estructura productiva de la economía de nuestro país del sector metalmecánica, esto conlleva que las empresas prioricen en mejorar sistemáticamente los procesos productivos e incrementarlos aplicando diferentes herramientas de estudio.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 10

Evolución de la producción metalmecánica



Nota: Boletín Industria metal mecánica- SIN- Tomando en referencia la tabla 2 del capítulo anterior y el contexto actual del sector metal mecánica la empresa AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC ha decidido en iniciar su plan de mejora para incrementar la productividad.

2.3 Estudio de tiempos

2.3.1 Definición

“El Estudio de tiempos es una técnica de medición de trabajo para determinar tiempos estándares de ejecución de trabajo, por medio del uso de instrumentos de medición de tiempo, en que se observa a un operario calificado” (Lago, 2016, p. 642).

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

La Oficina Internacional del Trabajo (OIT) define la medición del trabajo como “la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida ejecutándola según una norma de ejecución preestablecida”.

2.3.2 Importancia

Expone Kanawaty en su publicación, Introducción al Estudio del Trabajo, que la utilidad del estudio del trabajo está en la obtención de óptimos resultados a los empresarios debido a su procedimiento sistemático, lo cual hace que se tengan mapeados todos los factores que influyen en el desarrollo del proceso, además es instrumento para la dirección. Su nivel de importancia se encuentra en permitir conocer a detalle cada actividad, además es una herramienta que permite el incremento de la productividad, mejoras de seguridad y condiciones de trabajo, con poca inversión y es de sencilla implementación. (1996, p.17).

2.3.3 Equipos para el estudio de tiempos

El más utilizado y más importante para el estudio un cronómetro, tablero liso para los formularios, un formato de estudio de tiempos para llenado de la información, una calculadora y en caso fuese necesario un cámara de grabación.

Figura 11

Equipos de medición



Nota: Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2021)

2.3.4 Elementos del estudio de tiempos

Un punto sustancial a tener en cuenta es que se debe generar confianza al personal que será evaluado a la vez llegar a la concientización para que pueda discernir que la evaluación es por fines de mejora para la empresa y bienestar de todos los trabajadores.

A continuación, mencionamos los elementos para el estudio de tiempos:

- **Trabajador seleccionado**, por lo usual la selección debe ser de un trabajador promedio en su desempeño, es decir el trabajador cuyas características no sea el más rápido ni el más lento, así mismo ni el que tiene más o menos tiempo.
- **Analizar el trabajo**, Se refiere al análisis del puesto del trabajo, cuyas consideraciones es que sea repetitivo y que sea segura.
- **Registrar los tiempos**, se refiere al llenado de cada de tiempos en el formato de estudios cuya cantidad de tomas dependerá a la cantidad de actividades si supera las 10 actividades se registran 10 tomas de tiempos.
- **Calificar el desempeño del personal**, se debe ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN).
- Asignar los suplementos u holguras
- Llevar a cabo el estudio
- Toma de muestras
- Cálculos de tiempo normal y estándar

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 12

Plantilla para el estudio de tiempos

		FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS												Código: F-QC-030											
Estudio codigo:		Estudio del elemento:			Nombre de la fabricación:			Orden de trabajo:			Cliente:			Fecha 6/11/2021											
Numero codigo:		Fecha:		Tipo de cronometraje Acumulativo Vuelta a cero		Centro de costos:			Operador:			Observador:		Revisión 0 Pag. 1											
Nº Etapa	Nº Actividad	Descripción detallada del elemento		Nombre del operario		V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	F	n	Tiempo observado	

Observaciones:

Nota: Elaboración propia

2.3.5 Ciclos de trabajo

Es el tiempo que se realiza desde la primera actividad hasta la última actividad del estudio de tiempos, la importancia es que se puede descomponer para poder separar los tiempos ociosos y productivos..

2.3.6 Diagrama de análisis de proceso (DAP)

Es una herramienta de análisis de actividades que se representa con símbolos de la actividad realizada de un proceso, el diagrama DAC puede ser aplicado para el análisis en personas, equipos o productos, su utilización es de gran ayuda para divisar distancias recorridas, retrasos y almacenamientos. Se utiliza las siguientes simbologías.

- Transporte: Es representado cuando se traslada el producto o cuando una persona se moviliza de un proceso a otro.
- Demora: Se produce cuando una persona o producto espera una acción prevista.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

- Operación: Esta representación es un círculo y es usado cuando se transforman las características químicas o físicas de un elemento o se está adecuando para otra operación.
- Almacenamiento: Se usa cuando un producto se guarda o se pone a buen recaudo contra los retiros no autorizados.
- Inspección: Su representación es un cuadrado y se usa cuando requiere controlar o verificar el producto.

Una de las ventajas de utilizar el diagrama de análisis de recorrido DAC es que nos permite identificar los problemas y de donde se originan, por lo que es más fácil mejorar el proceso, también favorece la comprensión de inicio a fin de un proceso porque se resume todo en la ilustración.

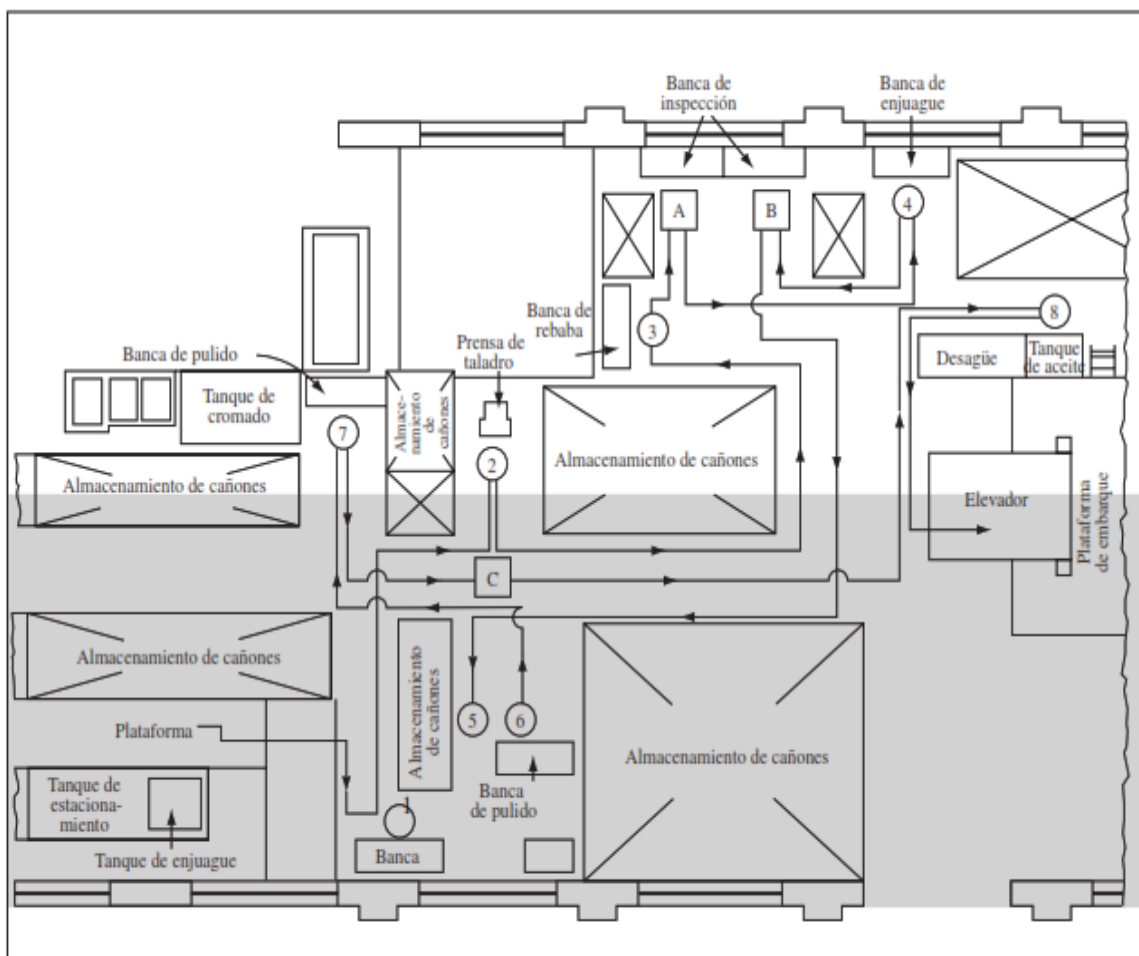
“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

2.3.7 Diagrama de recorrido

Es el diagrama de actividades (DAP) en un plano cuya finalidad es ver como se mueve el flujo de las operaciones del producto o servicio actualmente.

Figura 14

Modelo de diagrama de recorrido



Nota: tomado de Benjamin W. Niebel Andris Freivalds

2.4 La productividad

2.4.1 Definición

La productividad es la relación entre producción e insumo aplicable a una empresa o un sector de la actividad económica de un país. Puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado, la productividad resulta más difícil de calcular cuando se introducen bienes intangibles (Kanawaty, 1996, p. 4).

La productividad es el resultado de un proceso o sistema, por lo que incrementarla es lograr mejores resultados sobre los recursos empleados. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y recursos empleados. (Gutiérrez, 2014, p. 20)

Según Medianero (2017), La productividad, como la relación entre productos e insumos, es una medida de eficiencia con el cual la organización utiliza los recursos para producir bienes o servicios finales. De este modo, la productividad se define como la cantidad de bienes o servicios producidos por una unidad de insumos utilizados. (p. 24).

Por su parte Carro y Gonzales (2012), la productividad es la mejora del proceso productivo; es decir una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salida o producto) y los recursos utilizados para generarlos (entradas o insumos) (p. 1).

Según Prokopenko (1989), la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicio y los recursos utilizados para obtenerla. La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

llega conseguirlos. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema (p. 3).

2.4.2 Tipos de productividad

2.4.2.1 productividad parcial.

La producción parcial es un término que indica el rendimiento de cada uno de los factores de la productividad. Entre los más utilizados se encuentra la productividad del trabajo (la más sencilla de calcular)

Ecuación 1. Productividad Parcial.

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ Total}{Una\ entrada}$$

2.4.2.2 productividad Total.

Tal como indica su nombre, se busca totalizar, hacer una comparación entre la salida total sobre la entrada total. El rendimiento de los factores de salida irá en el numerador y los valores de las entradas en el denominador, de tal forma que participan todos los factores del proceso productivo.

Ecuación 2. Productividad Total.

$$Productividad\ Total = \frac{Salida\ Total}{Entrada\ Total}$$

La productividad total, nos permite ver en la empresa los rendimientos de tanto de los elementos de entrada como los de salida, teniendo así la información de su nivel y evolución

2.4.2.3 productividad multifactorial.

También se le denomina como productividad de factor total (PTF). La productividad multifactorial se calcula sumando todas las unidades de input a los efectos de conformar el denominador:

Ecuación 3. Productividad Multifactorial.

$$Productividad\ Multifactorial = \frac{Output}{EntraTrabajo + Material + Energía + Capital + Varios}$$

El cálculo de la productividad multifactorial podría ser algo complicado, por ello, una sugerencia es que los cálculos sean llevados a partir de una misma unidad: la unidad monetaria. Esta forma de productividad ofrece una visión panorámica y global de la empresa. Puede visualizarse también cómo los factores se van comportando frente a otros.

2.4.2.4 productividad media.

Se conoce como productividad media a la razón resultante de la división entre la productividad total y los recursos totales usados en un lapso definido.

Ecuación 4. Productividad media.

$$Productividad\ media = \frac{Q}{I}$$

Donde:

P= Productividad.

Q= Producción total.

I= Recursos totales.

2.4.2.5 productividad marginal.

Se le llama productividad marginal a la razón que resulta de la división del incremento de la producción sobre el incremento los insumos o factores de la producción.

Ecuación 5. Productividad Marginal.

$$Productividad\ Marginal = \frac{\Delta Q}{\Delta I}$$

Donde:

P = Productividad.

ΔQ = Incremento de la Producción.

ΔI = Incremento de los insumos.

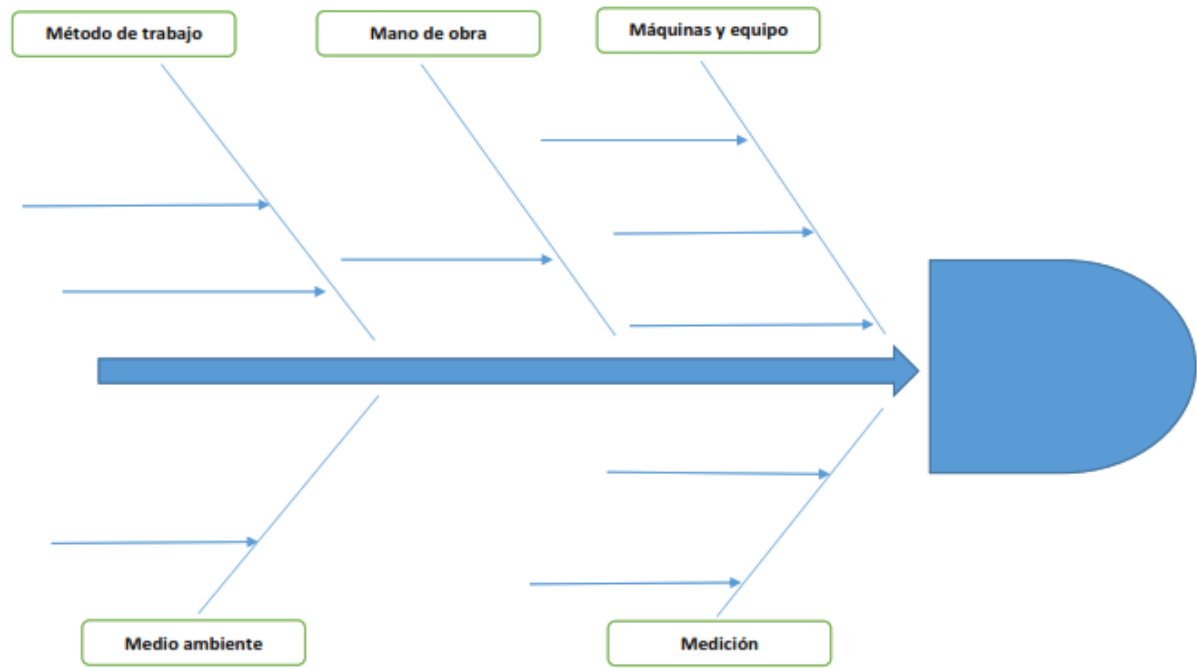
La productividad media y la productividad marginal difieren en que la primera mide la productividad y la segunda mide el diferencial de la productividad que podría considerarse como incremento si fuera positiva.

2.4.3 Diagrama Ishikawa

La teoría de Ishikawa está basada en manufacturar bajo costo sin descuidar la calidad del producto, asimismo el diagrama es una gran ayuda de representación de la causa y efecto de la problemática, la utilización de esta metodología, facilita obtener ideas clave del estudio, desde diversas perspectivas. (Ishikawa, 1943).

Figura 15

Plantilla de Diagrama de Ishikawa



Nota: Elaboración propia

2.4.4 Estudio de métodos

Según el organismo internacional de trabajo (OIT) menciona que “el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistémicos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”.

2.5 Definiciones de términos

Tiempo Observado

Es el tiempo promedio del ciclo de cada actividad medido con un cronometro, es decir consiste en tomar tiempo a la misma actividad varias veces (dependiendo el tamaño de la muestra), luego se promedia.

Tiempo normal o básico

Es el tiempo en el que se espera que un trabajador termine una actividad sin tomar en cuenta las tolerancias, se determina multiplicando el tiempo observado con el índice de desempeño o también conocido como factor de valoración.

$$TN = TO * (\text{Índice de desempeño})$$

Tiempo Estándar

Es el tiempo que realiza el operario una actividad considerando también las holguras o suplementos, estas consideran necesidades personales, demoras inevitables y fatiga.

$$TE = TN * (1 + \text{holgura})$$

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 16

Holguras en el estudio de tiempos

Cuadro resumen de holguras o suplementos					
SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas	
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)	
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	16	0
a) Trabajo de pie				14	0
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	12	0
Trabajo se realiza de pie		2	4	10	3
b) Postura normal				8	10
Ligeramente incómoda		0	1	6	21
Incómoda (Inclinación del cuerpo)		2	3	5	31
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	4	45
				3	64
				2	100
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				f) Tensión visual	
Peso levantado por kilogramo				Trabajos de cierta precisión	
2,5		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	
5		1	2	Trabajos de gran precisión	
7,5		2	3	g) Ruido	
10		3	4	Sonido continuo	
12,5		4	6	Sonidos intermitentes y fuertes	
15		5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes	
17,5		7	10	Sonidos estridentes	
20		9	13	h) Tensión mental	
22,5		11	16	Proceso algo complejo	
25		13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida	
30		17		Proceso muy complejo	
33,5		22		i) Monotonía mental	
d) Iluminación				Trabajo monótono	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo bastante monótono	
Bastante por debajo		2	2	Trabajo muy monótono	
Absolutamente insuficiente		5	5	j) Monotonía física	
				Trabajo algo aburrido	
				Trabajo aburrido	
				Trabajo muy aburrido	

Nota: OIT

Tiempo Ocioso

Es el tiempo que no agrega valor a la actividad y que puede ser eliminado gracias al estudio de tiempos. A la vez representa a la mano de obra remunerada por un tiempo no ejercido de labores debido a circunstancias ajenas del trabajador.

Metal mecánica

Es el sector industrial que se encarga de la transformación de los aceros (planchas, barras, tuberías, perfiles, etc.) en piezas mecánicas, estructuras metálicas, herramientas industriales, así mismo interviene en las fabricaciones de gaseoductos, líneas de transmisión de hidrocarburos, entre otros.

Insertos metálicos

Es una fabricación que tiene finalidad fijación entre estructuras o también utilizados como anclajes en concreto.

Estructuras metálicas

Son estructuras de acero utilizados en el sector industrial idóneos por su gran versatilidad y su bajo coste.

Spool acero inoxidable

Es una fabricación compuesto de tuberías, codos, y bridas donde interviene uniones soldadas entre ellos, el tipo de acero aleado es de hierro, carbono, cromo y níquel

Spool acero al carbono

Es una fabricación compuesto de tuberías, codos, y bridas donde interviene uniones soldadas entre ellos, el tipo de acero aleado es de hierro, carbono.

Pilote de acero al carbono

Son tubos de acero de alta resistencia mecánica utilizados en la construcción de puentes.

Orden de trabajo (OT)

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Se define como orden de trabajo al documento oficial emitido por el área comercial para dar autorización a producción en la ejecución y fabricación. Es donde se especifica datos técnicos, requerimientos del cliente, fecha de inicio, plazos de entrega del producto.

Área de contabilidad

Es el área designada por la empresa que se encarga de mostrar las utilidades (ingresos – gastos), registrando todos los ingresos y salidas.

Área de control de calidad

Es el área designada por la empresa en dar conformidad a los productos basándose en normas, estándares y procedimientos establecidos. Abarca el control desde el ingreso de la materia prima, transformación del producto, hasta el despacho a entera satisfacción de los clientes.

Área de control de la producción

Es el área designada por la empresa que se encarga de vigilar todas las operaciones del proceso productivo tales como el funcionamiento de las máquinas, los materiales aplicables para cada orden de trabajo, carga de trabajo, la cantidad de productos fabricados.

Soldadura FCAW

Por sus siglas en ingles Flux Cored Arc Welding (FCAW), denominada como soldadura por arco con núcleo fundente. Es un tipo de soldadura semiautomática.

END tintes penetrantes

Es una técnica de inspección para ubicar defectos superficiales en los materiales base o uniones soldadas, muy utilizado en la industria metal mecánica por su bajo costo y rápido resultado. Es considerado un ensayo no destructivo (END).

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

END Ultrasonido

Es una técnica de inspección para ubicar defectos internos en los materiales base o uniones soldadas donde la vista humana no llega alcanzar a ver, es aplicado en la industria metal mecánica por obtener rápido resultados. Es considerado un ensayo no destructivo (END).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Contexto general

A mediados de enero del año 2020 ingrese a la empresa AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC. La empresa consta de 30 trabajadores operativos y 12 colaboradores de oficina, cuya función principal es la fabricación de estructuras metálicas donde su mayor demanda es la fabricación de pilotes de acero. La vacante laboral para mi ingreso fue el área de control de calidad, conforme el tiempo pasaba pude apreciar falencia en el área de producción pues es donde en coordinación de la gerencia general y tomando en cuenta mi perfil profesional – Carrera de Ingeniería industrial me derivaron al área de control de la producción para dar mejoras como profesional en la carrera, en el transcurso de las actividades que desarrollaba mi trabajo pude revisar la falta de información para aumentar la productividad de la empresa, además de no mostrarse registros y seguimiento de los plazos de entrega de las ordenes de trabajo.

Debido a las ocurrencias mencionadas y la mayor demanda de clientes, la empresa desarrollaba una mala imagen debido a que no cumplía con las fechas establecidas para cada orden de trabajo, ocasionando en el área de producción cuellos de botella, procesos de mala calidad de inspección y tiempos retrasados que influenciaban en la calidad de la fabricación.

El área de fabricación en producción está constituida por las áreas de habilitado, armado, soldadura, pre curvado, rolado, limpieza mecánica. Pues la mayor demanda anual de los clientes es la fabricación es la construcción de pilotes de acero, como se muestra en las figuras posteriores N°17.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 17

Condición actual de la empresa



Nota: Empresa Axis Ingeniería y Proyectos S.A (2022)

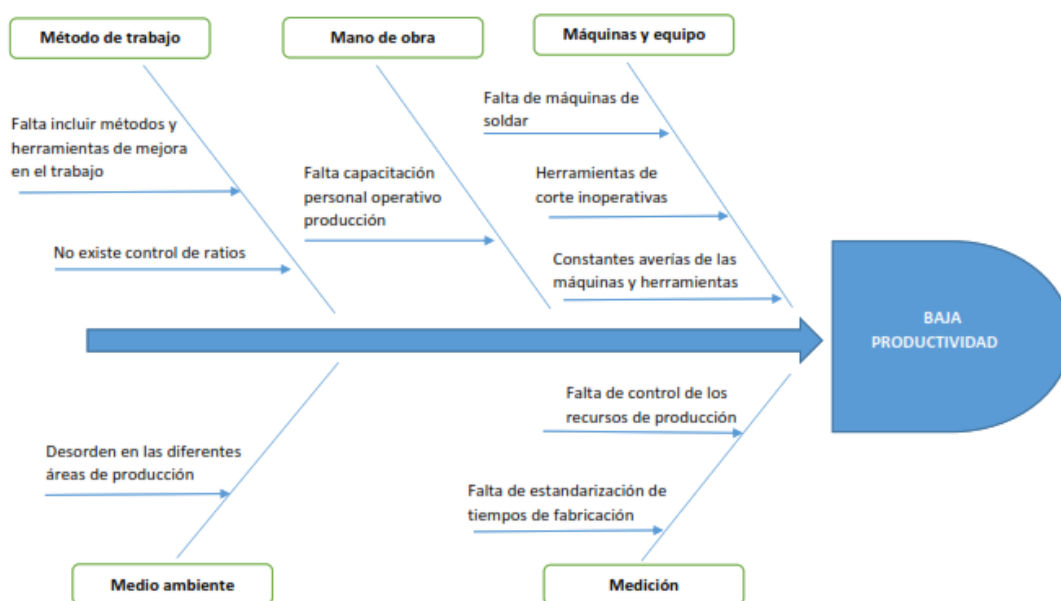
En el primer trimestre del 2022 Axis ingeniería y proyectos SAC llegó a consolidar una orden de trabajo de gran magnitud cuya fecha de entrega final es abril del presente año, esta se adjudicó con una licitación de fabricación de pilotes con la empresa Mota Engil -Perú para el puerto de callao DP WORLD. Es en esta orden de trabajo donde se empieza a utilizar

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

las herramientas de ingeniería de métodos enfocados al estudio de tiempos, efectuando un diagnóstico de las causas por la baja productividad, para ello se utilizó el diagrama Ishikawa.

Figura 18

Diagrama Ishikawa del área de producción AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC



Nota: Elaboración propia

Según el diagrama Ishikawa se encontró que el problema era la baja productividad del área de producción. La cual se llegó a consensuar a través de una reunión con el personal involucrado en los procesos. Cabe indicar que en la reunión se obtuvo también otros problemas que también son perjudiciales para la producción como es la postura ergonómica no adecuada para los soldadores en el área de soldadura, demasiado recorrido de puesto de trabajo, etc. Para evidenciar la reunión se registró una imagen panorámica de la reunión en taller, ver figura N°19.

Figura 19:

Reunión con el personal involucrado en los procesos



Nota: AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC

3.2 Actividades aplicando la ingeniería de métodos enfocado al estudio de tiempos

3.2.1 Diagrama de recorrido inicial

En esta se analizó el proceso de fabricación mediante un diagrama de recorrido para tener una perspectiva macro del método a utilizar. Para cumplir con el logro del objetivo de incrementar la productividad se utilizó la ingeniería de métodos enfocados al estudio de tiempos, donde se contó con el respaldo del representante de la organización, jefes de las áreas involucradas, supervisores y el compromiso de todo el equipo de trabajo operativo.

Este diagrama se realizó en un área de producción de 3200 metros cuadrados donde existen las siguientes maquinarias o herramientas principales que se utilizan en la fabricación: 08 máquinas de soldar, 06 máquinas para rolado de tuberías de 3 metros y 01

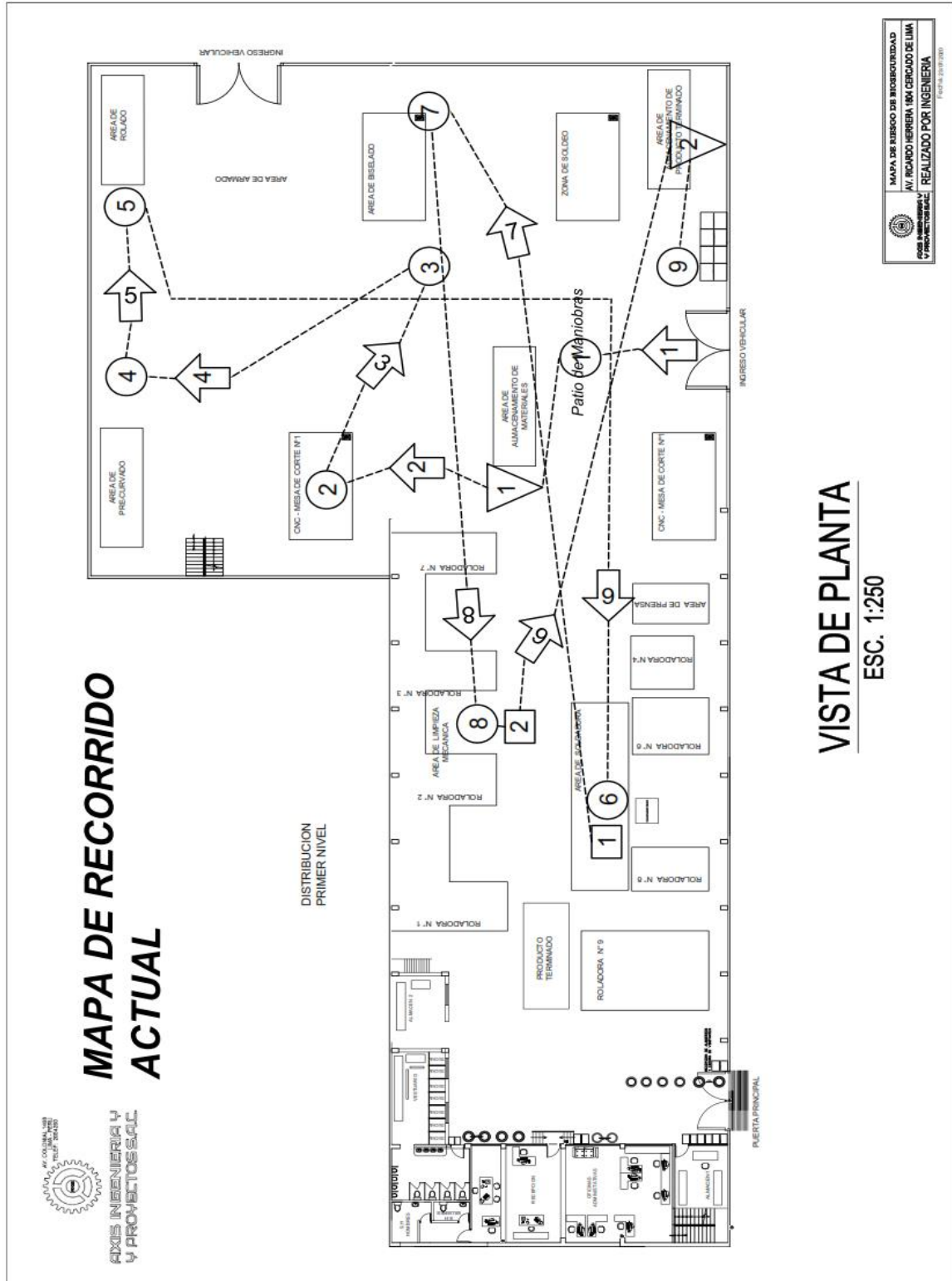
“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

máquina para rolados de tuberías de 6 metros de longitud, 04 puentes grúas para las maniobras en las diferentes operaciones, 01 máquina de corte CNC, 20 esmeriles, 01 máquina de pre curvado, 01 maquina rectificadora de diámetros, cuyo recorrido se inicia con el ingreso de transporte con el material, luego maniobra para la descarga, almacenaje de las planchas, transporte al área de habilitado por una maquina de control numerico por corte (CNC) ahí se realiza el seccionamiento de acorde a un plano de corte, luego se transporte al área de biselado ahí la operación se realiza con una herramienta denominada oxicorte para darle un Angulo de 30° a los bordes en preparación de junta para la soldadura, luego se transporta al área de pre curvado esta operación tiene como finalidad suavizar los bordes para darle el pase al rolado, seguidamente el elemento se traslada al área de soldadura donde se suelda por arco eléctrico con proceso FCAW, al término se inspecciona con el método de líquidos penetrantes (END-PT) el cual nos permite detectar defectos superficiales, pues una vez llevado a cabo la inspección se envía al área de rectificación de diámetros para darle la redondez adecuada ambos extremos de las tuberías o pilotes, seguidamente se procede en área de limpieza mecánica la limpieza general de las zonas dañadas por maniobra, salpicaduras causadas por la soldadura, acabado final en los biseles, luego se libera por el área de control de calidad visualmente y se inspecciona con ultrasonido (END-UT), para finalizar la fabricación terminada es almacenada y embalada para recojo por el cliente. Se muestra en la figura N° 20.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 20:

Diagrama de recorrido actual AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC



Nota: Elaboración propia

3.2.2 Análisis de proceso actual (DAP)

El 15 de marzo a las 10:00 am del presente año se inició el desarrolló con un diagrama de análisis de procesos actual para la “Fabricación de pilotes Ø1016mm” donde se pudo encontrar lo siguiente:

09 operaciones que son de descarga material, 02 inspecciones, 9 transportes, 02 almacenes y 0 demoras. Contando con la colaboración de un total 34 personas para la fabricación de 01 pilote, con un recorrido de 310 metros. La cual pudo concluir al día siguiente con un total de 19.05 horas. Mayor detalle se muestra en el formato de la figura 21.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 21:

Diagrama de análisis de para la fabricación de pilotes

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO ACTUAL (DAP)								
DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DAP)								
EMPRESA	AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC							
AREA	PRODUCCIÓN							
SECCIÓN	FABRICACIÓN DE PILOTES Ø916MM							
RESUMEN								
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET. MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR	REPORTE N°			
OPERACIÓN	9			Rudy Maldonado Meza	DAP-AXIS-001			
INSPECCIÓN	2			FECHA	15/03/2022			
TRANSPORTE	9			METODO	ACTUAL	X		
ESPERA	0				MEJORADO			
ALMACENAJE	2			TIPO	OPERACIÓN			
TOTAL	22				PRODUCTO	X		
DISTANCIA TOTAL (m)	310				MAQUINA			
PERSONAS	34							
HORAS	19							
DESCRIPCION	Personas	Distancia (m)	Tiempo (Horas)	SIMBOLO				
1.- Ingreso de Vehiculo con material	1	10	0.25	●	■	→	◐	▲
2.- Descarga de material	2	10	0.50	●	■	→	◐	▲
3.- Almacenaje y apilamiento de material	1	0	0.25	●	■	→	◐	▲
4.-Transportar al area de habilitado corte CNC	1	15	0.50	●	■	→	◐	▲
5.-Corte y habilitado con maquina CNC	1	0	1.00	●	■	→	◐	▲
6.-Transportar al area de biselado de planchas habilitadas	1	18	0.25	●	■	→	◐	▲
7.- Biselado de planchas	3	0	1.00	●	■	→	◐	▲
8.- Transportar al area de pre-curvado de las planchas	1	23	0.30	●	■	→	◐	▲
9.- Pre-curvado de las planchas	2	0	2.00	●	■	→	◐	▲
10.- Transportar al area de rolado	1	14	0.30	●	■	→	◐	▲
11.- Conformado y Rolado	2	0	2.00	●	■	→	◐	▲
12.- Transportar al area de soldadura	1	73	0.30	●	■	→	◐	▲
13.- Soldeo de tuberías o pilotes	2	0	6.00	●	■	→	◐	▲
14.- Inspección soldadura END-Tintes penetrantes	1	0	0.30	●	■	→	◐	▲
15.- Transportar al area rectificación (redondeo de diametros)	1	53	0.30	●	■	→	◐	▲
16.- Redondeo de diametros de tuberías	2	0	1.45	●	■	→	◐	▲
17.- Transporte al area de limpieza mecánica	1	47	0.30	●	■	→	◐	▲
18.- Limpieza mecánica	3	0	0.30	●	■	→	◐	▲
19.- Liberación y END-Ultrasonido	2	0	1.00	●	■	→	◐	▲
20.- Transporte al area almacenaje	1	47	0.25	●	■	→	◐	▲
21.- Almacenaje para despacho	2	0	0.30	●	■	→	◐	▲
22.- Emabale y envio	2	0	0.30	●	■	→	◐	▲
TOTAL	34	310	19.15	9	2	9	0	2

Nota: Elaboración propia

3.2.3 Estudio de tiempos

Después del estudio de métodos realizados a la empresa en el área de producción para la fabricación de pilotes se realizó el estudio de tiempos donde se siguió el procedimiento adecuado:

- a) Se seleccionó a los operarios adecuados según menciona el estudio de tiempos en caso del operario calificado cuyas características van de una experiencia mínima de 02 años, 03 capacitaciones al año como mínimo y cuyas edades están dentro de 25 a 40 años.
- b) Se registró la información con 10 tomas para 22 actividades en la fabricación de pilotes en el área de producción que se inician desde el ingreso del material hasta el embalado / envió.
- c) Se halló el tiempo observado de cada actividad, cuyo resultado es el promedio de las 10 tomas.
- d) Se calculó el tiempo normal o básico utilizando el factor de valoración.
- e) Finalmente se utilizó los suplementos que dependen de las condiciones de trabajo y ambientales para obtener el tiempo estándar. Ver figura N°22.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 22:

Estudio de tiempos tomados para la fabricación de pilotes

RMS INGENIERIA Y PROYECTOS S.A.C.		FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS										Codigo F-CC-030								
Estudio codigo: 001-2022		Estudio del elemento: si		Nombre de la fabricación: PILOTES DE ACERO Ø910MM		Orden de trabajo: 3464		Cliente: MOTA ENGLER PERU		Fecha: 01/01/2022		Revisión: 0								
Estudio codigo: 001-2022		Fecha: 22/03/22		Tipo de cronometraje: Acumulativo		Operador: Varios		Tomador de tiempos: Rudy Maldonado		Pag: 1		Numero de registro: ET-2022-001								
Datos en minutos																				
N° Etapa	N° Actividad	Descripción detallada del elemento	Nombre del operario	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Tiempo observado	Tiempo Basico	SUPL %	Tiempo Estandar	Homologo
1		Ingreso de Vehículo con material	-	1	16.0	14.0	13.0	14.0	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	13.0	1	14.5	14.5	1.09	13.8	13.8
2		Descarga de materia[1]	Peralta / Vicente	0.9	31.0	28.0	30.0	31.0	29.0	30.0	29.0	30.0	32.0	29.0	10	29.9	26.9	1.16	31.2	3.1
3		Almacenaje y aptaminado de materia[1]	Peralta	1	15.0	14.0	13.0	14.0	15.0	14.0	13.0	13.0	14.0	10	14.0	14.0	1.16	16.2	1.6	
4		Transportar al area de habilitado corte CNC	Peralta	1	26.0	27.0	28.0	26.0	27.0	26.0	28.0	27.0	29.0	28.0	1	27.2	27.2	1.09	29.6	29.6
5		Corte y habilitado con maquina CNC	Rodrigo	1.1	61.0	59.0	58.0	59.0	60.0	58.0	59.0	61.0	60.0	59.0	1	59.4	63.3	1.09	71.2	71.2
6		Transportar al area de biselado de planchas habilitadas	Peralta	0.9	14.0	15.0	14.0	16.0	15.0	14.0	15.0	14.0	16.0	15.5	1	14.9	13.4	1.09	14.6	14.6
7		Biselado de planchas	Dimas	0.8	60.0	58.0	57.0	57.4	58.0	57.4	61.0	59.0	58.0	62.0	1	58.8	47.0	1.11	52.2	52.2
8		Transportar al area de pre-curvado de las planchas	Peralta	1.1	20.0	21.0	19.0	18.0	19.0	21.0	20.0	19.0	18.0	18.5	1	19.4	21.3	1.09	23.2	23.2
9		Pre-curvado de las planchas[1]	Vladi	1.1	120.0	113.0	117.0	124.0	125.0	118.0	117.0	116.0	119.0	126.0	1	119.7	131.7	1.11	146.2	146.2
10		Transportar al area de rotado[1]	Peralta	0.9	19.7	20.0	21.0	17.8	18.3	19.0	21.0	20.0	18.3	18.6	1	19.4	17.3	1.09	19.0	19.0
11		Conformado y Rolado[1]	Javier	1	111.0	120.0	117.0	114.0	122.0	123.0	113.0	113.7	116.8	122.3	1	117.3	117.3	1.11	130.4	130.4
12		Transportar al area de soldadura[1]	Pereda	1.1	17.8	18.0	16.0	19.0	17.4	18.7	17.2	16.5	18.8	17.2	1	17.6	19.3	1.09	21.1	21.1
13		Soldado de tuberías o pilotes[1]	Yaranga	1.2	300.0	335.0	340.0	345.0	383.0	389.0	375.0	361.0	347.0	369.0	1	362.4	434.9	1.13	491.4	491.4
14		Inspección soldadura END-Tintes penetrantes	Coronel	1.2	22.0	20.1	19.4	23.0	19.4	19.9	21.4	20.7	21.3	19.8	1	20.7	24.9	1.11	27.6	27.6
15		Transportar al area rectificación (redondeo de diámetros)	Pereda	0.9	21.0	20.0	19.0	18.8	18.3	20.6	20.3	18.7	21.4	19.3	1	19.8	17.8	1.09	19.4	19.4
16		Redondeo de diámetros de tuberías	Villegas	0.9	81.0	83.0	84.0	86.0	91.0	87.0	89.0	83.8	79.3	83.4	1	83.2	76.7	1.11	83.1	83.1
17		Transporte al area de limpieza mecánica	Pereda	1	19.4	21.7	21.4	19.8	20.3	20.4	20.7	19.3	19.7	21.4	1	20.4	20.4	1.09	22.3	22.3
18		Limpieza mecánica	Morales	1.1	18.8	17.6	19.4	19.1	17.8	17.1	19.2	18.2	18.3	20.1	1	18.6	20.4	1.14	23.3	23.3
19		Liberación y END-Ultrasonido[1]	Coronel / León	1.2	62.3	59.3	57.7	64.3	63.3	62.9	58.8	59.7	61.3	62.4	1	61.3	73.8	1.11	81.9	81.9
20		Transporte al area almacenaje[1]	Pereda	1.1	14.0	13.7	13.1	14.8	14.2	13.9	13.3	13.2	13.0	14.2	1	14.3	16.0	1.09	17.4	17.4
21		Almacenaje para despacho[1]	Peralta / Vicente	0.9	14.1	13.3	16.4	16.7	14.8	13.6	14.5	13.4	16.2	14.3	1	13.4	13.8	1.11	13.3	13.3
22		Embate y envío	Paulino	0.9	13.7	14.8	14.7	13.2	13.2	14.2	13.9	14.9	13.3	13.3	5	14.1	12.7	1.11	14.1	2.8
																			1368.6	1334.6

Observaciones: V= Valoración
ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL

Nota: Elaboración propia

3.3 Desarrollo de la propuesta de mejora

3.3.1 Diagrama de recorrido propuesto

Se propuso lo siguiente:

- Se propuso la reubicación de las operaciones más importantes de la operación numero 05 a la 09.

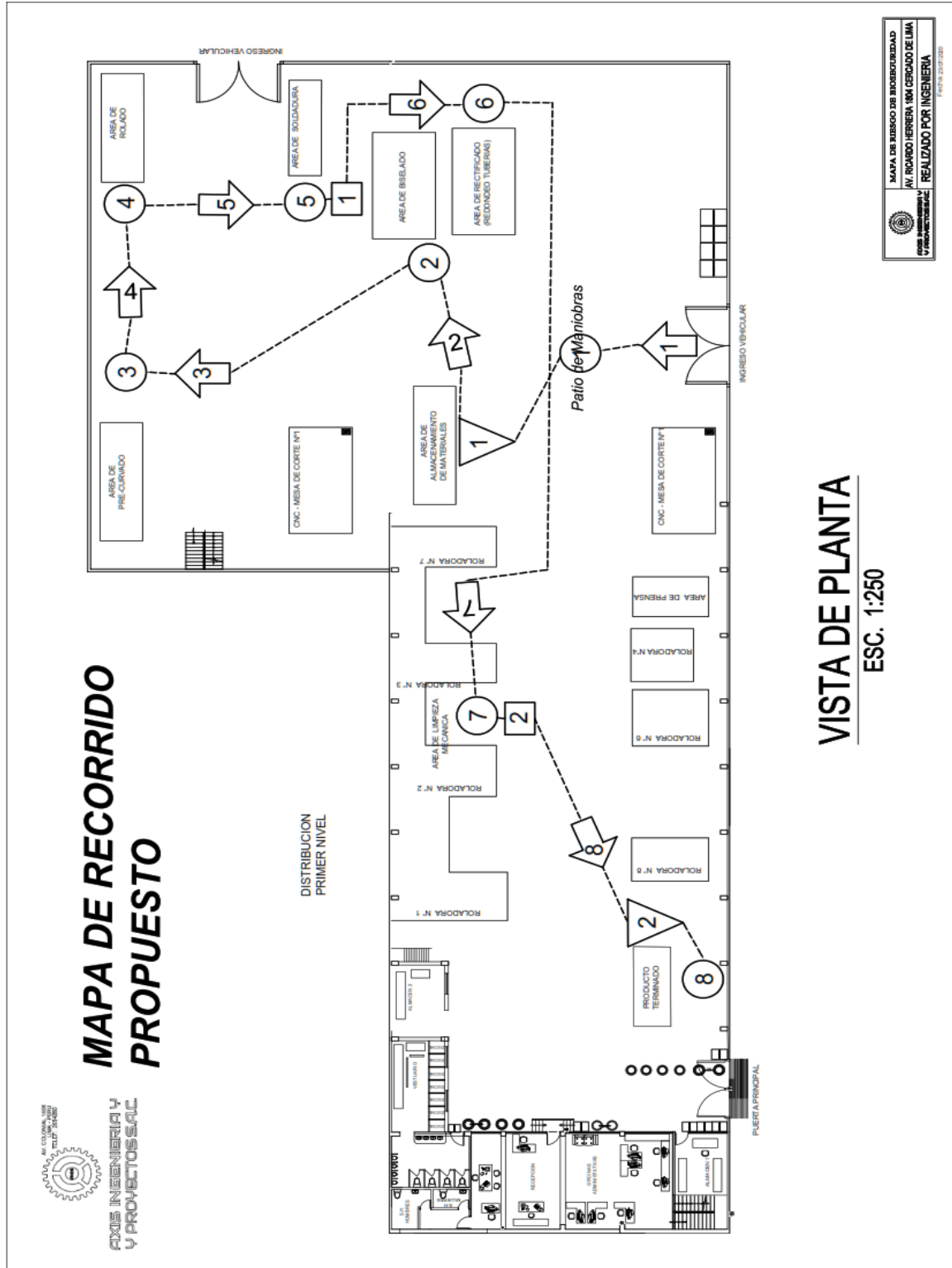
“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

- b. Se recomendó eliminar 01 transporte y 01 operación los cuales son: transporte del área de almacén hacia el corte CNC y la operación de corte respectivamente para adquirir las planchas ya cortadas por los proveedores con el fin de estandarizar los formatos de las planchas y evitar cuellos de botella en el proceso de corte.
- c. Además, se propone mejorar la postura del operario soldador atreves de un taller de ergonomía. Ver. Figura N° 23.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en
 el área de producción para incrementar la
 Productividad en la empresa de metal mecánica
 Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 23:

Mapa de recorrido propuesto



Nota: Elaboración propia

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

3.3.2 Diagrama de análisis de proceso (DAP) propuesto











- a. Se plantea un DAP de 19 operaciones cuya mayor cantidad de actividades están en las operaciones y transporte.
- b. Se redujo el recorrido del proceso de fabricación a 162 metros.
- c. Al proponer la mejora de operaciones se redujo a 32 personas para la fabricación.

Ver Figura N°24.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 24:

Diagrama de análisis del proceso DAP propuesto

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO PROPUESTO (DAP)											
DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DAP)											
EMPRESA	AXIS INGENIERIA Y PROYECTOS SAC										
AREA	PRODUCCIÓN										
SECCIÓN	FABRICACIÓN DE PILOTES Ø916MM										
RESUMEN											
ACTIVIDAD	MET. ACTUAL	MET. MEJORADO	DIFERENCIA	OBSERVADOR	REPORTE N°						
OPERACIÓN		8		Rudy Maldonado Meza	DAF-AXIS-002						
INSPECCIÓN		2		FECHA	4/04/2022						
TRANSPORTE		8		METODO	ACTUAL						
ESPERA		0			MEJORADO	X					
ALMACENAJE		2		TIPO	OPERACIÓN						
TOTAL		20			PRODUCTO	X					
DISTANCIA TOTAL (m)		162			MAQUINA						
PERSONAS		32									
HORAS		15.1									
				Personas	Distancia (m)	Tiempo (Horas)	SIMBOLO				
DESCRIPCION											
1.- Ingreso de Vehiculo con material				1	10	0.25			*		
2.- Descarga de material				2	10	0.50	*				
3.- Almacenaje y apilamiento de material				1	2	0.25				*	
4.-Transportar al area de biselado de planchas habilitadas				1	12	0.25			*		
5.- Biselado de planchas				3	0	1.00	*				
6.- Transportar al area de pre-curvado de las planchas				1	23	0.30			*		
7.- Pre-curvado de las planchas				2	0	2.00	*				
8.- Transportar al area de rolado				1	14	0.30			*		
9.- Conformado y Rolado				2	0	2.00	*				
10.- Transportar al area de soldadura				1	12	0.08			*		
11.- Soldeo de tuberías o pilotes				2	0	4.00	*				
12.- Inspección soldadura END-Tintes penetrantes				1	0	0.30		*			
13.- Transportar al area rectificación (redondeo de diametros)				1	13	0.08			*		
14.- Redondeo de diametros de tuberías				2	0	1.45	*				
15.- Transporte al area de limpieza mecánica				1	47	0.30			*		
16.- Limpieza mecánica				3	0	0.30	*				
17.- Liberación y END-Ultrasonido				2	0	1.00	*				
18.- Transporte al area almacenaje				1	19	0.11			*		
19.- Almacenaje para despacho				2	0	0.30			*		
20.- Emabale y envio				2	0	0.30	*				
TOTAL				32	162	15.07	8	2	8	0	2

Nota: Elaboración propia

3.2.3 Estudio de tiempos con la mejora


Posterior al estudio de métodos realizados con las mejoras propuestas en la empresa Axis ingeniería y proyectos sac para la fabricación de pilotes de acero se volvió a realizar el estudio de tiempos donde se siguió el procedimiento adecuado:

- a) Se convocó a los mismos operarios adecuados según menciona el estudio de tiempos en caso del operario calificado cuyas características van de una experiencia mínima de 02 años, con 03 capacitaciones al año como mínimo y cuyas edades están dentro de 25 a 40 años.
- b) Se tomó un nuevo registró cuya información contiene 10 tomas para 20 actividades, en la mejora se propuso no considerar las actividades de operación de habilitado-corte y transporte en la fabricación de pilotes en el taller.
- c) Se obtuvo un actual tiempo observado para cada actividad, del cual el resultado es el promedio de las 10 tomas.
- d) Se registró un nuevo tiempo normal o básico, el factor de valoración se mantuvo porque los colaboradores del proceso son los mismos.
- e) El próspero tiempo estándar por cada fabricación de 01 pilote de acero es de 857.7 tiempo estándar. Ver figura N°25.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 25:

DAP propuesto

		FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS				Codigo: F-02-030																
Estudio código: 002-2022		Nombre de la fabricación: PILOTES DE ACERO Ø910MM		Orden de trabajo: 3404		Fecha: 6/01/2022																
Estudio código: 002-2022		Fecha: 04/04/22		Operador: Varios		Revisión: 0																
		Tipo de cronometraje: Acumulativo				Pag: 1																
						Tomador de tiempos: Rudy Maldonado																
						Numero de registro: ET-2022-002																
Datos en minutos																						
N° Etapa	N° Actividad	Descripción detallada del elemento	Nombre del operario	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Tiempo observado	Tiempo Básico	SUPL %	Tiempo Estándar	Homologo		
1	Ingreso de Vehículo con material		-	1	10.0	14.0	15.0	14.0	15.0	15.0	13.0	14.0	14.0	15.0	1	14.5	14.5	1.09	15.8	15.8		
2	Descarga de material		Peralta / Vicente	0.9	31.0	28.0	30.0	31.0	29.0	30.0	29.0	30.0	32.0	29.0	10	29.9	26.9	1.10	31.2	3.1		
3	Almacenaje y apilamiento de material		Peralta	1	15.0	14.0	13.0	14.0	15.0	14.0	15.0	13.0	13.0	14.0	10	14.0	14.0	1.10	16.2	1.6		
4	Transportar al area de biselado de planchas habilitadas		Peralta	0.9	14.0	15.0	14.0	16.0	15.0	14.0	15.0	14.0	16.0	15.5	1	14.9	13.4	1.09	14.6	14.6		
5	Biselado de planchas		Dimas	0.8	60.0	58.0	57.0	57.4	58.0	57.4	61.0	59.0	58.0	62.0	1	58.8	47.0	1.11	52.2	52.2		
6	Transportar al area de pre-curvado de las planchas		Peralta	1.1	20.0	21.0	19.0	18.0	19.0	21.0	20.0	19.0	18.0	18.5	1	19.4	21.3	1.09	23.2	23.2		
7	Pre-curvado de las planchas		Vladi	1.1	19.0	20.0	19.5	19.7	21.1	20.0	19.4	18.9	21.4	20.1	1	19.9	21.9	1.11	24.3	24.3		
8	Transportar al area de rolado		Peralta	0.9	19.7	20.0	21.0	17.8	18.3	19.0	21.0	20.0	18.5	18.6	1	19.4	17.5	1.09	19.0	19.0		
9	Conformado y Rolado		Javier	1	111.0	120.0	117.0	114.0	122.0	123.0	113.0	115.7	116.8	122.5	1	117.5	117.5	1.11	130.4	130.4		
10	Transportar al area de soldadura		Pereda	1.1	5.1	5.3	4.8	4.7	4.5	5.3	5.0	5.1	4.8	4.7	1	4.9	5.4	1.09	5.9	5.9		
11	Soldado de tuberías o pilote		Yaranga	1.2	240.0	243.0	250.0	247.0	249.0	248.0	247.0	246.0	241.0	255.0	1	246.6	295.9	1.13	334.4	334.4		
12	Inspección soldadura END-Tintas penetrantes		Coronel	1.2	22.0	20.1	19.4	23.0	19.4	19.9	21.4	20.7	21.5	19.8	1	5.0	5.9	1.11	6.6	6.6		
13	Transportar al area rectificación (redondeo de diámetros)		Pereda	0.9	5.5	5.2	4.9	4.8	4.7	4.9	5.0	5.2	4.6	4.7	1	5.0	4.5	1.09	4.9	4.9		
14	Redondeo de diámetros de tuberías		Villegas	0.9	81.0	85.0	84.0	86.0	91.0	87.0	89.0	85.8	79.5	83.4	1	85.2	76.7	1.11	85.1	85.1		
15	Transporte al area de limpieza mecánica		Pereda	1	4.5	4.9	5.7	5.4	4.9	5.2	5.1	5.4	5.7	5.4	1	5.2	5.2	1.09	5.7	5.7		
16	Limpieza mecánica		Morales	1.1	18.8	17.6	19.4	19.1	17.8	17.1	19.2	18.2	18.5	20.1	1	18.6	20.4	1.14	23.3	23.3		
17	Liberación y END-Ultrasonido		Coronel / León	1.2	62.5	59.5	57.7	64.3	65.5	62.9	58.8	59.7	61.3	62.4	1	61.5	73.8	1.11	81.9	81.9		
18	Transporte al area almacenaje		Pereda	1.1	6.5	6.8	5.9	6.5	6.4	6.0	6.3	6.5	6.4	6.1	1	6.3	7.0	1.09	7.6	7.6		
19	Almacenaje para despacho		Peralta / Vicente	0.9	14.1	15.3	16.4	16.7	14.8	15.6	14.5	15.4	16.2	14.5	1	15.4	13.8	1.11	15.3	15.3		
20	Embale y envío		Paulino	0.9	13.7	14.8	14.7	13.2	15.2	14.2	13.9	14.9	13.3	13.5	5	14.1	12.7	1.11	14.1	2.8		
																			911.7	897.7		

Observaciones: V= Valoración
ESTUDIO DE TIEMPOS CON LA MEJORA

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Diagnostico de la situación actual de la empresa axis ingeniería y proyectos sac

4.1.1 Análisis del proceso de fabricación de pilote de acero

A continuación, se describe el proceso de fabricación y los resultados que se deben mantener basadas a las herramientas aplicadas como propuesta:

- a) Recepción de materiales: Este proceso debe mantenerse con el ingreso de transporte con el material en este caso son planchas de acero, luego se realiza la maniobra para la descarga.
- b) Almacenamiento: Se debe conservar el almacenamiento de las planchas de acero en la misma ubicación de taller.
- c) Habilitado: Se propuso que el área de logística adquiera de sus proveedores las planchas o materiales con las dimensiones preparadas para el rolado según planchajes de corte para omitir el proceso habilitado en taller y transporte.
- d) Biselado: Se preserva la operación del biselado, esta actividad se realiza con una herramienta denominada oxicorte y herramientas de desbaste para configurar un Angulo de 30° en los bordes de la plancha, esta operación es manual por lo que se da una tolerancia de $\pm 5^\circ$.
- e) Precurvado: Luego se transporta al área de pre curvado esta operación tiene como finalidad hacer un ligero plegado a los bordes para darle el pase al rolado.
- f) Rolado: Esta operación se debe preservar, convertir la plancha en forma de tubería y/o darle forma de tipo geometría circular, forma parte del proceso de construcción.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

g) Soldadura uniones longitudinales: Esta operación debe mejorarse posicionando el elemento a soldar a una altura adecuada donde el operario soldador permanezca parado o sentado mejorando su postura del trabajador.

h) Soldadura uniones circunferenciales: Esta operación debe mejorarse posicionando el elemento a soldar en unos polines rotatorios para que el operario trabajador permanezca parado o sentado mejorando la postura del trabajador.

i) Inspección: Es importante mantener esta inspección por el área de control de calidad para asegurar la sanidad y fiabilidad de las uniones soldadas.

j) Limpieza mecánica: seguidamente se procede en área de limpieza mecánica la limpieza general de las zonas dañadas por maniobra, salpicaduras causadas por la soldadura, acabado final en los biseles.

k) Inspección: La liberación del producto terminado por el área de control de calidad se debe conservar mediante los ensayos no destructivos (END).

l) Almacenaje: El pilote de acero es almacenada y embalada conforme se va produciendo y se agrupan para despacho, perdura la operación.

4.1.2 Análisis de diagrama Ishikawa

El Objetivo del consenso realizado en la reunión es poder analizar y tener un panorama más claro sobre la problemática en el área de producción, el diagrama Ishikawa fue la primera herramienta utilizada, se precisa que el jefe de producción y el jefe de rolado coincidieron que el problema es la baja productividad y representando un 40%, el jefe de habilitado indico que el problema era el cuello de botella que representa 20%, el jefe de soldadura reconoció que la mala postura del operario al realizar la operación de soldadura

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

era un factor de bajo rendimiento y representa un 20% al igual que el exceso de transporte.

En la tabla N°3 se muestra el resumen del consenso.

Tabla 3:

Resumen del consenso del problema

Personas	Problemas	Veces	%
Jefe de producción, Jefe rolado	Baja productividad	2	40
Jefe de habilitado	Cuello de botella	1	20
Jefe de soldadura	Mala postura operario soldador	1	20
Rudy Maldonado Sup. Producción	Exceso transporte operación	1	20
		Total	100

Nota: Elaboración propia

Finalmente, al término del proceso se pudo obtener que la baja productividad viene a ser el problema principal, a partir de ahí se empezó a encontrarse las diferentes causas a este problema. Ver diagrama de imagen Ishikawa N°18.

4.1.3 Análisis de diagrama DAP

En la comparación del DAP actual y el DAP propuesto se obtuvo un 21.3% de disminución de horas, esto se consigue minimizando los excesos de recorridos con la nueva reubicación de las actividades. Ver tabla N°4

Tabla 4:

Comparativa en horas

Herramienta	Tiempo (horas)
--------------------	-----------------------

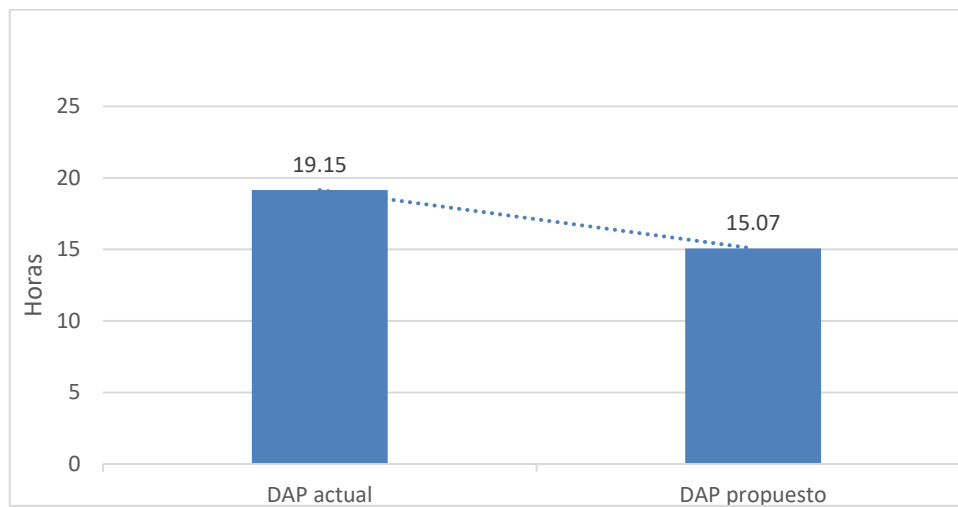
“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

DAP actual	19.15
DAP propuesto	15.07
% de disminución	21.3

Nota: Elaboración propia

Figura 26

DAP propuesto vs DAP Actual



Nota: Elaboración propia

También se puede apreciar la reducción de actividades con una de 01 operación y 01 transporte menos, que se observa en el DAP, con esta propuesta se evita un recorrido de 18 metros por cada tubería o pilote. Ver tabla N°5.

Tabla 5

Resumen de actividades

Actividad	Met.Actual	Met.Mejorado	Diferencia
Operación	9	8	1
Inspección	2	2	0

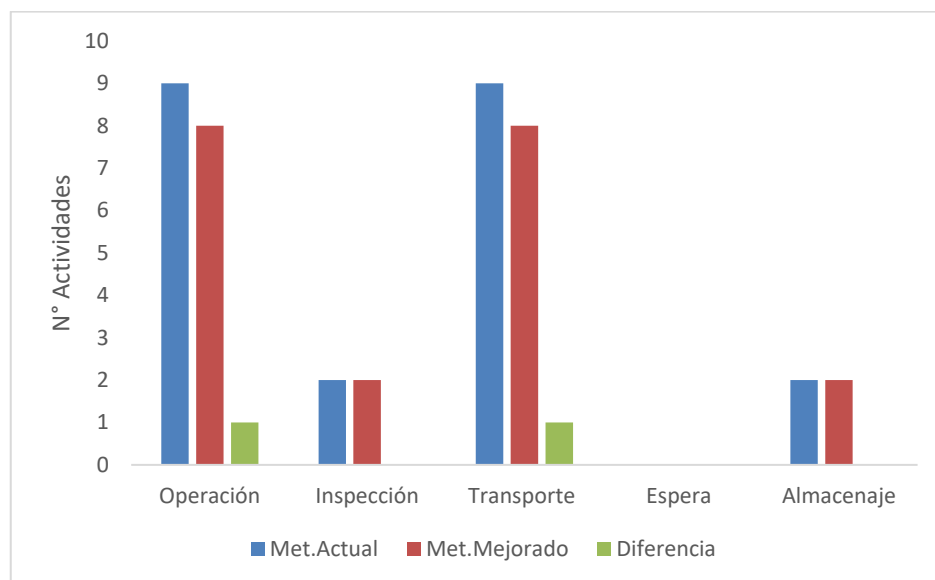
“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Transporte	9	8	1
Espera	0	0	0
Almacenaje	2	2	0

Nota: Elaboración propia

Figura 27

Reducción de actividades



Nota: Elaboración propia

4.1.4 Análisis de estudio de tiempos

Se precisa que el análisis total del recorrido propuesto es considerablemente optimo simplificando a la mitad de distancia aproximadamente del global de traslados siendo de 310 metros a 162 metros, como se muestra en la tabla N°6.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Tabla 6

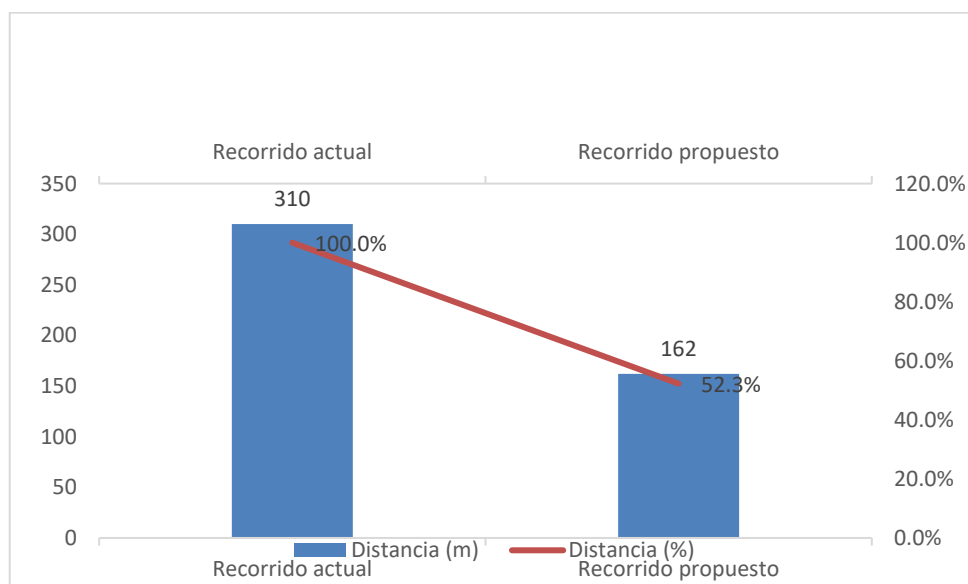
Comparativo recorrido (m)

Estudio tiempos	Distancia (m)	Distancia (%)
Recorrido actual	310	100.0%
Recorrido propuesto	162	52.3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Reducción de recorrido



Nota: Elaboración propia

Luego de evaluar y contrastar los resultados de ambos estudios, el tiempo estándar actual y el tiempo estándar mejorado son de 22.81 horas y 15.95 horas respectivamente, lo que demuestra una reducción del 30 % s lo que ocasionará una mejora en la productividad en el ara de producción. Además, esta mejora mostrará una reducción de costos que a futuro se puede calcular. Ver tabla N°7.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Tabla 7

Comparativo tiempo estándar

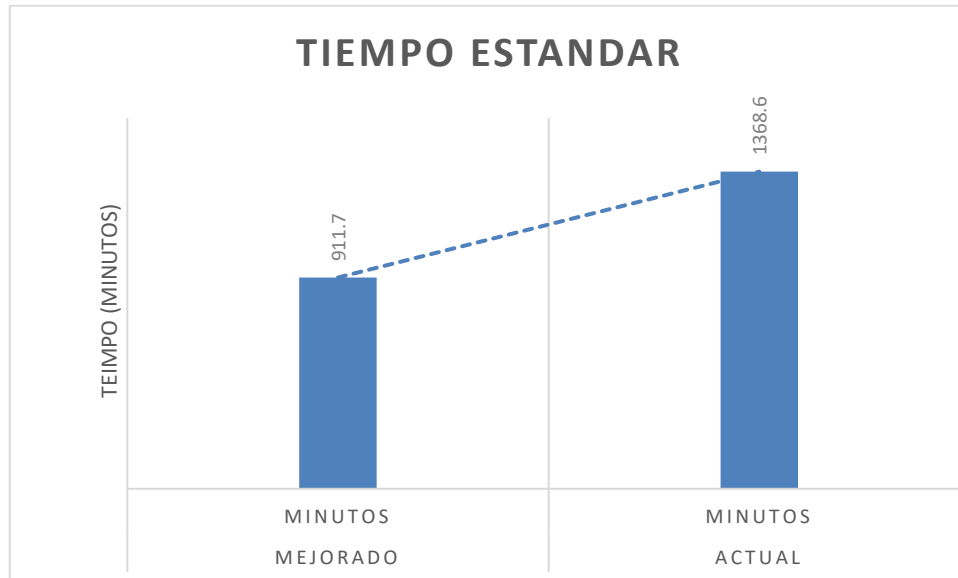
Tiempo estandar			
Mejorado		Actual	
minutos	Horas	minutos	Horas
911.7	15.195	1368.6	22.81

Nota: Elaboración propia

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

Figura 29

Comparativo tiempo estándar



Nota: Elaboración propia

Presenta y analiza los resultados obtenidos con el proyecto laboral. Se puede hacer uso de tablas y figuras (en algunos casos ecuaciones), sin redundar en la información presentada.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La solución al problema de baja productividad se puede comprobar con un análisis de estudio de métodos y tiempos en el área de producción de la empresa Axis ingeniería y proyectos SAC.
- Es importante recalcar que la definición de la problemática fue posible gracias al personal que participo en el taller de diagrama Ishikawa.
- El estudio de tiempos y la nueva ubicación de actividades para la fabricación de pilotes tuvo significativa reducción de recorrido (metros) del producto, alcanzando reducir un 47.7%, Acelerando el flujo de producción del pilote de acero así mismo asegura el cumplimiento con las fechas de entrega de las ordenes de pedido.
- Las horas hombre empleadas por cada elemento fabricado se optimizó en un 34.7%, al inicio se empleaban 21.9 horas (1314.6 minutos), por tanto, con la propuesta se obtiene 14.3 horas (858 minutos), por consiguiente, en tendencia de las utilidades mejoran logrando una estabilidad laboral para todos los colaboradores.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

RECOMENDACIONES

- Se recomienda reuniones mensuales de concientización laboral al personal evaluado y los participantes de presente proyecto para conservar el tiempo estándar
- Se recomienda el mantenimiento de equipos de las máquinas de soldar para un mejor desempeño óptimo
- Se recomienda realizar seguimiento a todas las mejoras descritas o propuestas.
- Se recomienda que se agregue bonificaciones extras (costo-beneficio) a los trabajadores que tengan una valoración de trabajo superiores o iguales a 1.2%, con el fin de motivarlos y se logre mejorar o mantener el tiempo estándar.
- Se recomienda establecer frecuencia de toma de tiempos cada cierto periodo al proceso de fabricación por cada actividad con el objetivo de registrar las mediciones y mejoras constantemente.

REFERENCIAS

- FMI. (2018). Perspectivas más halagüeñas, optimismo en los mercados, retos futuros. *Perspectivas de la economía mundial - Al día, actualización de las proyecciones centrales, 1.*
- FMI. (2019). Debilitamiento de la expansión mundial. *Perspectivas de la economía mundial - Al día - Actualización de las proyecciones centrales, 2.*
- Ganoza, R. (2018). Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú [Tesis de licenciatura]. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*, <https://hdl.handle.net/11537/14846>.
- Garro, R. (2017). Aplicación de ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el proceso de mecanizado de pines de rueda guía en la empresa BM ingenieros S.A.C, Lima-2017. *Tesis*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Grimaldo, G., Silva, J., & Molina, J. (2014). Análisis y tiempos: Empresa Textil Stand Deportivo. *Grupo de Investigación LOGyCA*. Universidad de Boyacá, Colombia.
- Hernández; Fernández; Baptista;. (2014). *Metodología de la investigación cinética*. México: MC Grill.
- Lago, A. E. (2016). *Ingeniería Industrial. Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Novoa, F. (2016). “*estudio de métodos y tiempos en la línea de producción de medias deportivas de la empresa Baytex Inc Cia. Ltda para el mejoramiento de la productividad*”. Ecuador: Universidad Técnica del Norte.


“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

- Quiñonez, S. (2017). Estudio del trabajo para incrementar la productividad en la liena de corte de melamina en la empresa inversiones Lineasuo SAC,V.E.S.2017. *Tesis Grado*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Rodríguez, N., Chaves, N., & Martínez, P. (2014). Propuesta para la reducción de los tiempos. *Revista Lasallista de Investigación - Vol. 11 No. 2 - 2014 - 43•50*, 1.
- Ruiz, H. (2018). "Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- SNI. (2018). Reporte sectorial N° 10 .-2018 Industria Metalmecánica (Resumen). *Instituto de estudios economicos y sociales* , https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2019/06/Resumen_Reporte-Sectorial-Metalmec%C3%A1nica.pdf.
- SNI. (2019). Industria metalemcanica crecio 10,2%. *Sociedad Nacional de Industrias*, <https://sni.org.pe/sni-industria-metalmecanica-crecio-102/>.
- Torre, K. (2017). Aplicación de ingenieria de métodos para la mejora de la productividad en la linea de producción de bandejas portacables perforadas de la empresa Falumsa S.R.L Lima,2017. *Tesis Grado*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

ANEXOS

ANEXO N.º 1 Formato de orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO N° 1665	
RUC: 20549537040		Fecha de Emisión de la Orden : 03/12/2019	Fecha Impresión : 10/02/2021
Servicio de Fabricación		Fecha Máx de Entrega 06/12/2019	Hora Impresión : 15:35:50
CLIENTE	FERNANDO PACHECO .	RUC: 12341234	
Persona de Contacto			
N° Ord. Compra 3245	Cliente entrega	Material <input checked="" type="checkbox"/>	Muestras <input type="checkbox"/>
Planos <input type="checkbox"/>			
Indicaciones adicionales Cliente			
ADELANTO \$2000.00 EN RECIBO N° 427 / SALDO \$464.00 EN RECIBO N° 442			
DETALLE DEL TRABAJO			
1	14.00	UND	SERVICIO DE FABRICACION DE TUBO 8"SCH80X6M SOLDADO A DISCO Ø15" ESP=1" EL CLIENTE PROPORCIONARA EL MATERIAL(PLANCHA Y TUBO) ACABADO SUPERFICIAL SSPC-3 NO SE PINTARA ,NI GALVANIZARA

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

ANEXO N.º 2 Ensayos no destructivos END-UT aplicados en la inspección



“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

ANEXO N.º 3 Cronómetro utilizado en el estudio de tiempos




“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en
el área de producción para incrementar la
Productividad en la empresa de metal mecánica
Axis ingeniería y proyectos sac”

ANEXO N.º 4 Inserción de polines rotativos para mejorar posturas en el área de soldadura



“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”


ANEXO N.º 5 Registro de estudio de tiempos inicial o actual

		FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS															Código F-OC-030 Fecha Revisión: 01/01/2022 Pág: 0			
Estudio código: 001-2022 Estudio código: 001-2022		Nombre de la fabricación: PILOTES DE ACERO Ø910MM Fecha: 22/03/22		Orden de trabajo: 3464 Operador: Varios		Cliente: MOTA ENIGIL PERU										Tomador de Tiempos: Rudy Maldonado Número de registro: ET-2022-001				
Nº Etapa	Nº Actividad	Descripción detallada del elemento	Nombre del operario	V	Datos en minutos										Tiempo observado	Tiempo Básico	SUPL.%	Tiempo Estandar	Homologo	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						F
1		Ingreso de Vehículo con material	-	1	16.0	14.0	13.0	14.0	13.0	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	13.0	1	14.5	1.09	13.8	13.8
2		Descarga de material	Peralta / Vicente	0.9	31.0	28.0	30.0	31.0	29.0	30.0	29.0	30.0	29.0	30.0	29.0	10	29.9	1.16	31.2	31.1
3		Almacenaje y apilamiento de material	Peralta	1	13.0	14.0	13.0	14.0	15.0	14.0	15.0	13.0	13.0	14.0	10	14.0	1.16	16.2	16.2	1.6
4		Transportar al área de habilitado corte CNC	Peralta	1	26.0	27.0	28.0	26.0	27.0	26.0	28.0	27.0	28.0	27.0	28.0	1	27.2	1.09	29.6	29.6
5		Corte y habilitado con maquina CNC	Rodrigo	1.1	61.0	59.0	58.0	59.0	60.0	58.0	59.0	61.0	60.0	59.0	1	59.4	1.09	71.2	71.2	
6		Transportar al área de biselado de planchas habilitadas	Peralta	0.9	14.0	15.0	14.0	16.0	15.0	14.0	15.0	14.0	16.0	15.5	1	14.9	1.09	14.0	14.0	
7		Biselado de planchas	Dimas	0.8	60.0	58.0	57.0	57.4	58.0	57.4	58.0	61.0	59.0	62.0	1	58.8	1.11	52.2	52.2	
8		Transportar al área de planchas biseladas	Peralta	1.1	20.0	21.0	19.0	18.0	19.0	21.0	21.0	20.0	19.0	18.5	1	19.4	1.09	23.2	23.2	
9		Pre-curvado de las planchas	Vicente	1.1	120.0	115.0	117.0	124.0	125.0	118.0	117.0	116.0	119.0	126.0	1	119.7	1.11	146.2	146.2	
10		Transportar al área de rolado	Peralta	0.9	19.7	20.0	21.0	17.8	18.3	19.0	21.0	20.0	18.5	18.0	1	19.4	1.09	19.0	19.0	
11		Conformado y Rolado	Javier	1	111.0	120.0	117.0	114.0	122.0	123.0	113.0	115.7	116.5	122.5	1	117.5	1.11	130.4	130.4	
12		Transportar al área de soldadura	Pereda	1.1	17.0	18.0	16.0	19.0	17.4	18.7	17.2	16.5	18.8	17.2	1	17.6	1.09	21.1	21.1	
13		Soldado de tuberías o pilotes	Yaranga	1.2	360.0	355.0	340.0	345.0	383.0	389.0	375.0	361.0	347.0	369.0	1	362.4	1.13	491.4	491.4	
14		Inspección soldadura END-Teles peralzas	Coronel	1.2	22.0	20.1	19.4	23.0	19.4	19.9	21.4	20.7	21.5	19.8	1	20.7	1.11	27.6	27.6	
15		Transportar al área rectificación (redondeo de diámetros)	Pereda	0.9	21.0	20.0	19.0	18.8	18.5	20.6	20.3	18.7	21.4	19.5	1	19.8	1.09	19.4	19.4	
16		Redondeo de diámetros de tuberías	Villegas	0.9	81.0	85.0	84.0	86.0	91.0	87.0	89.0	85.8	79.5	83.4	1	85.2	1.11	85.1	85.1	
17		Transporte al área de limpieza mecánica	Pereda	1	19.4	21.7	21.4	19.8	20.5	20.4	20.7	19.3	19.7	21.4	1	20.4	1.09	22.3	22.3	
18		Limpieza mecánica	Morales	1.1	18.8	17.6	19.4	19.1	17.8	17.1	19.2	18.2	18.5	20.1	1	18.6	1.14	23.3	23.3	
19		Libración y END-Ultrasonido	Coronel / León	1.2	62.5	59.5	57.7	64.3	65.5	62.9	58.8	59.7	61.3	62.4	1	61.5	1.11	81.9	81.9	
20		Transporte al área almacenaje	Pereda	1.1	14.0	13.7	15.1	14.8	14.2	13.9	15.3	15.2	15.0	14.2	1	14.5	1.09	17.4	17.4	
21		Almacenaje para despacho	Peralta / Vicente	0.9	14.1	15.3	16.4	16.7	14.8	15.0	14.5	15.4	16.2	14.5	1	15.4	1.11	15.3	15.3	
22		Embale y envío	Paulino	0.9	13.7	14.8	14.7	13.2	15.2	14.2	13.9	14.9	13.3	13.5	5	14.1	1.11	14.1	14.1	
																		1368.6	1368.6	

Observaciones: V= Valoración
ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL

“ Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la Productividad en la empresa de metal mecánica Axis ingeniería y proyectos sac”

ANEXO N.º 6 Registro de estudio de tiempos posterior o mejorado

		FORMATO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS										Código F-OC-030 Fecha Revisión: 01/01/2022 Pág: 0 1								
Estudio código: 002-2022 Estudio código: 002-2022		Nombre de la fabricación: PILOTES DE ACERO Ø910MM Fecha: 04/04/22		Orden de trabajo: 3464 Cliente: MOTA ENIGL PERU		Operador: Varios		Tomador de tiempos: Rudy Maldonado		Número de registro: ET-2022-002										
Nº Etapa	Nº Actividad	Descripción detallada del elemento	Nombre del operario	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Tiempo observado	Tiempo Básico	SUPL.%	Tiempo Estandar	Homologo
1		Ingreso de Vehículo con material		1	16.0	14.0	13.0	14.0	15.0	13.0	14.0	14.0	14.0	15.0	1	14.5	14.5	1.09	15.8	13.8
2		Descarga de material	Peralta / Vicente	0.9	31.0	25.0	30.0	31.0	29.0	30.0	29.0	30.0	32.0	29.0	10	29.9	26.9	1.16	31.2	3.1
3		Almacenaje y apilamiento de material	Peralta	1	15.0	14.0	13.0	14.0	15.0	14.0	15.0	13.0	13.0	14.0	10	14.0	14.0	1.16	16.2	1.6
4		Transportar al área de lavado de planchas habilitadas	Peralta	0.9	14.0	15.0	14.0	16.0	15.0	14.0	15.0	14.0	16.0	15.5	1	14.9	13.4	1.09	14.0	14.0
5		Busiado de planchas	Dimas	0.8	60.0	58.0	57.0	57.4	58.0	57.4	61.0	59.0	58.0	62.0	1	58.8	47.0	1.11	52.2	32.2
6		Transporte al área de preparación de planchas	Peralta	1.1	20.0	21.0	19.0	18.0	19.0	21.0	20.0	19.0	18.0	18.5	1	19.4	21.3	1.09	23.2	23.2
7		Pre-curvado de las planchas	Vladí	1.1	19.0	20.0	19.5	19.7	21.1	20.0	19.4	18.9	21.4	20.1	1	19.9	21.9	1.11	24.3	24.3
8		Transportar al área de rodado	Peralta	0.9	19.7	20.0	21.0	17.8	18.3	19.0	21.0	20.0	18.5	18.0	1	19.4	17.5	1.09	19.0	19.0
9		Conformado y Molado	Javier	1	111.0	120.0	117.0	114.0	122.0	123.0	113.0	115.7	116.8	122.5	1	117.5	117.5	1.11	130.4	130.4
10		Transportar al área de soldadura	Pereda	1.1	5.1	5.3	4.8	4.7	4.5	5.3	5.0	5.1	4.8	4.7	1	4.9	5.4	1.09	5.9	5.9
11		Soldado de tuberías o pilotaje	Yaranga	1.2	240.0	243.0	250.0	247.0	249.0	245.0	247.0	246.0	241.0	255.0	1	246.0	295.9	1.13	334.4	334.4
12		Inspección soldadura END-Trizas penetrantes	Coronel	1.2	22.0	20.1	19.4	23.0	19.4	19.9	21.4	20.7	21.5	19.8	1	20.0	20.0	1.11	21.5	21.5
13		Transportar al área de rectificación (redondeo de diámetros)	Pereda	0.9	5.5	5.2	4.9	4.8	4.7	4.9	5.0	5.2	4.6	4.7	1	5.0	4.5	1.09	4.9	4.9
14		Redondeo de diámetros de tuberías	Villegas	0.9	81.0	85.0	84.0	86.0	91.0	87.0	89.0	85.8	79.5	83.4	1	85.2	76.7	1.11	85.1	85.1
15		Transporte al área de limpieza mecánica	Pereda	1	4.5	4.9	5.7	5.4	4.9	5.2	5.1	5.4	5.7	5.4	1	5.2	5.2	1.09	5.7	5.7
16		Limpieza mecánica	Morales	1.1	18.8	17.6	19.4	19.1	17.8	17.1	19.2	18.2	18.5	20.1	1	18.0	20.4	1.14	23.3	23.3
17		Liberación y END-Ultrasonido	Coronel / León	1.2	62.5	59.5	57.7	64.3	65.5	62.9	58.8	59.7	61.3	62.4	1	61.5	73.8	1.11	81.9	81.9
18		Transporte al área almacenaje	Pereda	1.1	6.5	6.8	5.9	6.5	6.4	6.0	6.3	6.5	6.4	6.1	1	6.3	7.0	1.09	7.6	7.6
19		Almacenaje para despacho	Peralta / Vicente	0.9	14.1	15.3	16.4	16.7	14.8	15.6	14.5	15.4	16.2	14.5	1	15.4	13.8	1.11	15.3	15.3
20		Embate y envío	Paulino	0.9	13.7	14.8	14.7	13.2	15.2	14.2	13.9	14.9	13.3	13.5	5	14.1	12.7	1.11	14.1	2.8
																			811.7	837.7

Observaciones: V= Valoración
ESTUDIO DE TIEMPOS CON LA MEJORA