



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



TESIS

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
MEDIANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN PRINCIPAL EN LA EMPRESA INVERSIONES PUNTO AZUL
S.A.C, AÑO 2016 - 2017”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

Bach. Abigail Coralí Huallpa Apumaita.

**Para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Industrial.**

ASESOR:

Ing. Arturo Chuquimia Hurtado.

CUSCO – PERÚ

2018



DEDICATORIA

A mis padres Wilfredo, Celedonia y mi hermano Daniel; quienes son parte de mi vida, con mucho amor y agradecimiento por su apoyo.

Abigail Corali Huallpa Apumaita



AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien es mi amigo en todo momento y lugar; quien permite este logro de acuerdo a mi esfuerzo; me siento muy agradecida.

A mis docentes guías de mi desarrollo profesional, que con sabiduría me brindaron su conocimiento y experiencia, para enfrentar los desafíos empresariales, para ellos mis profundos agradecimientos.

Abigail Corali Huallpa Apumaita



RESUMEN

Las pequeñas y medianas empresas (Pymes) presentan problemas que influyen adversamente sobre su productividad: trabajo desergonómicos, distancias largas, etc. Para ello aplicaremos el estudio de tiempos y movimientos.

Estudio que nos mostrará las actividades críticas que son imperceptibles a simple vista; este verifica el proceso productivo, registra las actividades y asigna valores de tiempos; de este modo establece tiempos estándares y califica el desempeño del operario. El estudio se viene realizando en una pyme metalmecánica, INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C.; quien se dedica a la fabricación de mezcladoras de 5 pies³ en la región del Cusco.

El resultado nos alcanza que un lote de 12 mezcladoras es producido en 104 h, bajo las condiciones mencionadas al inicio. Si implementamos la mejora se podrá reducir a 86.7 h; asimismo obteniendo numerosas alternativas de optimización.

Con la propuesta se incrementó la productividad en un 20 % usando los recursos actuales; esto nos indica que es significativa la mejora. Es por ello que las Pymes metalmecánica en nuestro país deberían implementar un departamento de ingeniería de métodos y/o tercerizarlo; así estos lograrían incrementar su productividad.



SUMMARY

Small and medium-sized enterprises (SMEs) present problems that adversely affect their productivity: desergonomic work, long distances, etc.

Study that shows us the critical activities that are imperceptible a simple view; This verifies the production process, records the activities and assigns time values; in this way, a series of times and a qualification of the operator's performance. The study is carried out by making a metalworking pirmera, INVERSIONES PUNTO AZUL S.A. Who is dedicated to the manufacture of mixers of 5 feet³ in the region of Cusco.

The result allows us to obtain a batch of 12 new features in 104 hours, under the conditions mentioned at the beginning. If we implement the improvement it can be reduced in 86.7 hours; together obtaining numerous optimization alternatives.

With the proposal, productivity was increased by 20% using current resources; This tells us that the improvement is significant. That is why the metalworking SMEs in our country must implement a method engineering department and / or outsource it; This way you will increase your productivity.



INTRODUCCION

La presente investigación denominada “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LA LINEA PRINCIPAL EN LA EMPRESA INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C, AÑO 2016 - 2018” Busca proponer una mejora de la productividad de la línea principal.

El objetivo principal es realizar un estudio de tiempos y movimientos en el área de producción específicamente la línea principal para desarrollar una propuesta de mejora de la productividad. En los últimos años la producción en las grandes empresas se ha ido ordenando aplicando los conocimientos y técnicas para incrementar la productividad, principalmente en aspectos de tipo tecnológico, organizacional, documental y económico. Acondicionando la operatividad de un proceso.

En búsqueda de mejoras de la producción, se han creado técnicas, metodologías y filosofías, entre las nuevas tendencias encontramos: Ingeniería de métodos de trabajo, control de la calidad en el proceso, manufactura esbelta, entre otros.

En el Perú se tiene gran cantidad de pymes metalmecánicas que presentan inconvenientes que influyen adversamente sobre la optimización de la productividad como: retrasos en la entrega de los de los productos, tiempos muertos, distancias largas de recorridos, desorden, etc.; lo que trae altos costos y tiempos prolongaos, por ende, baja productividad.

La empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., es una pyme con actitudes proactivas, encargada de diseñar, fabricar, distribuir y comercializar maquinarias y equipos en el departamento del Cusco, se encuentra implementado estas políticas. El interés del trabajo radica en que el sistema actualmente presenta inconvenientes que influyen adversamente sobre la productividad, como lo son: retrasos en la entrega de los productos, tiempos muertos de las máquina y equipos, distancias largas de recorridos, desorden, falta de limpieza. Por otro



lado, resaltar la importancia que representa lograr una producción normal de acuerdo a la capacidad instalada.

Esta investigación muestra cuanto es el efecto del estudio de tiempos y movimientos en la productividad de una pyme metalmecánica en particular.

El capítulo I. Contiene los aspectos generales donde se desarrolla el planteamiento del problema, formulación, justificación y los objetivos a desarrollar.

El capítulo II. Está orientado al marco teórico, buscando relacionar elementos existentes como las teorías y elementos ya estudiados para relacionar con el problema propuesto.

El capítulo III. Nos ocupamos de la metodología orientado a la comprobación para ello se utilizará tablas de población e instrumentos de gestión para el procedimiento de recolección y análisis de datos.

El capítulo IV. Este capítulo describe el marco contextual de la empresa, asimismo selecciona la línea de producción principal.

El capítulo V. En este capítulo se muestra la descripción y datos de la línea de producción principal.

El capítulo VI. En este capítulo se muestra el análisis y resultados de la productividad con todos los datos obtenidos.

El capítulo VII. Determinación y validación de la propuesta de mejora de la productividad, nos orientamos al desarrollo de la solución.

El capítulo VIII. Muestra la discusión de los resultados y beneficios esperados.



INDICE GENERAL

INDICE GENERAL..... 8

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES 15

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 15

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA: 16

1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL . 16

1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS
ESPECÍFICOS:..... 16

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:..... 17

1.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:..... 17

1.3.2. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA:..... 17

1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL 17

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN: 17

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:..... 17

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:..... 17

1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO 18

1.5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL..... 18

1.5.2. DELIMITACIÓN SOCIAL 18

1.5.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL..... 18

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 19

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS 19

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL 19

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL 20

2.2. BASES TEÓRICAS-CIENTÍFICAS:..... 21

2.2.1. UBICACIÓN DENTRO DE LA CIU (CLASIFICACIÓN
INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME DE TODAS LAS
ACTIVIDADES ECONÓMICAS). 21

2.2.2. ANÁLISIS DE PARETO O METODO ABC DE LA CLASIFICACIÓN
DE PRODUCTOS:..... 23

2.2.3. TIPOS DE PRODUCCIÓN: 24

2.2.4. PRODUCTIVIDAD: 25

2.2.5. EL ESTUDIO DE MÉTODOS: 34

2.2.6. ESTUDIO DE TIEMPOS:..... 45



2.2.7. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: 66

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS 72

2.4. HIPOTESIS 75

2.5. VARIABLES 76

 2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE 76

 2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES 76

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES: 76

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 77

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA TESIS 78

 3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 78

 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA: 78

 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 79

CAPITULO IV: MARCO CONCEPTUAL DE LA EMPRESA Y LÍNEA PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN 81

 4.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA 81

 4.1.1. RAZÓN SOCIAL 81

 4.1.2. VISIÓN 81

 4.1.3. MISIÓN 81

 4.1.4. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS 81

 4.1.5. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA 82

 4.2. SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL: 83

 4.2.1. HISTORIAL DE PRODUCCIÓN Y VENTAS: 83

 4.2.2. APLICACIÓN DEL DIAGRAMA ABC: 90

CAPITULO V: DESCRIPCIÓN Y DATOS DE LA LÍNEA PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN 93

 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL: 93

 5.1.1. EL TIPO DE PRODUCCIÓN: 93

 5.1.2. PLANO DEL PRODUCTO PRINCIPAL: 93

 5.1.3. COSTOS DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL: 94

 5.1.4. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (DOP): 98

 5.1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: 99

 5.1.6. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL: 100

 5.1.7. DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL: 101



CAPITULO VI: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA PRODUCTIVIDAD. 102

6.1. ESTUDIO DE TIEMPOS:..... 103

6.2. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL: 106

CAPITULO VII: PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD. 108

7.1. ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO: 108

7.2. COSTOS PROPUESTOS PARA LA MEJORA: 115

7.2.1. PROPUESTA A: 115

7.2.2. PROPUESTA B: 116

7.3. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTO:..... 118

7.4. DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO: 119

7.5. PRODUCTIVIDAD PROPUESTA A:..... 120

7.6. PRODUCTIVIDAD PROPUESTA B:..... 121

CAPITULO VIII: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y LA PROPUESTA DE MEJORA..... 122

8.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LOS OBJETIVOS:.. 122

8.1.1. USO DEL DIAGRAMA ABC PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL: 122

8.1.2. USO DE LA TEORÍA PARA DETERMINAR LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL:..... 122

8.1.3. USO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PERMITIÓ ESTABLECER EL TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN:..... 123

8.1.4. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD: 123

8.2. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL:..... 124

8.3. COMPARACIÓN CRITICA DE LA PROPUESTA CON LA LITERATURA EXISTENTE. 124

8.4. DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS ESPERADOS. 125

8.5. VALORACIÓN DE BENEFICIOS ESPERADOS..... 125

8.6. LIMITACIONES:..... 126

CONCLUSIONES..... 127

RECOMENDACIONES 128

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 129



ANEXOS 130

RELACIÓN DE TABLAS

TABLA 1: TABLA DE WESTINGHOUSE QUE PROPORCIONA EL NÚMERO DE OBSERVACIONES NECESARIAS. 51

TABLA 2: NÚMERO DE CICLOS A OBSERVAR CUANDO SE UTILIZA EL CRITERIO DE LA GENERAL ELECTRIC. 52

TABLA 3: VALORES DE RELACIÓN DEL SLP 71

TABLA 4: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 77

TABLA 5: PRODUCTOS 83

TABLA 6: PRODUCCIÓN M.C. 5 PIES³-2016 83

TABLA 7: VENTAS M.C. 5 PIES³-2016..... 84

TABLA 8: PRODUCCIÓN M.C. 9 PIES³-2016 84

TABLA 9: VENTAS M.C. 9 PIES³-2016..... 85

TABLA 10: PRODUCCIÓN WINCHES -2016..... 85

TABLA 11: VENTAS WINCHES -2016..... 86

TABLA 12: PRODUCCIÓN M.C. 5 PIES³-2017 86

TABLA 13: VENTAS M.C. 5 PIES³-2017..... 87

TABLA 14: PRODUCCIÓN M.C. 9 PIES³-2017 87

TABLA 15: VENTAS M.C. 9 PIES³-2017..... 88

TABLA 16: PRODUCCIÓN WINCHES -2017..... 88

TABLA 17: VENTAS WINCHES -2017..... 89

TABLA 18: VALORES PARA EL DIAGRAMA ABC..... 90

TABLA 19: APLICACIÓN DEL DIAGRAMA ABC -2016..... 90

TABLA 20: APLICACIÓN DEL DIAGRAMA ABC -2017 91

TABLA 21: PRESUPUESTO DE MATERIAL DIRECTO 94

TABLA 22: MATERIALES INDIRECTOS 95

TABLA 23: MANO DE OBRA DIRECTA 96

TABLA 24: COSTO DE MATERIALES..... 96

TABLA 25: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL..... 96

TABLA 26: SERVICIOS PÚBLICOS 97

TABLA 27: COSTO DE PRODUCCIÓN 97

TABLA 28: UTILIDAD..... 97



TABLA 29: TABLA DE WESTINGHOUSE 103

TABLA 30: TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN - RESUMEN 105

TABLA 31: JUSTIFICACIÓN DE VARIACIÓN DE SUPLEMENTOS. 109

TABLA 32: TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN PROPUESTA A -
RESUMEN 113

TABLA 33: TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN PROPUESTA B -
RESUMEN 114

TABLA 34: COSTO DE PRODUCCIÓN 115

TABLA 35: UTILIDAD 115

TABLA 36: MANO DE OBRA DIRECTA PROPUESTA 116

TABLA 37: COSTO DE MATERIALES PROPUESTO 116

TABLA 38: IMPLEMENTACIÓN DE MUEBLES 116

TABLA 39: COSTO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO 117

TABLA 40: UTILIDAD 117

TABLA 41: CLASIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN 122

TABLA 42: PRODUCTIVIDAD ACTUAL 122

TABLA 43: PRODUCTIVIDAD PROPUESTA 123

TABLA 44: TABLA COMPARATIVA ENTRE PRODUCTIVIDAD ACTUAL Y
PROPUESTA 124

RELACIÓN DE FIGURAS

FIGURA 1: DISTRIBUCIÓN DE PARETO DE ACCIDENTES INDUSTRIALE . 24

FIGURA 2: DESCOMPOSICIÓN DEL TIEMPO INVERTIDO EN UNA
MÁQUINA 28

FIGURA 3: DESCOMPOSICIÓN DEL TIEMPO DE FABRICACIÓN 29

FIGURA 4: REACCIÓN EN CADENA DE UNA MAYOR PRODUCTIVIDAD... 32

FIGURA 5: OPORTUNIDADES DE AHORROS A TRAVÉS DE LA
APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS Y EL ESTUDIO DE
TIEMPOS. 33

FIGURA 6: DIAGRAMA DE PROCESOS OPERATIVOS QUE MUESTRAN LA
FABRICACIÓN DE ESTACIONES PARA TELÉFONOS. 37

FIGURA 7 : CONVENCIONES DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO. 38



FIGURA 8: CONJUNTO DE SÍMBOLOS DE DIAGRAMA DE PROCESO DE ACUERDO CON EL ESTÁNDAR ASME. 40

FIGURA 9: SÍMBOLOS NO ESTÁNDARES DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS..... 41

FIGURA 10: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS (MATERIAL) PARA LA PREPARACIÓN DE CORREO PUBLICITARIO DIRECTO..... 42

FIGURA 11: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA DISTRIBUCIÓN ANTIGUA DE UN GRUPO DE OPERACIONES DEL RIFLE GARAND..... 44

FIGURA 12: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA DISTRIBUCIÓN REVISADA DE UN GRUPO DE OPERACIONES DEL RIFLE GARAND M1..... 44

FIGURA 13: A) CRONÓMETRO ORDINARIO O DE SEGUNDOS, B) CRONÓMETRO DE VUELTA A CERO, Y C) CRONÓMETRO RETRAPANTE. 46

FIGURA 14: CALIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN. 53

FIGURA 15: SUPLEMENTOS POR EL USO DE LA FUERZA 59

FIGURA 16: SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO COMO PORCENTAJE DE LOS TIEMPOS NORMALES..... 63

FIGURA 17: DESCOMPOSICIÓN DEL CICLO DE TRABAJO 64

FIGURA 18: DIAGRAMA DE RELACIONES DE DORBEN CONSULTING. 70

FIGURA 19: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA..... 82

FIGURA 20: DIAGRAMA ABC- 2016 91

FIGURA 21: DIAGRAMA ABC- 2017 92

FIGURA 22: PLANO DE EXPLOSIÓN Y PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HORMIGONERA DE CONCRETO DE 5 PIES³/..... 93

FIGURA 23: DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO..... 98

FIGURA 24: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL 100

FIGURA 25: DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL I..... 101

FIGURA 26: DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL II..... 101

FIGURA 27: ELEMENTOS PARA LA PRODUCTIVIDAD 106

FIGURA 28: APLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE MUTHER 112

FIGURA 29: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTO 118

FIGURA 30: DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO I..... 119

FIGURA 31: DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO II..... 119



FIGURA 32: CONTRIBUCIÓN AL PBI POR SECTOR. 133

ANEXOS

ANEXO A: TABLA DE MATRIZ DE CONSISTENCIA. 131
ANEXO B: DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE LA PARTICIPACIÓN DE LA INDUSTRIAL EN SU PBI, A NIVEL MUNDIAL..... 132
ANEXO C: DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE LA PARTICIPACIÓN DE LA MANUFACTURA EN EL PBI, A NIVEL NACIONAL..... 133
ANEXO D: FORMATO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS DE ESTUDIO DE TIEMPOS: 134
ANEXO E: ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS ACTUAL; Y EL PROPUESTO EN CD..... 135

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad a nivel mundial las industrias manufactureras específicamente en la fabricación de maquinaria y equipo; poseen una tecnología avanzada en las fábricas y han invertido millones de dólares en la innovación de equipos industriales, aumento de la capacidad de producción y capacitación de la mano de obra; principalmente en China, Estados Unidos, Unión Europea, Japón e India. Por otro lado, poseen un alto porcentaje de la industria en su PBI y su participación en la industria global, según el Banco Mundial. Ver Anexo B.

En el Perú un estudio de la consultora PwC denominado "Doing Business and investing in Perú 2016" mencionó que el sector manufactura ha representado el 15% del PBI en promedio durante los últimos cinco años. Ver Anexo C.

ROCA S. (2017) afirma "Aunque viene perdiendo participación dentro del producto interno bruto (PBI) y que cada vez concentra mayor informalidad, la tecnología se ha convertido en la herramienta clave para reactivarla y formalizarla"

En la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. se dedica a la fabricación de maquinarias: mezcladoras de concreto de 9 pies³, mezcladoras de concreto de 5 pies³, winche para concreto y venta de las mismas. También a la venta de otras maquinarias, herramientas y artículos de ferretería que son traídos de Lima e importados.

En la actualidad el área de producción de la empresa tiene retrasos en la entrega de los productos, tiempos muertos de las máquina y equipos, distancias largas de recorridos, desorden, falta de limpieza e instalaciones inseguras. Lo que requiere de un control para evitar paradas y demoras que compitan en precio, calidad, satisfacción y seguridad con otras ofertas.



Asimismo, cabe mencionar que no se ha determinado los estándares de tiempo del proceso de producción.

El estudio a realizar tiene por objetivo analizar la productividad actual y proponer una mejora mediante el estudio de tiempos y movimientos en la fabricación del producto estrella, la cual permita aprovechar al máximo las habilidades del operario sin causarle fatiga o agotamiento, de esta forma lograr mejores resultados al menor costo de producción. Por otro lado, este estudio nos ayudará a identificar los factores, actividades y cuellos de botella que potencialmente puedan convertirse en elementos determinantes que representen retrasos y deficiencias en el proceso productivo.

Este instrumento técnico aplicado nos dará como resultado tiempos estandarizados de trabajo que guiará la labor diaria de los trabajadores, lo cual es necesario para que los dueños de dicha empresa puedan pronosticar satisfactoriamente el tiempo de ejecución de las operaciones y también la empresa pueda mejorar su productividad permitiéndole asegurar su permanencia en el mercado.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA:

1.2.1. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

GENERAL:

¿Cómo mejorar la productividad de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos, años 2016-2017?

1.2.2. FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS

ESPECÍFICOS:

- A.** ¿Cuál es la línea principal de producción del área de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2017?
- B.** ¿Cuál es la productividad actual de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2017?



- C. ¿Cómo se podrá minimizar los tiempos ociosos y demoras mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos de la línea principal de producción?
- D. ¿Cómo se podrá elaborar una propuesta de mejora en función de los resultados actuales?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN:

1.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:

Este estudio nos dará como resultado tiempos estandarizados de trabajo que guiará la labor diaria de los trabajadores, lo cual es necesario para pronosticar satisfactoriamente el tiempo de ejecución de las operaciones y el incremento de la productividad permitiéndole asegurar su permanencia en el mercado.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA:

La productividad en una empresa está vinculada, en gran medida, a su tecnología tanto de equipos como de planta. Entre mayor tecnología, la productividad es más significativa. Y es que una mayor producción repercute en mayores ganancias.

Dentro del estudio de tiempos también intervienen los equipos y máquinas, se podrá analizar también la opción de mejorar la tecnología actual; para luego evaluar cómo afectarían estos en el cambio en la productividad.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Este trabajo ayudará a cubrir una demanda, asimismo servirá de base para futuros trabajos en empresas del mismo rubro.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Mejorar la productividad de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos, años 2016-2017.



1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- A.** Determinar la línea principal de producción del área de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2018.
- B.** Determinar la productividad actual de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2017.
- C.** Minimizar los tiempos ociosos y demoras mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos de la línea principal de producción.
- D.** Elaborar una propuesta de mejora en función a los resultados actuales.

1.5. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL

La tesis se desarrollará en el área de producción de la línea de producción principal en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. Ubicada en la en A.P.V. Los Trigales F-1. Petro - Perú del distrito de San Jerónimo de la ciudad del Cusco.

1.5.2. DELIMITACIÓN SOCIAL

El trabajo se desarrollará con las maquinarias, el personal, el equipo, las herramientas e instalaciones que intervienen en la línea de producción principal de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C.

1.5.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL

Para el desarrollo de la tesis se usará el historial del año 2016, y los datos para el desarrollo del estudio de tiempos y movimientos será durante el año 2018, brindando una propuesta de mejora de la productividad para los próximos años.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA TESIS

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

De acuerdo a los seguimientos realizados se encontraron estudios en el tema de producción aplicado a diferentes empresas:

- A. TITULO:** “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CAJAS REDUCTORAS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FACTORÍA ÁGUILA REAL”
- B. INSTITUCIÓN:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
- C. AUTOR:** Freddy Martín Aguilar Preciado
- D. AÑO:**2015
- E. RESUMEN:**

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad determinar la Influencia del estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de cajas reductoras en la productividad de la Factoría Águila Real-Trujillo. El problema de investigación está referido a la siguiente interrogante: ¿De qué manera el estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de cajas reductoras influye en la productividad de la Factoría Águila Real?, cuya hipótesis es: El estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de cajas reductoras influye positivamente en la productividad en la Factoría Águila Real, destacando como variables de estudio: Variable Independiente: Los tiempos y movimientos; y la variable Dependiente: La productividad. Se utilizó el diseño de investigación descriptiva transaccional, así como métodos Inductivo; Deductivo, Análisis y la técnica de investigación de toma de datos, como la observación y el estudio de tiempos.

En el control realizado de tiempos y movimientos en la línea de producción de la Factoría Águila Real, destacó la defectuosidad de ciertos dispositivos de las máquinas como uno de los aspectos más importantes seguido de la realización de actividades de traslado de materiales en los cuales el operador usa su fuerza física para realizar la misma sin la presencia de ningún dispositivo de transporte de carga. Después de haber



obtenido los resultados de dicho estudio, se determinó que los métodos propuestos en base al control de tiempos y movimientos aumentarán la productividad en la línea de producción de la Factoría Águila Real.

En esta tesis, se analizó cada resultado del control de tiempos y movimientos en la línea de producción y se representaron en cuadros y diagramas, estos resultados fueron la base para la formulación de estrategias para la mejorar la productividad en la fabricación de cajas reductoras. Además, para la formulación de conclusiones y recomendaciones generales de este trabajo de investigación.

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

A. TÍTULO: “ESTUDIO DE PROCESOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE ENSAMBLE DEL MODELO GOLDEN EN CARROCERIAS MEGABUSS”.

B. INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

C. AUTOR: José Antonio Yuqui Casco

D. AÑO: 2015 - 2016

E. RESUMEN:

La empresa “Carrocerías Megabuss”, de la ciudad de Riobamba, cuenta entre sus instalaciones con la planta de ensamble del modelo Golden, la cual se encarga de ensamblar los elementos construidos en la planta de piezas y partes, así también construir y realizar el montaje de aquellos elementos que se elaboran bajo su responsabilidad. Esta no cuenta con estándares de tiempos y movimientos, herramienta que permite normalizar y organizar la producción para cada una de las secciones del proceso productivo. Es por eso que surge la necesidad de realizar un estudio de procesos, tiempos y movimientos, con el fin de mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden. El sustento se basa en las teorías sobre el estudio de procesos, tiempos y movimientos, la investigación se aborda de acuerdo al tipo de estudio descriptivo aplicativo, con un diseño de estudio de campo. La población fue de 44 trabajadores que desarrollaron sus actividades dentro de la planta,

quienes manipularon las máquinas, equipos, transporte y manufactura del producto. Fue necesario ejecutar un diagnóstico con el fin de conocer y analizar las labores del personal de producción en la planta de ensamble; luego se formó los diagramas de operaciones de proceso, de distribución de planta y de recorrido; además se realizó tres mediciones de los tiempos de cada actividad, para incrementar la confiabilidad de los resultados, y se registró en las matrices de estudio de tiempos, inmediatamente se efectuó el procesamiento y análisis de los datos y se obtuvo los resultados, concluyéndose que existe tiempos improductivos y retrabajo, que retrasa el tiempo de producción y por ende afecta la productividad. El trabajo se justificó mediante la elaboración de una propuesta de mejoras, en función de los resultados obtenidos, también se tiene un referente técnico para cuando se incremente otra línea de producción.

2.2. BASES TEÓRICAS-CIENTÍFICAS:

2.2.1. UBICACIÓN DENTRO DE LA CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas).

Para la ubicación del tipo de empresa a la que aplicaremos el estudio de tiempo, a nivel Nacional la INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), Dirección Nacional de Cuentas Nacionales (2010) *en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme*. Lima, Perú. ha adoptado la CIIU Revisión 4 (la cuarta revisión de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas) que ha sido elaborada por la Organización de Naciones Unidas y adoptada por nuestro país; su uso permitirá contar con información actualizada que refleje de mejor manera la estructura del aparato productivo, redundando en beneficio de las decisiones de política económica que se tomen, constatándose que en las últimas décadas con la aparición de nuevas tecnologías y divisiones del trabajo, se han creado nuevos tipos de actividades y nuevas formas de industrias. Asimismo, considerando que es un instrumento básico que facilita la comparabilidad internacional de datos estadísticos.

Dentro de esta clasificación industrial nos encontramos en:



CLASE C: INDUSTRIAS MANUFACTURERAS, Esta sección abarca la transformación física o química de materiales, sustancias o componentes en productos nuevos. La alteración, renovación o reconstrucción de productos se consideran por lo general actividades manufactureras; que abarca la fabricación de componentes, piezas, accesorios y aditamentos especiales de maquinaria y equipo esto incluye, a la fabricación de la maquinaria y el equipo. Asimismo, comprende el montaje de componentes de los productos manufacturados a partir de componentes de producción propia o comprados.

DIVISIÓN 28: FABRICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO N.C.P., esta división comprende la fabricación de aparatos fijos y móviles o manuales, destinados a ser utilizados en actividades industriales, de construcción y de ingeniería civil, en la agricultura o en el hogar.

CLASE 2824. FABRICACIÓN DE MAQUINARIA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MINAS, CANTERAS Y PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN, esta clase comprende la actividad: Fabricación de mezcladoras de hormigón y mortero.

Según el BANCO DE RESERVA DEL PERÚ, el sector de manufactura no primaria – productos metálicos, maquinaria y equipo, tiene una participación en el PBI del Perú. Asimismo, la fabricación de productos metálicos es el 15,21 % de las empresas manufactureras. Y para el cuarto trimestre del 2016 se tuvo 4547 empresas de manufactura en el Perú.

En la región del Cusco, el sector de manufactura aporta con el 11.7% al PBI. según EL INEI.

2.2.2. ANÁLISIS DE PARETO O METODO ABC DE LA CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS:

El Método ABC o también denominada Ley 80-20 o Regla de Pareto, es un método de clasificación de los productos. Este método nos permite identificar los artículos que tienen un impacto importante en nuestro valor global. El Método ABC clasifica los productos en Grupo A, Grupo B y Grupo C. Los grupos van del más al menos importante así de esta forma el grupo A sería el más importante y el grupo C sería el menos importante.

NIEVEL B., FREIVALS A. (2009). Afirma:

Las áreas del problema pueden definirse mediante una técnica desarrollada por el economista Vilfredo Pareto para explicar la concentración de la riqueza. En el análisis de Pareto, los artículos de interés son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan en orden descendente, como una distribución acumulativa. Por lo general, 20% de los artículos evaluados representan 80% o más de la actividad total; como consecuencia, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80-20.

Por ejemplo, 80% del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos del inventario, o 20% de los trabajos provocan aproximadamente 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan 80% de los costos de compensación de los empleados. Conceptualmente, el analista de métodos concentra el mayor esfuerzo sólo en algunos pocos trabajos que generan la mayor parte de los problemas. En muchos casos, la distribución de Pareto puede transformarse en una línea recta utilizando la transformación lognormal, a partir de la cual se pueden hacer más análisis cuantitativos (Herron, 1976).

Veinte por ciento de los códigos de trabajo (CUP y ABY) provocan alrededor de 80 por ciento de los accidentes.

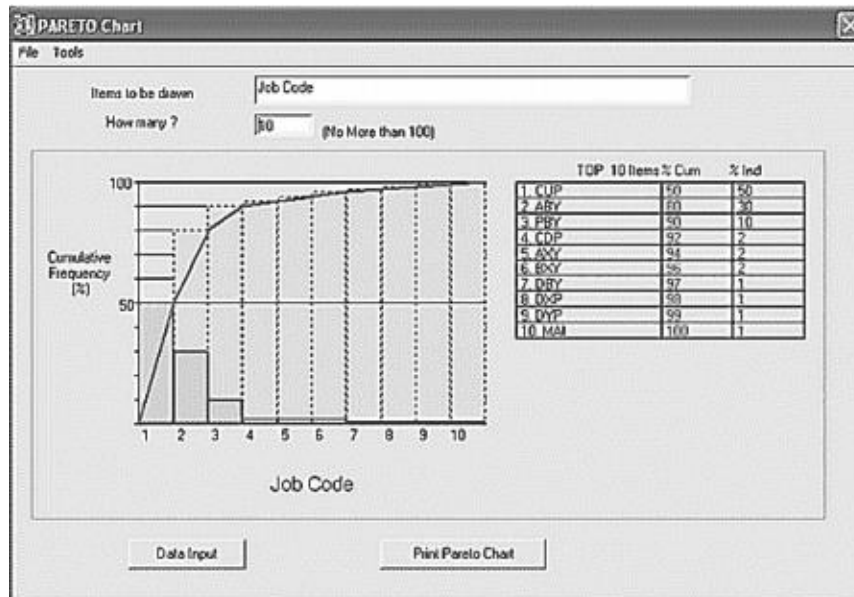


FIGURA 1: Distribución de Pareto de accidentes industriales.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

2.2.3. TIPOS DE PRODUCCIÓN:

Es importante ubicarnos en qué tipo de producción se encuentra nuestra línea de producción principal. D'ALESSIO, F. (2004) afirma que:

James L. Riggs presenta una relación de los tipos de producción con el control que más se adecúa a sus características:

- Producción continua
- Producción intermitente
- Producción única

La producción continua se caracteriza por:

- Producto estandarizado de bajo costo unitario, altos volúmenes productivos y tiempos cortos de producción.
- Proceso inflexible con activos de carácter especial e intensivos en bienes de capital. Layout por producto.
- Trabajo no necesariamente calificado.
- Corridas largas de producción con tendencia a inventarios bajos.

La producción intermitente se caracteriza por:

- Producto casi estandarizado que requiere controles más cercanos, costo unitario promedio, volúmenes promedio de producción y mayores tiempos de producción.
- Proceso más flexible con activos de carácter especial y general, balance entre bienes de capital y trabajo (mano de obra).

- Layout por proceso.
- Trabajo medianamente calificado.
- Corridas más cortas de producción con inventarios más altos.

La producción única se caracteriza por:

- Producto único, alto costo unitario, bajos volúmenes productivos y tiempos de producción largos.
- Proceso flexible con activos de carácter general e intensivos en mano de obra.
- Layout por posición fija.
- Trabajo altamente calificado.
- Corrida única de producción con tendencia a altos inventarios.

2.2.4. PRODUCTIVIDAD:

Muchos autores describen la productividad como una relación entre ellos tenemos a: D'ALESSIO, F. (2004) quien afirma que la productividad es:

Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción de bienes y servicios, y los recursos utilizados para obtenerla es:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos}}{\text{Insumos}}$$

Es decir, el uso eficiente de los recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información) en la producción de bienes y servicios.

Es la relación entre resultados obtenidos con relación a los recursos usados y el tiempo que lleva conseguirlos.

Por otro lado, GARCIA R. (2005) detalla la productividad de la siguiente manera:

Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

En nuestro caso, el objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo, a través empleo eficiente de los recursos primarios de la producción:

materiales, hombres y máquinas, elementos sobre los cuales la acción del ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual y en esa forma, reducir los costos de producción.

Hemos mencionado la necesidad de "aumentar los índices de productividad". Ahora veamos cómo se logra.

Si partimos de que los índices de productividad se pueden determinar a través de la relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
2. Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
3. Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

Aquí podemos darnos cuenta que la productividad (cociente) aumentará en la medida en que logremos incrementar el numerador, es decir, el producto físico; también aumentará si reducimos el denominador, es decir el insumo físico.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que ha fabricado. sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables.

Por tanto, la productividad puede ser medida. según el punto de vista:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos Empleados}}$$

**A) CRITERIOS PARA ANALIZAR LA PRODUCTIVIDAD:**

Existe una gran variedad de parámetros que afectan a la productividad del trabajo y en especial los ingenieros industriales analizan los factores conocidos como las "M" mágicas, llamadas así porque todos ellos, en inglés, empiezan con EME.

- a) Hombres (men)
- b) Dinero (money)
- c) Materiales
- d) Métodos
- e) Mercados (markets)
- f) Máquinas (machines)
- g) Medio ambiente
- h) Mantenimiento del sistema
- i) Misceláneos Controles, materiales, costos, inventarios, calidad, cantidad, tiempo, etcétera
- j) Management Manufactura

B) PRODUCTIVIDAD DE LAS INSTALACIONES, DE LA MAQUINARIA, DEL EQUIPO Y DE LA MANO DE OBRA

Consideremos nuevamente la naturaleza de la productividad, que ya definimos como "la relación aritmética entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos empleados en la producción".

Para comprenderla tenemos que introducir la noción de tiempo, ya que la cantidad de productos que se obtienen de una máquina o de un trabajo en un tiempo determinado constituye la medida de la productividad. Ésta se determina computando la producción de mercancías o de servicios en cierto número "horas hombre u horas-máquina".

Una hora-hombre = Trabajo de un hombre en una hora.

Una hora-máquina = Funcionamiento de una máquina durante una hora.

El tiempo invertido por un hombre en una máquina para llevar a cabo una operación o producir una cantidad determinada de productos o servicios se descompone generalmente en la forma en que se observa en la figura.

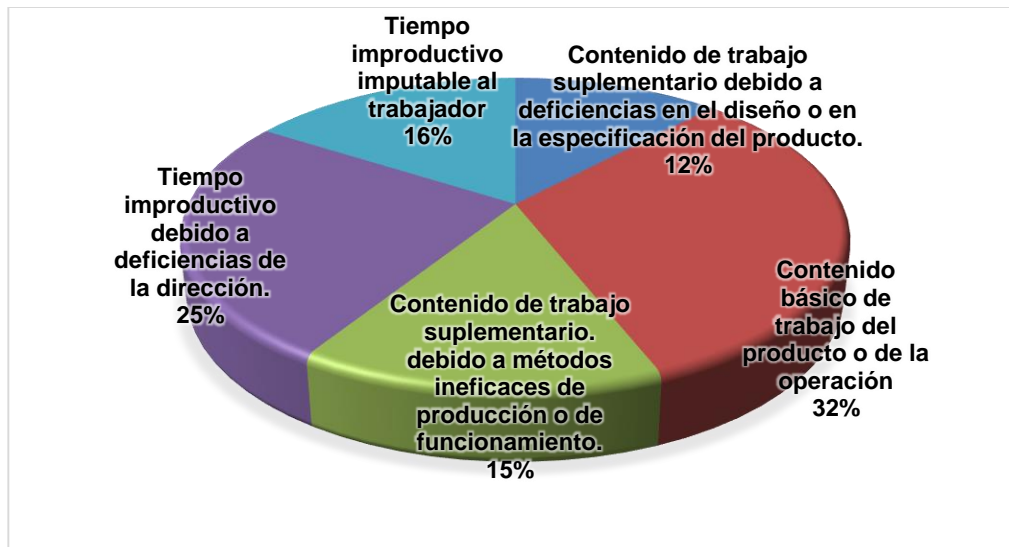


FIGURA 2: Descomposición del tiempo invertido en una máquina.

Tomado de: GARCIA R. (2005).

C) PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA:

Según se estudien los aspectos de la productividad de los materiales, máquinas, equipo, herramientas, instalaciones y mano de obra en particular y, finalmente, todos ellos en conjunto. Las técnicas que estudiaremos y que se aplican en el estudio del trabajo pueden utilizarse con éxito dondequiera que se trabaje: fábricas, oficinas, almacenes, servicios públicos y en el campo.

El contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreducible que teóricamente se necesita para obtener una unidad de producción; es decir, el tiempo que se invertiría en fabricar un producto o en llevar a cabo una operación si el diseño, la especificación, el proceso y el método de fabricación fuesen perfectos: esto es, si no hubiera pérdida de tiempo por ningún motivo durante la actividad (con excepción de las pausas normales de descanso que se dan al trabajador). Obviamente, ésta es una situación

que nunca se logrará, pero el objetivo de la gerencia debe ser aproximarse lo más que sea posible al contenido básico de trabajo. Hay elementos que se suman al contenido básico de trabajo, a saber:

- a) Los contenidos suplementarios de trabajo A y B
- b) Los tiempos improductivos C y D, según la siguiente figura.

A estos factores se debe la disminución de la productividad o el estancamiento de la misma. En otras palabras, eliminándolo o reduciéndolos se logra elevar la productividad. A continuación, veremos las causas específicas de estos dos tiempos adicionales al contenido básico del trabajo.

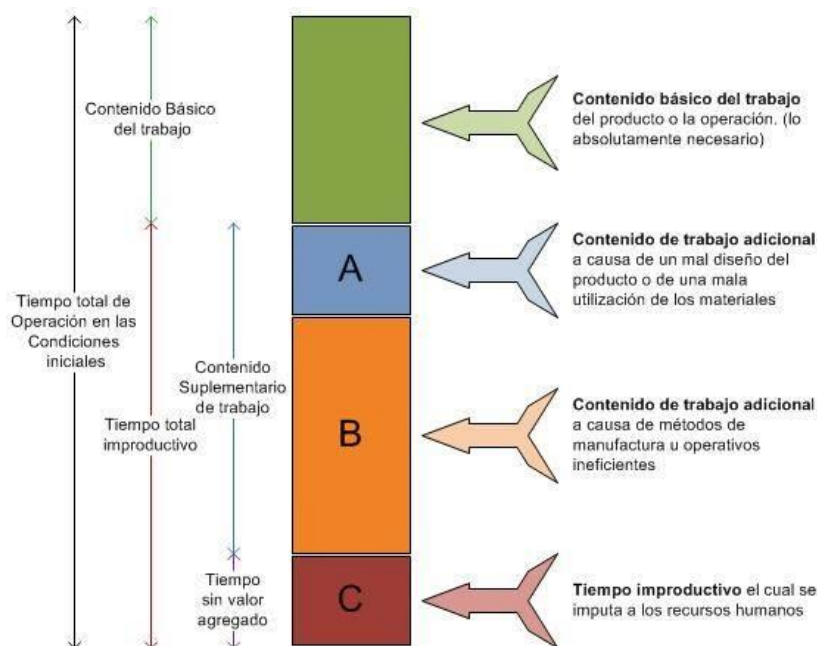


FIGURA 3: Descomposición del tiempo de fabricación.

Tomado de: GARCIA R. (2005).

a) Contenido de trabajo suplementario debido a deficiencias del diseño o especificación del producto:

1. Diseño del producto o partes que impide la utilización de procedimientos o método de fabricación más económicos.
2. Diversidad excesiva de productos o falta de normalización de los componentes
3. Fijación equivocada de normas de calidad, por exceso o por defecto.



4. Los componentes de un producto pueden tener un modelo tal que, para darle forma definitiva, es preciso eliminar una cantidad excesiva de material, lo cual ocasiona desperdicios de material y aumento del contenido de trabajo.
- b) Contenido de trabajo suplementario debido a métodos ineficaces de producción o funcionamiento:
1. Utilización de tipos o tamaños inadecuados de maquinaria cuya capacidad sea inferior a la apropiada.
 2. Los procesos de alimentación, ritmo, velocidad de recorrido, temperatura, presión, etcétera, no funcionan adecuadamente.
 3. Se utilizan herramientas inadecuadas.
 4. La disposición de la fábrica, taller o lugar de trabajo impone movimientos innecesarios, lo cual da por resultado pérdidas de tiempo y fatiga.
 5. Los métodos de trabajo del operador entrañan movimientos innecesarios, pérdida de tiempo y energía.
- c) Tiempo improductivo por deficiencias de la dirección:
1. Política de ventas que exija un número excesivo de variedades de un producto.
 2. Falta de estandarización de componentes de uno o varios productos con efecto similar
 3. Descuido en el diseño del producto sin respetar las indicaciones del cliente y evitar modificaciones del modelo.
 4. Mala planificación de la secuencia de operaciones y pedidos.
 5. Inadecuada organización del abastecimiento de materias primas herramientas y demás elementos necesarios.
 6. Deficiente mantenimiento de las instalaciones y la maquinaria.
 7. Por permitir que las instalaciones y la maquinaria funcionen en mal estado.
 8. Inexistencia de condiciones de trabajo que permitan al operador trabajar en forma continua.



- d) Tiempo improductivo imputable al trabajador:
1. Ausencias, retardos, no trabajar de inmediato, trabajar despacio, o simple y sencillamente no querer trabajar.
 2. Trabajar con descuido, lo cual origina desechos o repeticiones.
 3. Inobservancia de las normas de seguridad.

D) ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD?

Es importante incrementar la productividad porque ésta provoca una "reacción en cadena" en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad del empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo, tal como se puede ver en la figura.

E) ¿SE PUEDE MEDIR LA PRODUCTIVIDAD? ¿CON QUÉ NIVELES DE DESAGREGACIÓN?

Es posible medir la productividad. Los indicadores de productividad se pueden construir con varios niveles de desagregación (o de detalle). Se puede medir con base en los factores productivos antes mencionados que participan en la producción, o bien, a partir de las diversas actividades económicas que se desarrollan en un país. En el primer caso los indicadores que se pueden generar son la productividad total de los factores (PTF) y los indicadores parciales de productividad. Dentro de estos últimos, los más importantes son los de la productividad del trabajo o laboral y el de la productividad del capital.

En el segundo caso, los indicadores pueden ser calculados para la economía en su conjunto, para cada uno de los sectores de actividad (manufacturas, servicios, comercio, transporte, etcétera) y para cada división de la industria manufacturera (alimentos, bebidas y tabaco, textiles, madera, papel, etcétera).

Los indicadores de productividad también pueden calcularse al nivel de cualquier empresa o establecimiento que realice alguna actividad económica.

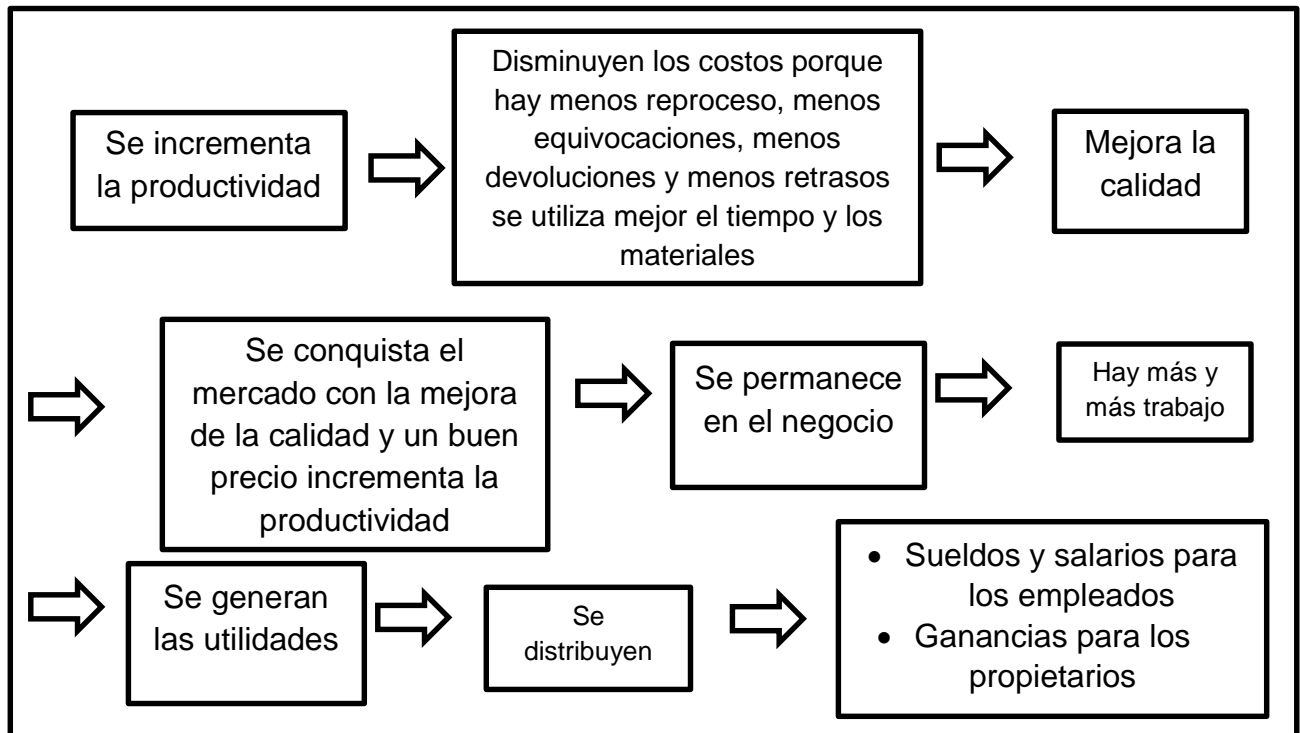


FIGURA 4: Reacción en cadena de una mayor productividad.

Tomado de: GARCIA R. (2005).

LAS HERRAMIENTAS FUNDAMENTALES:

De acuerdo a NIEVEL B., FREIVALS A. (2009). Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen:

Métodos.

Estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo)

El diseño del trabajo.

Doce por ciento de los costos totales en que incurre una empresa fabricante de productos metálicos está representado por trabajo directo, 45% por materia prima y 43% por gastos generales. Todos los aspectos de una industria o negocio -ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración - ofrecen áreas fértiles para la aplicación de métodos, estándares

y diseño del trabajo. Con mucha frecuencia la gente considera sólo la producción, mientras que los demás aspectos de la empresa también pueden beneficiarse de la aplicación de las herramientas para incrementar la productividad.

La siguiente figura muestra las oportunidades para reducir el tiempo de manufactura estándar a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.

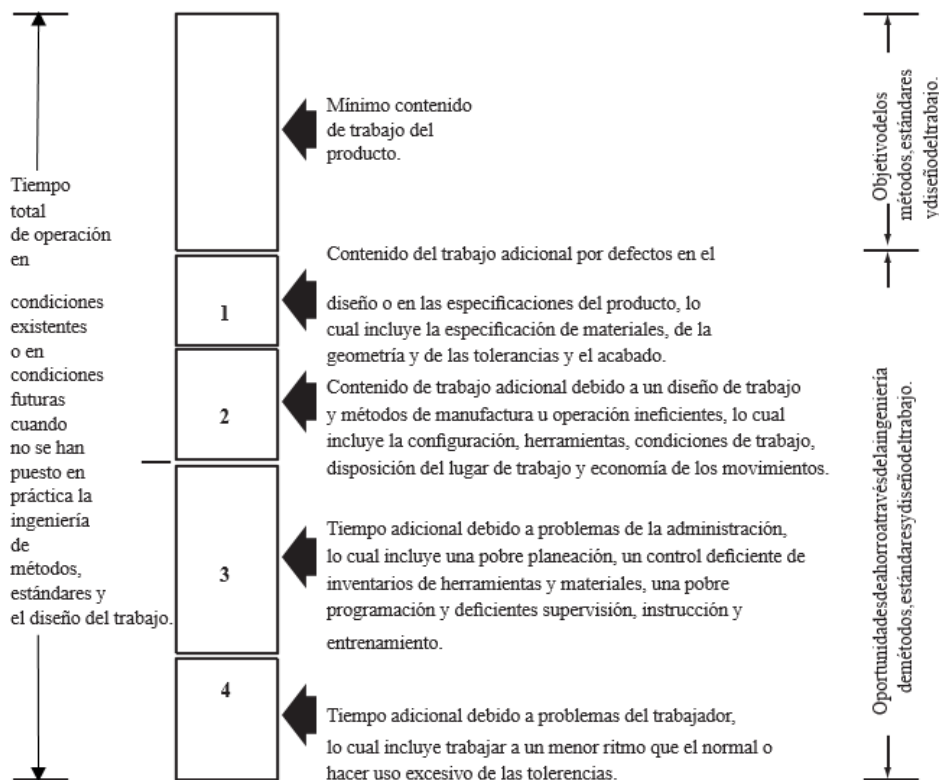


FIGURA 5: Oportunidades de ahorros a través de la aplicación de la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

Según NORMAN G. y FRAZIER G. (2000), es importante tomar en cuenta lo multifactorial que es la productividad:

**PROCEDIMIENTO MULTIFACTOR PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD:**

El problema de enfocarse en la productividad de un solo tipo de recurso, o factor, es que su productividad puede incrementarse simplemente reemplazando parte de dicho recurso con otro diferente. Por ejemplo, imagínese un fabricante de automóviles que antes adquiría los componentes de bomba de agua y los ensamblaba, para obtener una bomba completa para auto. Suponga que ahora decide comprar bombas de agua ya ensambladas, reduciendo, por lo tanto, la cantidad de empleados y equipo que necesita internamente. Considere lo que ocurre con la productividad de diferentes factores debido a este cambio. El volumen de la producción se mantiene constante, pero el tiempo de recursos utilizado ha cambiado. La productividad de la mano de obra directa se incrementa porque se requieren menos empleados para el ensamble interno. La productividad del capital aumenta, porque ya no se requiere equipos ni las máquinas de ensamble, que pueden venderse. Sin embargo, la productividad de los materiales se reduce porque el costo de adquisición de las bombas de agua ensambladas es más elevado que el de sus componentes. Este ejemplo ilustra la importancia de examinar la productividad de múltiples factores (mano de obra, capital, energía y materiales) para poder juzgar la eficiencia de un sistema de producción.

2.2.5. EL ESTUDIO DE MÉTODOS:

NIEVEL B., FREIVALD A. (2009). Describe las diversas herramientas que tiene el estudio de métodos para ver el análisis de procesos, las cuales son:

Una de las técnicas principales para reducir la cantidad de trabajo, principalmente con la eliminación de movimientos innecesarios de material y de personal, es el estudio de métodos que se define como “el registro, examen crítico y sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”

Las etapas principales del estudio de métodos son la selección del trabajo que se va a estudiar, el registro de todos los hechos relacionados con dicho trabajo, un examen y análisis del modo en que se realiza dicho trabajo, establecer



posibles soluciones de mejora, evaluar dichas soluciones, definir el nuevo método de realizar las actividades presentándolo clara y precisamente a las personas competentes, implantarlo y controlar su aplicación.

HERRAMIENTAS DE REGISTRO: (operación, flujo, hombre/máquina, gráficas de procesos de grupo y diagramas de flujo.)

a) GRÁFICA DEL PROCESO OPERATIVO

La gráfica del proceso operativo muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado. La gráfica muestra la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal. De la misma manera como un esquema muestra detalles de diseño tales como partes, tolerancias y especificaciones, la gráfica del proceso operativo ofrece detalles de la manufactura y del negocio con sólo echar un vistazo.

Se utilizan dos símbolos para construir la gráfica del proceso operativo: un pequeño círculo representa una operación y un pequeño cuadrado representa una inspección. Una operación se lleva a cabo cuando una parte bajo estudio se transforma intencionalmente, o cuando se estudia o se planea antes de que se realice cualquier trabajo productivo en dicha parte. Una inspección se realiza cuando la parte es examinada para determinar su cumplimiento con un estándar. Observe que algunos analistas prefieren describir sólo las operaciones, por lo que al resultado le llaman gráfica de la descripción del proceso.

Antes de comenzar la construcción real de la gráfica de procesos operativos, los analistas identifican la gráfica por medio del título —Gráfica del proceso operativo—, e información adicional como el número de parte, número de plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elaboró la gráfica. Dentro de la información adicional se pueden incluir datos tales como el número de gráfica, la planta, el edificio y el departamento.

Las líneas verticales indican el flujo general del proceso a medida que se realiza el trabajo, mientras que las líneas horizontales que alimentan a las líneas de flujo vertical indican materiales, ya sea comprados o elaborados durante el proceso.



Las partes se muestran como ingresando a una línea vertical para ensamblado o abandonando una línea vertical para desensamblado. Los materiales que son desensamblados o extraídos se representan mediante líneas horizontales de materiales y se dibujan a la derecha de la línea de flujo vertical, mientras que los materiales de ensamblado se muestran mediante líneas horizontales dibujadas a la izquierda de la línea de flujo vertical.

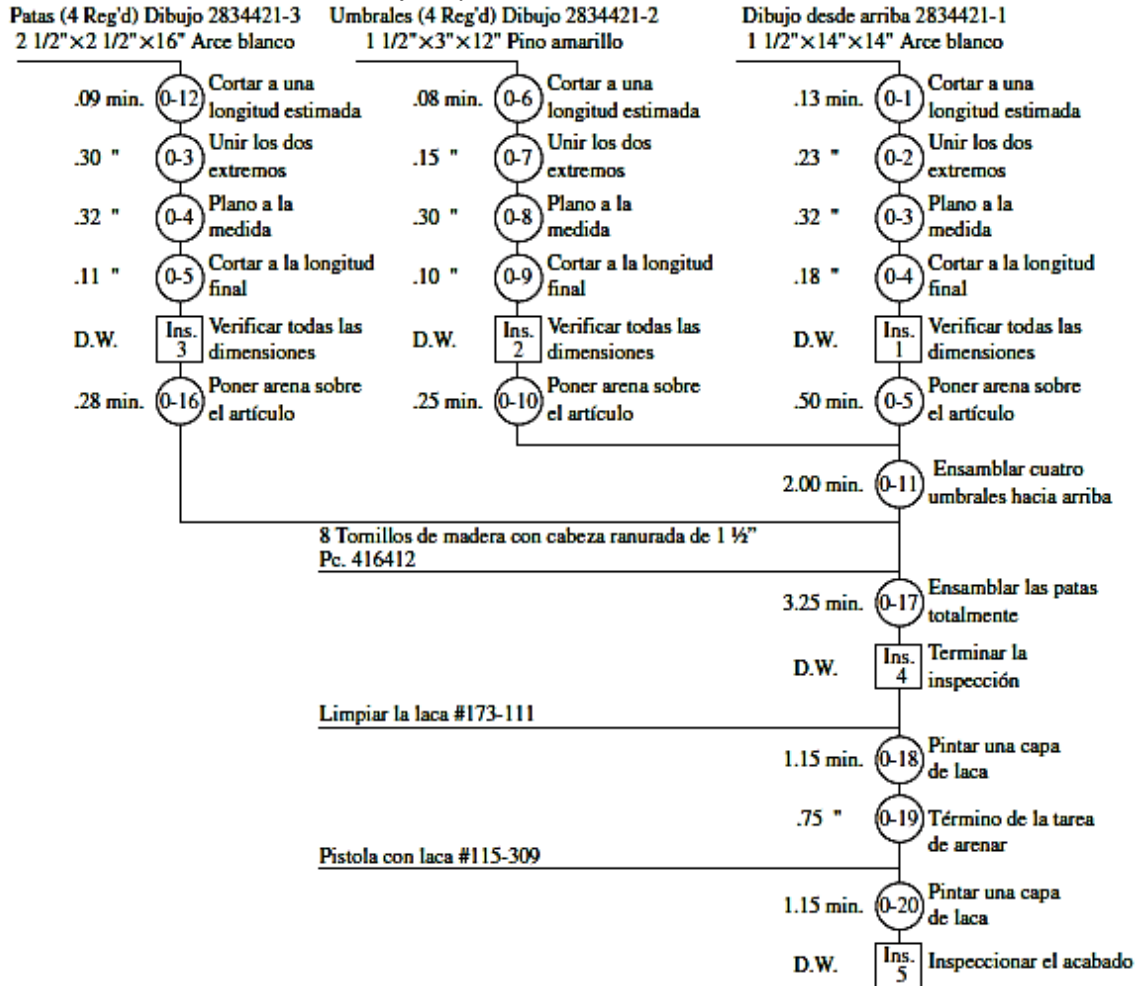
En general, el diagrama del proceso operativo se construye de tal manera que las líneas de flujo verticales y las líneas de materiales horizontales no se crucen. Si es estrictamente necesario el cruce de una línea vertical con una horizontal, se debe utilizar la convención para mostrar que no se presenta ninguna conexión; esto es, dibujar un pequeño semicírculo en la línea horizontal en el punto donde la línea vertical lo cruce.

Los valores del tiempo, basados en estimaciones o en mediciones reales, pueden asignarse a cada operación o inspección. Se muestra un diagrama típico de proceso operativo completo que ilustra la fabricación de bases para teléfono. El diagrama de proceso operativo terminado ayuda a los analistas a visualizar el método en curso, con todos sus detalles, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores procedimientos. Este diagrama muestra a los analistas qué efecto tendrá un cambio en una determinada operación en las operaciones precedentes y subsecuentes. Es muy usual lograr 30% de reducción de tiempo mediante el uso de los principios del análisis de operaciones en conjunto con el diagrama de procesos operativos, el cual sugiere inevitablemente posibilidades para la mejora. Asimismo, puesto que cada etapa se muestra en su secuencia cronológica apropiada, el diagrama en sí mismo constituye una distribución ideal de la planta. En consecuencia, los analistas de métodos consideran esta herramienta extremadamente útil para desarrollar nuevas distribuciones y mejorar las existentes.

Diagrama de Procesos Operativos

Tipo de fabricación 2834421 Bases para teléfono. Método actual
 Parte 2834421 Diagrama No. SK2834421

Dibujado por B.W.N. 4-12.



Resumen:

Evento	Número	Tiempo
Operaciones	20	17.58 minutos
Inspecciones	5	Trabajo de día

FIGURA 6: Diagrama de procesos operativos que muestran la fabricación de estaciones para teléfonos.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

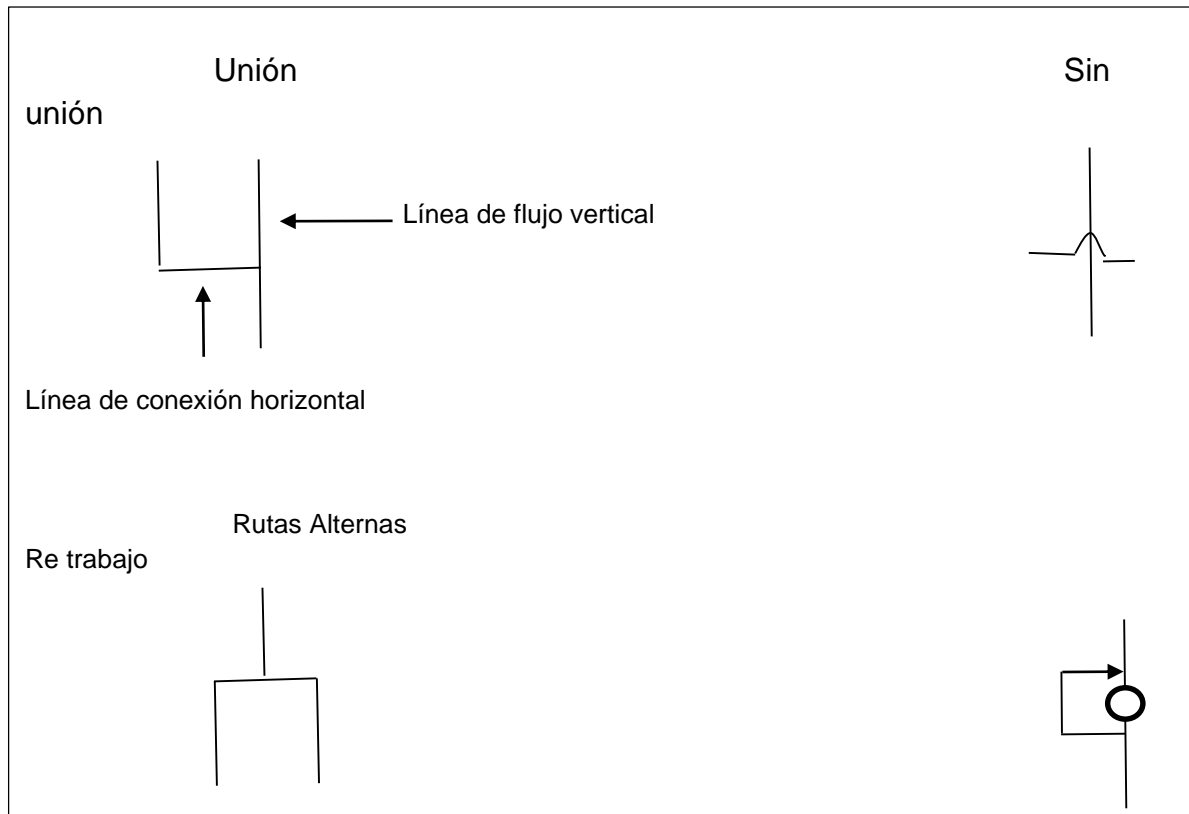


FIGURA 7 : Convenciones de los diagramas de flujo.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

a) DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos.

Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos



operativos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de procesos (ASME, 1974). En ciertas ocasiones, algunos otros símbolos no estándar pueden utilizarse para señalar operaciones administrativas o de papeleo u operaciones combinadas, como se muestra.

Dos tipos de diagramas de flujo se utilizan actualmente: de productos o materiales y de personas u operativos. El diagrama de producto proporciona los detalles de los eventos que involucran un producto o un material, mientras que el diagrama de flujo operativo muestra a detalle cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones.

De la misma forma que el diagrama de procesos de operación, el diagrama de flujo del proceso se identifica mediante un título —Diagrama de flujo de procesos—, y la información adicional que lo acompaña que generalmente incluye el número de parte, el número de diagrama, la descripción del proceso, el método actual o propuesto, la fecha y el nombre de la persona que elaboró el diagrama. Dentro de la información adicional que puede ser útil para identificar totalmente el trabajo que se está realizando se encuentra la planta, edificio o departamento; el número de diagrama; la cantidad; y el costo.

El analista debe describir cada evento del proceso, encerrar en un círculo el símbolo adecuado del diagrama del proceso e indicar los tiempos asignados para los procesos o retrasos y las distancias de transporte. Después tiene que conectar los símbolos de eventos consecutivos con una línea vertical. La columna del lado derecho proporciona suficiente espacio para que el analista incorpore comentarios o haga recomendaciones que conduzcan a cambios en el futuro.

Para determinar la distancia desplazada, no es necesario que el analista mida cada movimiento de una manera precisa con una cinta o una regla de 6 pies. Se obtiene un valor lo suficientemente correcto si se cuenta el número de columnas que el material se desplaza y luego se multiplica dicho número, menor a 1, por la distancia entre columnas. Los desplazamientos de 5 pies o menores por lo general no se registran; sin embargo, pueden registrarse si el analista considera que afectan el costo total del método que se está graficando.

En el diagrama se deben incluir todos los retrasos y tiempos de almacenamiento. A medida que una parte permanezca más tiempo en almacenamiento o se retrasa, mayor será el costo que acumule, así como el tiempo que el cliente tendrá que esperar para la entrega. Por lo tanto, es importante saber cuánto tiempo consume una parte por cada retraso o almacenamiento. El método más económico.









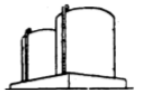





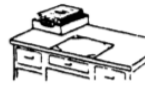




Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

FIGURA 8: Conjunto de símbolos de diagrama de proceso de acuerdo con el estándar ASME.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

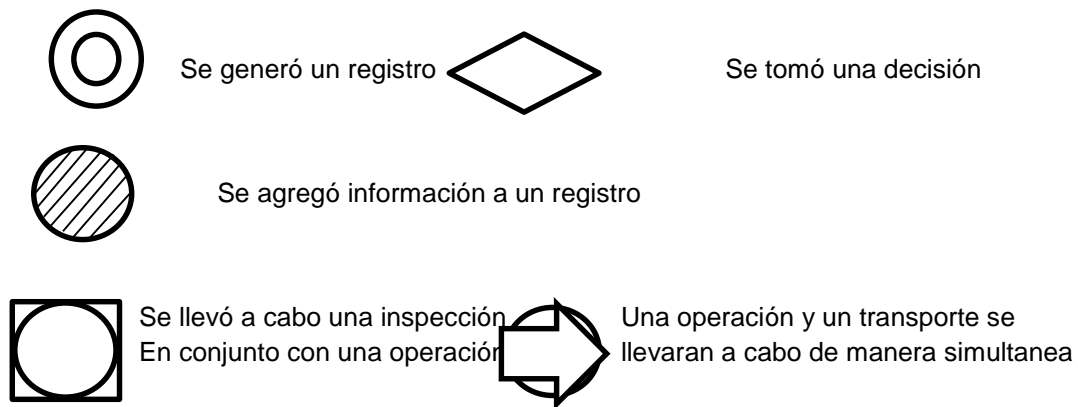


FIGURA 9: Símbolos no estándares de los diagramas de procesos.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

para determinar la duración de los retrasos y almacenamientos es mediante el marcado de varias partes con un gis, que indique el tiempo exacto durante el cual se almacenaron o se retrasaron. Después es necesario verificar periódicamente la sección para ver cuándo entraron de nuevo a producción las partes marcadas. Se verifica un número de veces, se registra el tiempo consumido y luego se promedian los resultados, y así, los analistas pueden obtener valores de tiempo suficientemente precisos.

El diagrama de flujo del proceso, de la misma forma que el diagrama de procesos operativos, no es el final en sí mismo; es sólo un medio para llegar al final. Esta herramienta facilita la eliminación o reducción de los costos ocultos de un componente. Puesto que el diagrama de flujo muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, la información que ofrece puede dar como consecuencia una reducción en la cantidad y la duración de estos elementos. Asimismo, puesto que las distancias se encuentran registradas en el diagrama de flujo del proceso, este diagrama es excepcionalmente valioso para mostrar cómo puede mejorarse la distribución de una planta.

Diagrama de flujo de proceso				Página 1 de 1		
Ubicación: Dorben Ad Agency		Elemento		Presente	Propuesto	Ahorr
Actividad: Preparacion por correo directo		Operación		8		
Fecha: 1-26-98		Transporte		6		
Operador: D. G	Analista: A.F.	Retrasos		-		
Método: Presente	Propuesto	Inspección		2		
Tipo: Trabajador	Material	Maquina	Almacenamiento		2	
Comentario:						
Descripción de los elementos	SIMBOLO	Tiempo	Distancia	Recomendaciones al metodo		
Cuarto con existencia de materiales	□ ○ → D ▽					
Hacia el cuarto de recopilación	□ ○ → D ▽					
Ordenar los estantes por tipo	□ ○ → D ▽					
Ordenar cuatro hojas	□ ○ → D ▽					
Apilar	□ ○ → D ▽					
Hacia el cuarto de doblado	□ ○ → D ▽					
Empujar, doblar , rayar	□ ○ → D ▽					
Apilar	□ ○ → D ▽					
Colocar la engrapadora	□ ○ → D ▽					
Poner la grapa	□ ○ → D ▽					
Apilar	□ ○ → D ▽					
Hacia el cuarto del correo	□ ○ → D ▽					
Colocar la dirección	□ ○ → D ▽					
A la bolsa del correo	□ ○ → D ▽					
	□ ○ → D ▽					
	□ ○ → D ▽					
	□ ○ → D ▽					
	□ ○ → D ▽					

FIGURA 10: Diagrama de flujo de procesos (material) para la preparación de correo publicitario directo.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).



b) DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO

A pesar de que el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de manufactura, no muestra un plan pictórico del flujo del trabajo. A veces esta información es útil para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que se pueda reducir un transporte, el analista necesita observar o visualizar dónde hay suficiente espacio para construir una instalación de tal manera que la distancia de transporte puede acortarse. De la misma forma, es de utilidad visualizar las áreas potenciales de almacenamiento temporal o permanente, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo.

La mejor manera de proporcionar esta información es conseguir un diagrama de las áreas de la planta involucradas y después bosquejar las líneas de flujo, es decir, indicar el movimiento del material de una actividad a la otra. El diagrama de flujo o recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte. Estos se utilizan del más oscuro al más claro, siguiendo el orden de la numeración, y son: negro, rojo, verde, azul y amarillo.

Se muestra un diagrama de recorrido hecho en conjunto con un diagrama de flujo de procesos con el fin de mejorar la producción del rifle Garand (M1) de la Armería Springfield. Esta representación gráfica, junto con un diagrama de flujo de procesos, dio como consecuencia ahorros que incrementaron la producción de 500 cañones de rifle por turno a 3 600 con el mismo número de empleados. Se muestra el diagrama de recorrido de la distribución revisada.

El diagrama de recorrido representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta.

Para facilitar la lectura de los diagramas de operaciones y recorrido, se utiliza el código de colores para identificar los diferentes procesos de toda la producción.

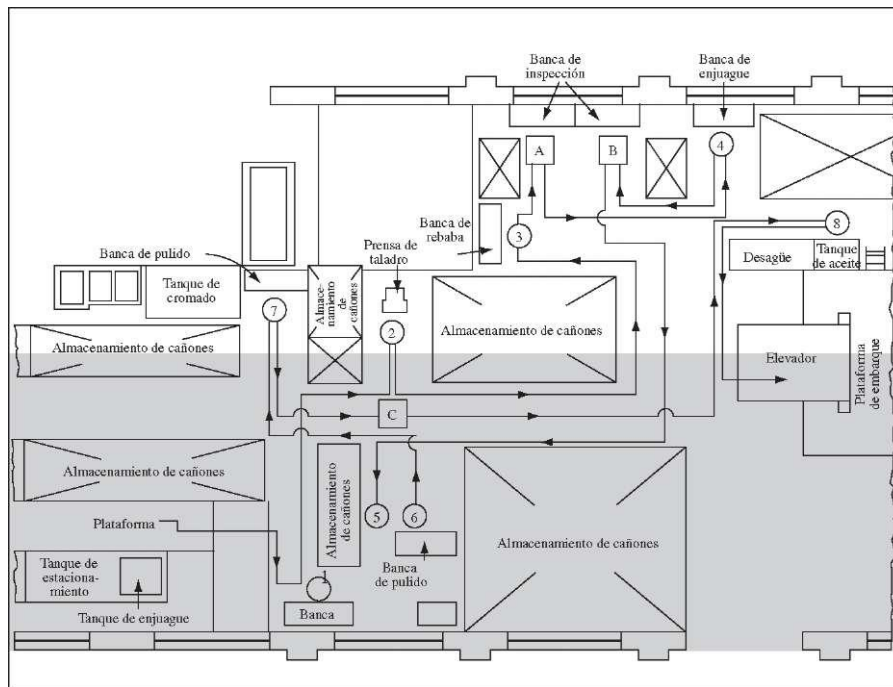


FIGURA 11: Diagrama de flujo de la distribución antigua de un grupo de operaciones del rifle Garand.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

(La sección sombreada de la planta representa el espacio total necesario para la distribución revisada. Ésta representa 40% de ahorro de espacio.)

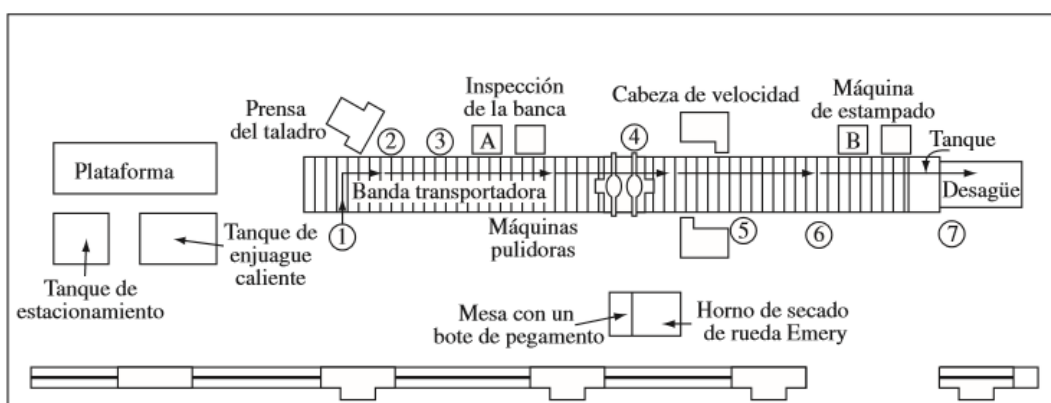


FIGURA 12: Diagrama de flujo de la distribución revisada de un grupo de operaciones del rifle Garand M1.

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).



2.2.6. ESTUDIO DE TIEMPOS:

Según GARCIA R. (2005), el estudio de tiempos se puede calcular como sigue:

Una vez que hemos registrado toda la información general y la referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en medir el tiempo de la operación, tarea a la que comúnmente se le llama cronometraje.

Los aparatos empleados para medir el tiempo son los cronómetros, aparatos movidos regularmente por un mecanismo de relojería que puede ponerse en marcha o detenerse a voluntad del operador.

Los cronómetros ordinarios sólo llevan un pulsador para ponerlos en marcha, pararlos y volverlo a cero.

Los cronómetros de vuelta a cero llevan dos pulsadores, uno generalmente combinado con corona, para ponerlos en marcha, pararlos y volverlos a cero, y otro independiente que al pulsarlo retorna la aguja a cero y soltándolo inmediatamente la aguja recomienza su marcha. De esta forma puede medirse la duración de sucesivas fases de una operación con sólo anotar las lecturas finales de cada una, puesto que el principio de la siguiente coincidirá con el fin de la anterior.

Los cronómetros retrasplantes o con aguja recuperadora tienen dos agujas principales una denominada de segundos S y otra recuperadora R y tres pulsadores uno central C. combinado con la corona de dar cuerda y otros dos laterales A y B. El pulsador central C sirve para parar y poner en marcha. El pulsador A vuelve a cero las agujas cuando están paradas.

El pulsador B sirve para detener la aguja retrapante R a fin de poder leer cómodamente el tiempo parcial transcurrido. Con una segunda presión sobre el pulsador B, la aguja alcanza a la aguja de segundos S que había seguido en marcha y continúa con ella. Si estuviese parada se iguala con ella y se queda parada. Es decir que las dos agujas llevan exactamente el mismo movimiento mientras no se actúa sobre el pulsador B, que las separa o las junta.

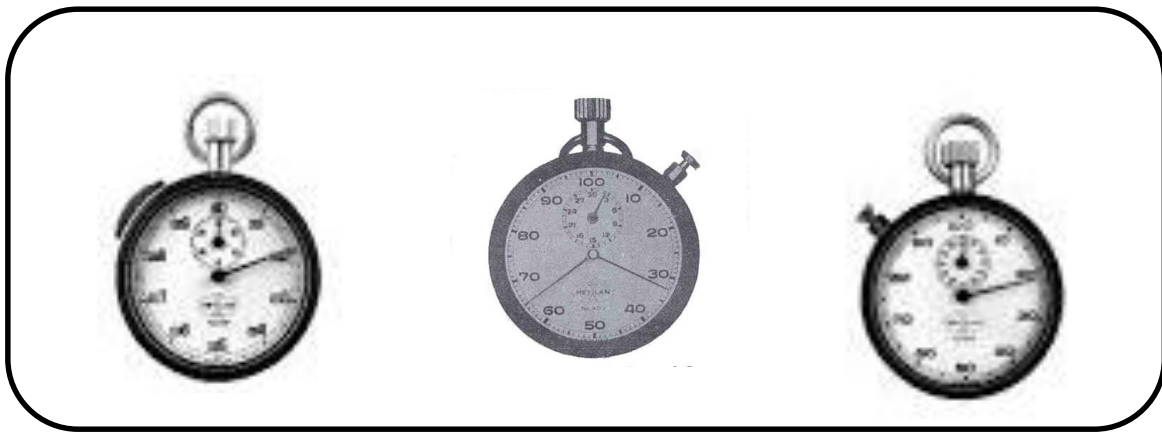


FIGURA 13: a) Cronómetro ordinario o de segundos, b) Cronómetro de vuelta a cero, y c) Cronómetro retrapante.

Tomado de: GARCIA R. (2005).

A) MÉTODO DE LECTURA CON RETROCESO A CERO

Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de "un golpe" cuando termina cada elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha. La lectura se hace en el mismo momento en que se oprime la corona.

Ventajas

1. Los beneficios de este método son varios, entre ellos:
2. Proporciona en forma directa el tiempo de duración de cada elemento, disminuyendo notablemente el trabajo de gabinete.
3. Es muy flexible, ya que cada lectura comienza siempre en cero.
4. Se emplea un solo reloj del tipo menos costoso.

Desventajas

1. Es menos exacto, ya que se pierde tiempo durante cada uno de los retrocesos.
2. Genera suspicacias entre los trabajadores y puede crear conflictos de trabajo ya que el sindicato o los empleados pueden alegar que el tomador de tiempo detenía y ponía en marcha el reloj según su propia conveniencia, sin que éste pueda demostrar lo contrario.
3. Como cada una de las lecturas se inicia en cero el error que se cometa no tiende a compensarse.
4. La lectura se hace con la manecilla en movimiento.



B) MÉTODO CONTINUO DE LECTURA DE RELOJ

Cuando se emplea este método, una vez que el reloj se pone en marcha permanece en funcionamiento durante todo el estudio, las lecturas se hacen de manera progresiva y sólo se detendrá una vez que el estudio haya concluido. El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura inmediata siguiente.

Ventajas

Los beneficios de este método son:

1. Permite demostrar exactamente al trabajador cómo se empleó el tiempo durante el estudio. De esta manera se evitan las suspicacias y se puede demostrar la buena fe del estudio.
2. No se pierde tiempo en los retrocesos, lo que otorga mayor exactitud a las lecturas. Estudios hechos por medio de películas han demostrado que al efectuar e.1 retroceso se pierde entre 0.00030 y 0.000097 h (entre 0.00180 a 0.00582 min).
3. Los errores en las lecturas tienden a compensarse.
4. Se emplea un solo reloj del tipo más barato.

Desventajas

1. Se necesita mucho trabajo de gabinete para efectuar las restas.
2. Es menos flexible.
3. Se necesita mucha práctica para hacer correctamente las lecturas.
4. La lectura se hace con la manecilla en movimiento.

2.2.6.1. EQUIPO DE TRABAJO PARA LA MEDICIÓN DE TIEMPOS

a) Tabla para estudio de tiempos

Esta tabla es una de las herramientas más utilizadas para realizar la medición de tiempos: es una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, en cuyo ángulo superior derecho se asegura un reloj para tomar tiempos. El diseño de la tabla se hace de manera que ésta descansa contra el cuerpo del analista a la vez que se sostiene con el antebrazo izquierdo, quedando esta mano en posición tal que pueda fácilmente accionar los controles de reloj.

**b) La hoja de observaciones**

En esta hoja se anotan datos tales como el nombre del producto, de la pieza, de la parte, identificación del dibujo, número del estilo, etcétera, datos que se insertan en el anverso en la parte superior derecha.

En el cuerpo medio de la hoja aparecen las columnas en cuya parte superior se hace una descripción breve y concisa del elemento, mientras que en la columna con la letra "L" se anotan las lecturas directas del reloj, si se usa el método de lectura continua. Por su parte, la columna "T" se reserva para registrar los tiempos elementales obtenidos de la resta de las lecturas. Si se emplea el método de lectura intermitente, los tiempos se registran directamente en la columna "T"

En las columnas del extremo derecho se registran los elementos extraños, a medida que ocurran. Para facilitar su registro, durante el estudio se identifican por medio de letras.

En el espacio "L" de la columna de elementos extraños se anota abajo de la línea horizontal la lectura al iniciarse el elemento y arriba de la línea se anota la lectura al término del mismo. A continuación, se debe anotar una descripción del mismo. El símbolo o letra de identificación del elemento extraño se anota en el espacio "T" del elemento regular con objeto de indicar que a ese elemento habrá que restarle el tiempo que duró el elemento cuando se calcule el tiempo total.

Frecuentemente se encuentra que uno de estos elementos está relacionado con la operación estudiada, esto es, un elemento irregular; cuando se calcula el estudio es necesario tomarlo en cuenta y sumarlo al valor final de tiempo.

En el extremo superior izquierdo aparece la fecha en que se toma el estudio, el número del mismo para esa operación, el número individual de la hoja y el total de hojas de que consta. En la columna del extremo del lado izquierdo aparecen los números progresivos del 1 al 20 para identificar los ciclos correspondientes. En la parte inferior izquierda aparecen los renglones donde se anotan los totales, el número de observaciones, el promedio o tiempo elemental, la calificación de la velocidad del operador y el tiempo normal de ejecución de cada elemento.



En la parte inferior derecha aparecen los cálculos que partiendo del tiempo normal por pieza y después de haber aplicado los factores de tolerancias y otro se determina el tiempo estándar permitido por pieza, que sirve para calcular el tiempo para producir cien unidades y éste a su vez es la base para calcular el estándar de producción en piezas por hora.

En la parte inferior aparece el nombre del operador, el número y sexo del mismo y a continuación los tiempos en que empieza y termina el estudio, anotados por el analista de un reloj común que sirve para comparar la duración del estudio con el tiempo del cronómetro

En el reverso de la hoja aparecen diferentes renglones donde se anota toda la información referente al trabajo; además, se hace un croquis del área del trabajo.

El operador debe disponer de un metro, un calibrador, un micrómetro y un tacómetro para comprobar las revoluciones de las máquinas, si ello es necesario.

En ocasiones, cuando se trata de medir los tiempos en un proceso de fabricación, es necesario constatar la temperatura, grado de humedad, viscosidad, para lo cual se proporciona al operador termómetro o pirómetro, higrómetro, viscosímetro, etcétera.

Finalmente, con la ayuda de una calculadora, se elaboran los resultados.

c) Cámaras de videograbación

Las cámaras de videograbación son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al tomar película de la operación y después estudiarla cuadro por cuadro, los analistas pueden registrar los detalles exactos del método usado y después asignar valores de tiempos normales. También pueden establecer estándares proyectando la película a la misma velocidad que la de grabación y luego calificar el desempeño del operario. Debido a que todos los hechos están ahí, observar el video es una manera justa y exacta de calificar el desempeño. Asimismo, a través del ojo de la cámara pueden surgir mejoras potenciales a los métodos que pocas veces se detectan con el procedimiento del cronómetro. Otra ventaja de las cintas de video es que con el software de MVTA (que se analiza después en la sección de software para

estudio de tiempos), los estudios de tiempos pueden hacerse en forma casi automática. Más recientemente con la llegada de las cámaras de video digitales y el software de edición en PC, los estudios de tiempo se pueden realizar prácticamente en línea. Las cintas de video también son excelentes para la capacitación de los nuevos analistas de tiempos, ya que las secciones se pueden rebobinar y repetir fácilmente hasta que se adquiera la habilidad suficiente.

2.2.6.2. OBSERVACIONES NECESARIAS PARA CALCULAR EL TIEMPO NORMAL:

En gran medida, la extensión del estudio de tiempos depende de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación se determina mediante los siguientes procedimientos:

1. Fórmulas estadísticas.
2. Abaco de Lifson.
3. Tabla Westinghouse.
4. Criterio de la General Electric.

Naturalmente que estos procedimientos se aplican cuando se puede realizar gran número de observaciones, pues cuando el número de éstas es pequeño se utiliza para el cálculo del tiempo normal representativo la medida aritmética de las mediciones efectuadas.

1. **FÓRMULAS ESTADÍSTICAS.** Por medio de estas fórmulas se determina el número N de observaciones necesarias para obtener el tiempo de reloj representativo con un error de $e\%$. con riesgo fijado de $R\%$,

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2$$

para ello se requieren lecturas anteriores.

2. ABACO DE LIFSON.

Es una aplicación gráfica del método estadístico para un número fijo de mediciones $n = 10$. La desviación típica se sustituye por un factor B. que se calcula así:

$$B = \left(\frac{S-1}{S+1} \right)$$

en dónde:

S = el tiempo superior

I = el tiempo inferior

Se representa el ábaco de Lifson. Con un gráfico.

3. TABLA WESTINGHOUSE.

Esta tabla obtenida empíricamente, indica el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy repetitivas realizadas por operadores muy especializados. En caso de que no tengan la especialización requerida, deberá multiplicarse el número de observaciones obtenidas por 1.5.

Tabla 1: Tabla de Westinghouse que proporciona el número de observaciones necesarias.

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLO ES:	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MÁS DE 10 000 POR AÑO	1000 A 10 000	MENOS DE 1 000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30

0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Tomado de: GARCIA R. (2005).

4. CRITERIOS DE LA GENERAL ELECTRIC.

Establece el número de ciclos a cronometrar utilizando el tiempo del ciclo en minutos como puede observarse en la tabla de la figura.

Tabla 2: Número de ciclos a observar cuando se utiliza el criterio de la General Electric.

Tiempo de Ciclo (Minutos)	Numero de ciclos Que cronometrar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Mas de 40.00	3

Tomado de: GARCIA R. (2005).

2.2.6.3. VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO

La valoración del ritmo de trabajo y los suplementos son los dos temas más discutidos en el estudio de tiempos. Estos estudios tienen por objeto determinar el tiempo tipo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto en las empresas, determinar el costo estándar o establecer sistemas de salarios de incentivo. Los procedimientos empleados pueden llegar a repercutir en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y, según se supone, en los beneficios de la empresa. El estudio de tiempos no es ciencia exacta, aunque se han hecho muchas investigaciones, particularmente en Estados Unidos, para tratar de darle base científica.

Sin embargo, la valoración de la cadencia de trabajo del operador y los suplementos de tiempo que se deben prever para recuperarse de la fatiga y para otros fines siguen siendo en gran parte cuestión de criterio, y por lo tanto objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores.

Al terminar el periodo de observaciones, el analista habrá acumulado cierto número de tiempos de ejecución y el correspondiente factor de calificación, mediante cuya combinación puede establecer el tiempo normal de la operación estudiada.

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea. Entendemos por operador norma, al operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen normalmente en la estación de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativa de un término medio.

HABILIDADES			ESFUERZO			Habilidades. Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador. Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad. Condiciones. Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación. Consistencia. Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma o inconstante.
A	Habilísimo	+0.15	A	Excesivo	+0.15	
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10	
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05	
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05	
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10	
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15	
CONDICIONES			CONSISTENCIA			
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05	
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05	

FIGURA 14: Calificación de la actuación.

Tomado de: GARCIA R. (2005).

No hay método universalmente aceptado para calificar la actuación aun cuando la mayor parte de las técnicas se basan, primordialmente, en el juicio del analista de tiempos.

Para que el proceso de calificación conduzca a un estándar eficiente y útil, deberán satisfacerse en forma razonable dos requisitos básicos:

- La compañía debe establecer claramente lo que se entiende por tasa de trabajo normal.
- En la mente de cada uno de los calificadores debe existir una aproximación razonable al desempeño normal.

Aun cuando no existe un método satisfactorio ni convencionalmente aceptado para seleccionar y expresar el desempeño normal, las siguientes recomendaciones pueden resultar valiosas para ese fin.

2.2.6.4. SUPLEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

En la fase anterior del estudio de tiempos se obtuvo el tiempo base del trabajo objeto de estudio. Si con este dato calculamos la cantidad de producción que podemos obtener durante un periodo dado, en la observación continua de los resultados encontraremos que difícilmente alcanzaremos esta norma de producción.

Un análisis de las causas que lo impiden puede ser:

1. Asignables al trabajador.
2. Asignables al trabajo estudiado.
3. No asignables.

1. Asignables al trabajador

Son básicamente las siguientes:

- a) Que el operador no desempeñe el trabajo al ritmo normal por falta de habilidad y/o esfuerzo.
- b) Que el trabajador no aproveche totalmente el tiempo disponible de la jornada de trabajo debido a la utilización de tiempos improductivos para satisfacer necesidades personales.

2. Asignables al trabajo estudiado

Se consideran así aquellas relacionadas con las características del método y tipo de trabajo estudiado, como pueden ser:

- a) Que el operador no desempeñe el trabajo al ritmo normal durante la jornada de trabajo debido a la fatiga acumulada.
- b) Por elementos extraños en el método de trabajo, por ejemplo, variaciones en las especificaciones del material y de la herramienta, operación del equipo fuera de condiciones normales y cambios temporales de las normas de calidad.
- c) Por elementos contingentes, que son poco frecuentes en el método de trabajo y no están considerados en el estudio de tiempos realizado.

3. No asignables al método ni al trabajador

- a) Demora en la actividad del trabajador a consecuencia de dar instrucciones o recibir información.
- b) Tiempos improductivos debido a interrupciones del proceso productivo, como por ejemplo falta de material, descompostura del equipo, falta de energía eléctrica, etcétera.

Sin embargo, antes de continuar avanzando es necesario definir lo que debemos entender por suplemento: Un suplemento es el tiempo que se concede al trabajador con objeto de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que son partes regulares de la tarea.

Suplementos que pueden concederse

Tres son los suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos:

1. Suplementos por retrasos personales
2. Suplementos por retraso por fatiga (descanse)
3. Suplementos por retrasos especiales, incluye:
 - a) Demoras debidas elementos contingentes poco frecuentes.
 - b) Demoras en la actividad del trabajador provocadas por supervisión.
 - c) Demoras causadas por elementos extraños inevitables concesión que puede ser temporal o definitiva.

Valor de los suplementos

Aunque más adelante se explicará que ya existen valores predeterminados para algunos de los usos, a continuación, se estudiará cómo determinar la tolerancia en cada uno de ellos. En ausencia de un estudio minucioso, a continuación, se dan algunos lineamientos que pueden servir para su determinación:

1. En general, los suplementos personales son constantes para un mismo tipo de trabajo. Para personas normales fluctúan entre 4% y 7%.
2. Los suplementos para compensar los retrasos especiales pueden variar entre amplios límites, aunque en trabajos bien estudiados no es raro encontrar que sean de entre 1% y 5%.
3. Los suplementos para vencer la fatiga, en trabajos relativamente ligeros, son en general del orden de 4%.
4. Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados fluctúan entre 8% y 15%.
5. Los suplementos totales para trabajos medianos bien estudiados oscilan entre 12% y 40%.
6. Los suplementos totales para trabajos pesados no son fáciles de estimar, pero en general son mayores 20%.
7. En general, cuando los suplementos totales suman más de 20%, no es necesario añadir el suplemento por fatiga.

Factores que tienden a producir fatiga

1. Constitución del individuo.
2. Tipo de trabajo.
3. Condiciones del trabajo.
4. Monotonía y tedio.
5. Ausencia de descansos apropiados.
6. Alimentación del individuo.
7. Esfuerzo físico y mental requeridos.
8. Condiciones climáticas.
9. Tiempo trabajando

Métodos para calcular los suplementos por fatiga

La determinación de los suplementos por fatiga se puede hacer mediante:

1. La valoración objetiva con estándares de fatiga.
2. La investigación directa.

El primer método consiste en hacer el análisis de las características del trabajo estudiado y, posteriormente con base en valores asignados para diferentes condiciones, se procede a calcular el suplemento a concederse.

A continuación, se exponen dos métodos empleados en la actualidad.

Método "A" para calcular los suplementos por fatiga:

En este método el suplemento por fatiga contiene siempre una cantidad básica constante y, algunas veces, una cantidad variable que depende del grado de fatiga que se suponga cause el elemento. La parte constante del suplemento (o sea el suplemento mínimo o básico por fatiga) corresponde a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo leve en buenas condiciones de trabajo y que precisa emplear sus manos, piernas y sentidos normalmente. Es común la cifra de 4%. para hombres y mujeres por igual. La cantidad variable sólo se añade cuando las condiciones de trabajo son penosas y no se pueden mejorar,

A los efectos del cálculo, puede decirse que el suplemento por descanso consta de:

- a) Un mínimo básico constante, que siempre se concede.
- b) Una cantidad variable, añadida a veces, según las circunstancias en que se trabaje.

En la figura se representa un sistema de suplementos por descansos en porcentaje de los tiempos normales.

Cálculo de la cantidad variable del suplemento

Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:



- a) Trabajo de pie
- b) Postura anormal
- c) Levantamiento de pesos o uso de fuerza
- d) Intensidad de la luz
- e) Calidad del aire
- f) Tensión: visual
- g) Tensión auditiva
- h) Tensión mental
- i) Monotonía mental

- a) *Monotonía física*: Muestra ejemplos de los correspondientes suplementos, pero tal vez sea útil añadir algunas acotaciones, empleando cifras de la figura.
- b) *Trabajo de pie*. Este tipo de trabajo lleva consigo un suplemento adicional. En diversos países, la ley ha reconocido que el trabajo de pie es más agotador y exige que en el lugar de trabajo o cerca de él haya asientos para los periodos de descanso.
- c) *Postura anormal*. La postura normal del obrero occidental es de pie o sentado, con el trabajo más o menos a la altura de la cintura. Las demás posturas resultan anormales y se les debe asignar un suplemento según el grado en que sean forzadas. Sin embargo, no en todas partes es así, y en la India, por ejemplo, se considera normal la postura en cuclillas.

Ejemplo:

- Peso del cuerpo no distribuido por igual en los pies 2% máximo.
- Cuerpo inclinado en ángulo con la vertical. 5% máximo.
- Brazos alzados más alto que el tórax 10% máximo
- Cuerpo doblado, agachado o tendido 5% máximo.
- Postura constreñida (Minero en el tajo) 6.8%
máximo.

d) *Levantamiento de pesos o uso de fuerza.* Los suplementos de la figura son válidos si se levantan o acarrean pesos en posturas cómodas, pero deben aumentarse si es necesario agacharse o doblarse (postura anormal). Las cifras de la figura muestran que, a partir de cierta carga, es más económico, y no sólo más humano, recurrir a la fuerza mecánica. En junio de 1967, en su 5.5a. reunión, la conferencia general de la Organización Internacional del Trabajo adoptó el convenio sobre el peso máximo admisible y una recomendación que dispone lo siguiente:

"Cuando el peso máximo de la carga que puede ser transportada manualmente por un trabajador adulto de sexo masculino sea superior a 55 kilogramos, deberían adoptarse medidas lo más rápidamente posible para reducirlo a ese nivel. El peso máximo admisible para las mujeres y menores debería ser considerablemente inferior al fijado para los adultos de sexo masculino." Si se trasladan a una gráfica (figura) las cifras de la figura se obtiene la siguiente curva donde se verá que, una vez pasados los 30 kg de carga, el suplemento adicional por fatiga aumenta rápidamente y llega casi a 58% para un peso de 50 kg.

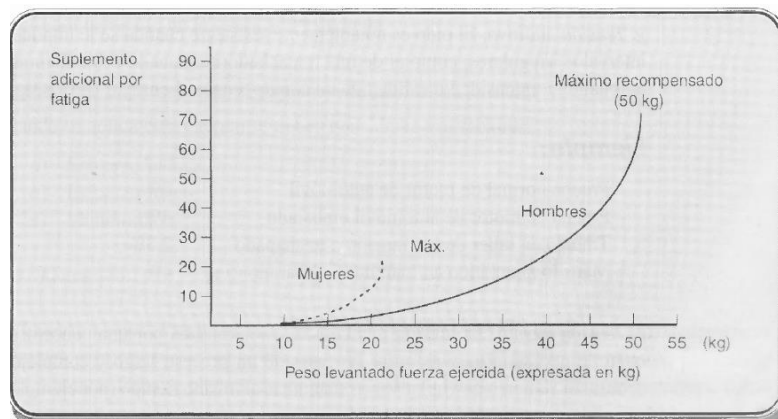


FIGURA 15: Suplementos por el uso de la fuerza

Tomado de: GARCIA R. (2005).

e) *Intensidad de la luz.* Si se trabaja con menos luz que la recomendada por las condiciones normales y es imposible aumentarla, se debe conceder un suplemento, según el grado en que deba forzarse la vista. Sin embargo, la luz es mala no sólo cuando es poca, sino también cuando



hay resplandor o contrastes violentos entre la superficie de trabajo y el ambiente circundante.

- f) *Calidad del aire.* Los suplementos indicados en el cuadro de suplementos no deben servir para compensar las variaciones de clima, sino para contrarrestar los efectos de un aire viciado por algún factor propio del trabajo que no se pueda eliminar totalmente. Cuando el obrero debe soportar emanaciones molestas es posible que se justifique un suplemento de hasta 15%, según la gravedad de la situación. Si las emanaciones son nocivas e imponen el uso de máscaras, los suplementos suelen llegar a 10%, más o menos. Las cifras del cuadro deben tomarse como simples aproximaciones. Por lo demás, siempre será preferible esforzarse por mejorar la pureza del aire que contentarse por prever un suplemento de tiempo.

- g) *Tensión visual.* La vista se esfuerza cuando el trabajo que se hace o el instrumento que se emplea exigen gran concentración, por ejemplo, fabricar relojes o vigilar una continua de anillos para ver inmediatamente las roturas del hilo.

Ejemplo:

Utilización de una regla de cálculo	2%
Observación de una continua de anillos	
Hilo color claro	2%
Observación de una continua de anillos	
Hilo color oscuro	4%

- h) *Tensión auditiva.* El oído es notablemente resistente cuando se le impone un ruido fuerte a intervalos irregulares, como el de una remachadora o cuando debe distinguir variaciones de la tonalidad, intensidad o calidad de un sonido, como al ensayar ciertos tipos de máquinas.

Ejemplo:

Prueba normal de motor de automóvil	2%
Prueba de motor de automóvil embalado	4%



Trabajo en taller de laminación o enchapado	2.3%
Martillo neumático en marcha (5 s) parado (5 s)	4%

- i) *Tensión mental.* La tensión mental puede ser causada por una concentración prolongada, como la necesaria para recordar las fases de un proceso largo y complejo. También puede deberse al esfuerzo de vigilar varias máquinas al mismo tiempo (por ejemplo, telares), en cuyo caso interviene también un factor de ansiedad.

Ejemplo:

Vigilancia de continua de 200 a 300 husos	3%
Vigilancia de una continua de 700 a 800 husos	6%
Tejido en 6 telares con automático	6%
Tejido en 24 telares con dispositivo automático de detención	6%
Arrollamiento de bobinas de encendido; 10 vueltas por mandril	4%

- j) *Monotonía mental.* Proviene generalmente del empleo repetido de ciertas facultades mentales, como hacer un cálculo mental, y tiene mayores probabilidades de producirse con un trabajo corriente de oficina que en un taller. En este caso debería cambiarse de trabajo.
- k) *Monotonía física.* Es la sensación causada por el uso repetido de ciertos miembros u órganos (dedos, manos, brazos y piernas). El estudio de método al simplificar el trabajo lo hace más fastidioso para los obreros diestros, pero a menudo lo pone al alcance de los inexpertos. El aburrimiento se puede combatir colocando a los trabajadores, especialmente a las muchachas jóvenes, en puestos que les permitan conversar con las más próximas mientras trabajan.

Ejemplo:

Trabajo de ciclo muy breve, alrededor de 5 segundos	3 a 5%
Trabajo de ciclo breve de 5 a 10 segundos	1 a 2%

El suplemento por descanso, expresado en porcentaje del tiempo básico, se debe sumar elemento por elemento de la operación estudiada.

Instituto de Administración Científica de las Empresas					
Curso de "Técnicas de organización"					
EJEMPLO DE UN SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO EN PORCENTAJES DE LOS TIEMPOS NORMALES					
1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento		
	Hombres	Mujeres			
Suplementos por necesidades personales	5	7			
Suplementos base por fatiga	4	4	Kata (milicalorías/cm2/segundo)		
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			16 0		
	Hombres	Mujeres	14 0		
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	12 0		
B. Suplemento por postura anormal			10 3		
Ligeramente incómoda	0	1	8 10		
Incómoda (inclinado)	2	3	6 21		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5 31		
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			4 45		
			3 64		
			2 100		
			F. Concentración intensa	Hombres	Mujeres
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2.5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
7.5	2	3	G. Ruido.		
10	3	4	Continuo	0	0
12.5	4	6	Intermitente y fuerte	2	2
15	5	8	Intermitente y muy fuerte	5	5
17.5	7	10	Estridente y fuerte		

20	9	13	H. Tensión mental		
22.5	11	16	Proceso bastante complejo	1	1
25	13	20(máx)	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
30	17	-	Muy complejo	8	8
33.5	22	-	I. Monotonía		
D. Mala iluminación			Trabajo algo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

FIGURA 16: Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales.

Tomado de: GARCIA R. (2005).

2.2.6.5. TIEMPO ESTANDAR

El tiempo tipo o estándar es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se les agregan los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales. La figura nos indica qué es el tiempo tipo.

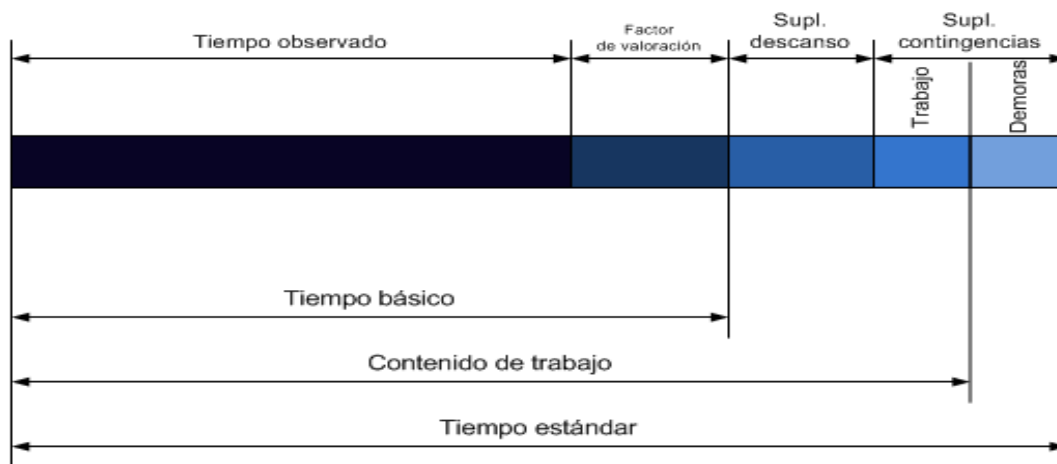


FIGURA 17: Descomposición del ciclo de trabajo

Tomado de: GARCIA R. (2005).

La obtención de este resultado final se explica a continuación.

Cálculo del tiempo estándar

Una vez que se han terminado de realizar los pasos siguientes:

1. Obtener y registrar información de la operación.
2. Descomponer la tarea y registrar sus elementos.
3. Tomar las lecturas.
4. Nivelar el ritmo de trabajo.
5. Calcular los suplementos del estudio de tiempos.

Se procede a calcular el estudio de tiempos y se obtiene el tiempo estándar de la operación como sigue:



- I. Se analiza la consistencia de cada elemento. Las medidas a tomar pueden ser las siguientes:
 - a) Si las variaciones se deben a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas.
 - b) Si las variaciones no se originan por la naturaleza del elemento y la lectura anterior o posterior donde se observa la variación, o ambas son consistentes, la inconsistencia del elemento estudiado se deberá a la falta de habilidad o desconocimiento de la tarea por parte del trabajador. Si un gran número de observaciones son consistentes. se pueden eliminar las observaciones extremas y sólo conservar las normas. Si no es posible distinguir cuáles son extremas y cuáles son normales, debe repetirse íntegramente el estudio con otro trabajador.
 - c) Si las variaciones no se deben a la naturaleza del elemento, pero la lectura anterior o posterior al elemento donde se observa la variación, o ambas, también han sufrido variaciones, esta situación ocurre por errores en el cronometraje cometidos por el tomador de tiempo. Si es mínimo el número de casos extremos, éstos se eliminan y se conservan sólo los normales. Si, por el contrario, este error se ha cometido en muchas lecturas, aunque no todas sean en el mismo elemento, lo más indicado es repetir el estudio de tiempos toda; las veces que sea necesario hasta obtener una consistencia adecuada.
 - d) Cuando las variaciones sean inexplicables, deben analizarse cuidadosamente antes de eliminarlas. Nunca debe aceptarse una lectura anormal como inexplicable Si hay dudas, siempre es preferible repetir el estudio.
- II. En cada uno de los elementos se suman las lecturas, que han sido consideradas como consistentes.
- III. Se anota el número de lecturas que han sido consideradas para cada elemento.
- IV. Se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas consideradas; el resultado es el tiempo promedio por elemento.

$$T_e = \frac{\sum X_i}{n}$$



- V. Se multiplica el tiempo "promedio" (T_e) por el factor de valoración. Esta cifra debe aproximarse hasta el milésimo de minuto, obteniéndose el tiempo base elemental;

$$T_n = T_e (\text{valoración en } \%)$$

- VI. Al tiempo base elemental se le suma la tolerancia por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento.

$$T_t = T_n (1 + \text{tolerancias})$$

- VII. Se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento cíclico y contingente.
- VIII. Se multiplica el tiempo concedido elemental por la frecuencia obtenida del elemento. A este producto se le denomina tiempo total concedido.
- IX. Se suman los tiempos concedido para cada elemento y se obtiene el tiempo tipo o estándar por operación, pieza, etcétera.
- X. Al efectuar el cálculo del tiempo tipo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.
- a) Cómo se asignarán los elementos contingentes.
 - b) Si debe concederse el tiempo de preparación y retiro.
 - c) El factor interferencia cuando se presente en un ciclo de trabajo estudiado.

2.2.7. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA:

NIEVEL B., FREIVALS A. (2009). Describe la distribución de planta:

El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere y a bajo costo. La distribución física constituye un elemento importante de todo sistema de producción que incluye tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, enrutamiento y despacho. Todos estos elementos deben estar cuidadosamente integrados para cumplir con el objetivo establecido. La pobre distribución de las plantas da como resultado elevados costos.

El gasto en mano de obra indirecta que representan los extensos desplazamientos, rastreos previos, retrasos y paros de trabajo debidos a cuellos

de botella en el desperdicio de transporte, son característicos de una planta con una distribución costosa y anticuada.

2.2.7.1. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN

¿Existe un tipo de distribución que tienda a ser el mejor? La respuesta es no. Una determinada distribución puede ser la mejor en una serie de condiciones y, sin embargo, puede ser pobre en otra. En general, todas las distribuciones de la planta representan una o la combinación de dos distribuciones básicas: distribución por producto o en línea recta y distribución por funciones o por procesos. En la distribución en línea recta, la maquinaria se ubica de tal manera que el flujo de una operación a la siguiente sea el mínimo para cualquier clase de producto. En una organización que utilice esta técnica, sería poco usual ver un desbastado de superficie ubicado entre una máquina fresadora y un torno de torreta, con una mesa de ensamble y tanques de cromado en el área intermedia. Este tipo de distribución es muy popular en cierto tipo de manufactura de producción masiva, debido a que los costos asociados con el manejo de materiales son menores a los que genera el agrupamiento por procesos.

La distribución por productos tiene algunas desventajas distintivas. Debido a que en un área relativamente pequeña se encuentra gran variedad de ocupaciones, es posible que el nivel de insatisfacción de los empleados aumente. Esta insatisfacción es particularmente notable cuando diferentes oportunidades conllevan un diferencial significativo en cuanto a nivel salarial. Debido a que están agrupadas instalaciones diferentes, el entrenamiento del operador puede ser más ineficaz, especialmente si en las inmediaciones no está disponible un empleado con experiencia para entrenar al nuevo operario. El problema que representa encontrar supervisores competentes es enorme debido a la gran variedad de equipos y tareas que deben ser supervisadas. Entonces, también, este tipo de configuración invariablemente necesita de una inversión inicial más elevada debido a que se requieren líneas de servicio duplicadas como, por ejemplo, aire, agua, gas, petróleo y energía eléctrica. Otra desventaja de la distribución por productos es el hecho de que este arreglo tiene tendencia a parecer caótico y desordenado. En estas condiciones, a menudo es difícil promover una buena economía interna. Sin embargo, en general, las



desventajas de la agrupación por productos son más que sobrepasadas por las ventajas, si los requerimientos de producción son sustanciales.

La distribución por procesos implica agrupar instalaciones similares. Por lo tanto, todos los tornos de torreta deben agruparse en una sección, departamento o edificio. Las máquinas de fresado, las prensas de taladro y la prensas de perforado también tienen que estar agrupadas en sus respectivas secciones. Este tipo de distribución proporciona una apariencia general de limpieza y orden y tiende a promover una buena economía interna. Otra ventaja de la distribución funcional es la facilidad con la que un nuevo operador puede entrenarse. Rodeado de empleados experimentados que trabajan con máquinas similares, el nuevo operario tiene mejor oportunidad de aprender de ellos. El problema que representa encontrar supervisores competentes es menor, ya que las demandas de trabajo no son tantas. Puesto que estos supervisores sólo necesitan estar familiarizados con un tipo o clase general de equipos, sus antecedentes no tienen que ser tan estrictos como los de los supervisores de las empresas que utilizan agrupación por productos. Asimismo, si las cantidades de producción de productos similares son limitadas y existe "trabajo" frecuente u órdenes especiales, la distribución por procesos resulta más eficiente.

La desventaja del agrupamiento por procesos es la posibilidad de que se presenten desplazamientos largos y será necesario dar un seguimiento a tareas que requieran una serie de operaciones en diversas máquinas. Por ejemplo, si la tarjeta de operaciones de un trabajo especifica una secuencia de operaciones de perforado, torneado, fresado, escariado y esmerilado, el movimiento del material de una sección a la siguiente podría ser exageradamente costosa. Otra desventaja importante de este enfoque es el gran volumen de papeleo que se requiere para generar órdenes y controlar la producción entre secciones.

2.2.7.2. DIAGRAMAS DE RECORRIDOS

Antes de corregir una configuración o diseñar una nueva, el analista debe acumular los hechos que pueden influir sobre la distribución. Los diagramas de recorridos, o desde-hacia, pueden ser de gran utilidad para diagnosticar problemas relacionados con el arreglo de departamentos y áreas de servicio, así

como con la ubicación de equipo dentro de un determinado sector de la planta. El diagrama de recorridos consiste en una matriz que despliega la magnitud del manejo de materiales que se lleva a cabo entre dos instalaciones en un periodo determinado. La unidad que identifica la cantidad de manejo de materiales puede ser la que le parezca más apropiada al analista. Pueden ser libras, toneladas, frecuencia de manejo de materiales, etc. La figura un diagrama de recorridos muy elemental a partir del cual el analista puede deducir el correspondiente de las demás máquinas. El torno de torreta W&S No. 4 y el centro de maquinado horizontal Cincinnati No. 2 deben estar próximos entre sí debido al elevado número de artículos (200) que pasan entre las dos máquinas.

2.2.7.3. PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE MUTHER

El método sistemático para configurar plantas desarrollado por Muther (1973) se llama planeación sistemática de distribuciones (SLP). El objetivo del SLP es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí mediante el uso de un procedimiento directo de seis pasos:

1. Diagrame las relaciones: En esta primera etapa se establecen las relaciones entre las diferentes áreas; después, se elabora un diagrama sobre un formato especial llamado diagrama de relaciones. Una relación es el grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere, entre diferentes actividades, áreas, departamentos, habitaciones, etc., según lo determine la información cuantitativa del flujo (volumen, tiempo, costo, enrutamiento) de un diagrama desde-hacia, o más cualitativamente, de las interacciones funcionales o información subjetiva. Por ejemplo, a pesar de que el pintado podría ser el paso lógico entre el acabado y la inspección final y el empaclado, los materiales tóxicos y las condiciones peligrosas y de probable incendio pueden requerir que el área de pintura esté completamente separada de las demás áreas. Los valores que se les asignan a las relaciones varían de 4 a -1, con base en las vocales que semánticamente definen la relación, como se muestra en la tabla de relación del SLP.

2. Establezca las necesidades de espacio. En la segunda etapa se establecen las necesidades de espacio en términos de los pies cuadrados que existen. Estos

valores pueden calcularse con base en las necesidades de producción, extrapoladas a partir de áreas existentes, proyectadas para expansiones futuras o establecidas por estándares legales, tales como la ADA o estándares arquitectónicos. Además de los pies cuadrados, el tipo y forma del área que se desee definir, así como la ubicación respecto a los servicios que se requieran, pueden ser aspectos muy importantes.

Diagrama de Relaciones:

Proyecto: Construcción de una nueva oficina	Comentarios:
Planta: Dorben Consulting	
Fecha: 6-9-97	
Elaborador por: AF	
Referencia:	

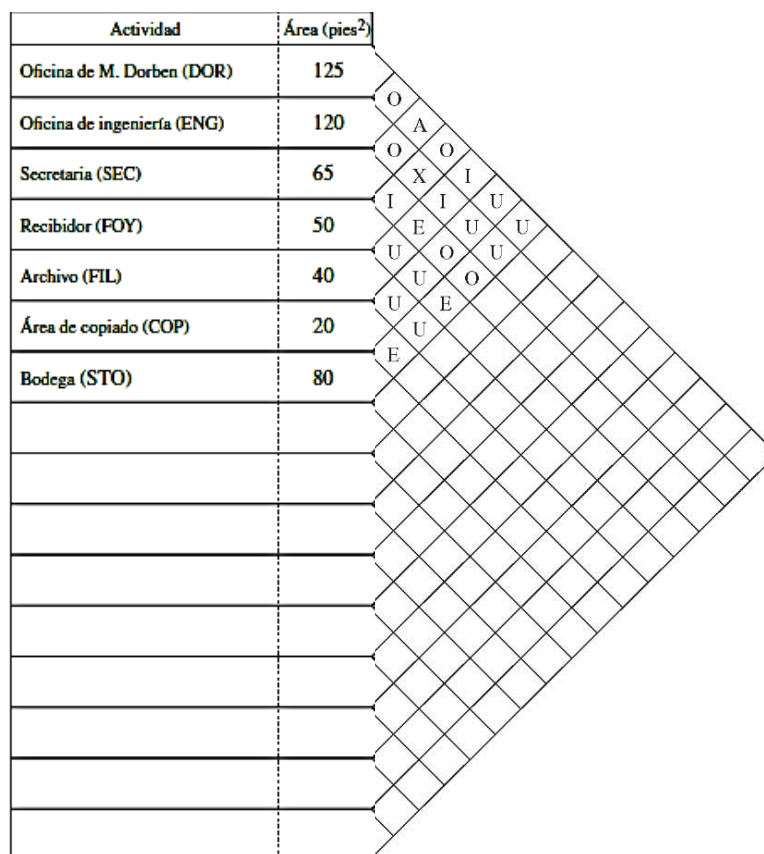







FIGURA 18: Diagrama de relaciones de Dorben Consulting. Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

3. Elabore diagramas de relaciones entre actividades: En la tercera etapa se dibuja una representación visual de las diferentes actividades. El analista

comienza con las relaciones absolutamente importantes A, utilizando cuatro líneas cortas paralelas para conectar las dos áreas. Luego, el analista procede con las E, utilizando tres líneas paralelas aproximadamente del doble de longitud que las líneas A. El analista continúa este procedimiento con las I, O, etc., aumentando de manera progresiva la longitud de las líneas, a la vez que intenta evitar que las líneas se crucen o se enreden. En el caso de relaciones indeseables, las dos áreas se colocan lo más alejadamente posible y se dibuja una línea serpenteante (que representa un resorte) entre ellas. (Algunos analistas pueden también definir una relación extremadamente indeseable con un valor -2 y una línea serpenteante doble.)

Tabla 3: Valores de relación del SLP

Relación	Valores más cercanos	Valor	Líneas en el diagrama	Color
Absolutamente necesario	A	4		Rojo
Especialmente importante	E	3		Amarillo
Importante	I	2		Verde
Ordinario	O	1		Azul
Sin importancia	U	0		
No deseable	X	-1		Café

Tomado de: NIEVEL B., FREIVALS A. (2009).

4. Elabore relaciones de espacio en la distribución. Después, se crea una representación espacial escalando las áreas en términos de su tamaño relativo. Una vez que los analistas están satisfechos con la distribución, las áreas se compactan en un plano. Esta tarea no es tan fácil como parece, por lo cual el analista normalmente debe utilizar patrones. Además, se pueden introducir modificaciones al plano con base en las necesidades del manejo de materiales (por ejemplo, el departamento de embarques o de recepción necesariamente deben estar ubicados en una pared exterior), instalaciones de almacenamiento (quizá necesidades para el acceso exterior similares), necesidades del personal (una cafetería o sala de descanso localizadas en las inmediaciones), características del edificio (actividades con grúas en un área elevada; operaciones de levantamiento sobre el piso) y los servicios generales.

5. Evalúe una distribución alterna. Debido a que existen tantas opciones de distribución, no es nada raro encontrar que varias aparentan ser igualmente

probables. En ese caso, el analista debe evaluar las diferentes opciones para poder determinar la mejor solución. Primero, es necesario que identifique factores que se consideran importantes: por ejemplo, la posibilidad de que se desee ampliar las instalaciones en el futuro, flexibilidad, eficiencia de flujo, manejo de materiales eficiente, seguridad, facilidad de supervisión, apariencia y estética, etc. Segundo, la importancia relativa de dichos factores debe establecerse a través de un sistema de ponderaciones, como por ejemplo de 0 a 10. Luego se le asigna un valor a cada opción para satisfacer cada factor. Muther (1973) sugiere la misma escala de 4 a -1; 4 representa casi perfecto; 3, especialmente bueno; 2, importante; 1, resultado ordinario, 0, sin importancia; y -1, no aceptable. Después, cada valor se multiplica por su peso. Los productos de cada opción se suman y el valor más grande indica la mejor solución.

6. Seleccione la distribución e instálela. El paso final consiste en implantar el nuevo método.

2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

a) PRODUCTIVIDAD:

La productividad es un concepto que describe la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas, aquí presentamos algunas posibles definiciones.

Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc.

b) CRONOMETRO:

Un cronómetro es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeñas. A diferencia de los relojes convencionales que se utilizan para medir los minutos y las horas que rigen el tiempo cotidiano, los cronómetros suelen usarse en competencias deportivas y en la industria para tener un registro de fracciones temporales más breves, como milésimas de segundo.

**c) MEZCLADORA DE CONCRETO:**

Son máquinas diseñadas para mezclar grandes cantidades de concreto y son impulsadas por motores de gasolina o eléctricos. Se provee los ingredientes que necesita en la mezcla y con la máquina encendida cargue los productos dentro del tambor. Añada agua gradualmente hasta que la mezcla tenga la consistencia requerida.

Una Mezcladora conocida también como hormigonera es una de las piezas esenciales del equipo para cualquier empresa de construcción o de la persona que está buscando para completar un trabajo sobre el terreno sin muchos problemas. Un poco de conocimiento acerca de mezcladoras de cemento y la forma en que operan pueden hacer el proceso de selección para una mesa de mezclas mucho más fácil.

d) PROCESO

Conjunto de las frases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

e) PRODUCCIÓN

Suma de productos del suelo o de la industria.

Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo.

f) CALIDAD

La calidad es una de las variables que determina un mantenimiento óptimo generando altos niveles de producción.

g) MÁQUINA:

- Artificio para aprovechar, dirigir o regular la acción de una fuerza.
- Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.
- Una máquina tiene elementos móviles accionados por una energía distinta a la que proporciona el operario (ya sea energía eléctrica, mecánica, neumática, oleohidráulica, hidráulica, electromagnética, térmica, y quizá alguna más). Que no te confundan las máquinas portátiles (taladro, amoladora, etc.). Aunque sean portátiles, también son máquinas, porque tiene accionamientos eléctricos.

**h) EQUIPO:**

Colección de utensilios, instrumentos y aparatos especiales para un fin determinado.

i) HERRAMIENTA:

Instrumento, por lo común de hierro o acero, con que trabajan los artesanos; Es aquella cuyo manejo se hace por las manos del operario, pueden ser también ayudadas con energía eléctrica y/o neumática.

Sobre la definición de herramienta, aunque en principio son elementos accionados manualmente (un serrucho, una llave de apriete), es posible que también puedan ser consideradas como herramientas algunas máquinas (por ejemplo, un atornillador eléctrico).

j) INSTRUMENTO

Conjunto de diversas piezas combinadas adecuadamente para que sirvan con determinado objeto en el ejercicio de las artes y oficios.

k) LA MÁQUINA HERRAMIENTA

Es un tipo de máquina que se utiliza para dar forma a piezas sólidas, principalmente metales. Su característica principal es su falta de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias. El moldeado de la pieza se realiza por la eliminación de una parte del material, que se puede realizar por arranque de viruta, por estampado, corte o electroerosión.

l) RENTABILIDAD

Condición o aptitud de una empresa mercantil para producir beneficios en consonancia con el capital y el trabajo en ellas invertidos.

m) FIABILIDAD

Probabilidad donde la maquinaria y/o equipo puede desempeñarse de manera satisfactoria sin fallar por el periodo determinado bajo las condiciones específicas del plan de mantenimiento.

Probabilidad puede variar entre 0 (indica la certeza de falla) y 1 (indica la certeza de buen desempeño).

Para el análisis de fallas se realiza de la siguiente manera el cociente del n° de fallas sobre el total de horas de operación.

n) MANTENIMIENTO

La combinación de todas las acciones técnicas y asociadas mediante las cuales un equipo o un sistema se conservan o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.

El Mantenimiento es una profesión que se dedica a la conservación de equipo de producción, para asegurar que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar.

ñ) DISPONIBILIDAD

La capacidad del equipo para llevar a cabo con éxito la función requerida en un momento específico o durante un periodo de tiempo específico.

o) MANTENIBILIDAD

Es la probabilidad de que una maquina o sistema pueda ser reparada en un tiempo determinado en condiciones específicas en un periodo de tiempo dado bajo ciertas metodologías y recursos determinados. Expresándose en términos de frecuencia de tiempo duración y costo.

p) GIS: Arcilla blanca o de diversos colores que, en forma de barra, se usa para escribir en los pizarrones.

2.4. HIPOTESIS

Mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos, se mejorará la productividad de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. años 2016-2017.



2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio de tiempos y movimientos.

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Productividad.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:



Tabla 4: Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	TIPO	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Estudio de tiempos y movimientos.	Variable Independiente	<ul style="list-style-type: none"> Estudio de tiempos: actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables. Estudio de movimientos: análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo de cada actividad Cantidad de personal requerido Costos del proceso Capacidad instalada 	<ul style="list-style-type: none"> Hora, segundos, Minutos Nro Personas Nuevos soles
Productividad.	Variable Dependiente	<p>La productividad es la relación entre cierta producción y ciertos insumos. La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado. Es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para lograr determinados niveles de producción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Índice de productividad total Índice de productividad parcial y multifactorial 	<ul style="list-style-type: none"> Número de productos <p>(und/soles) (und/h)</p>

CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA TESIS

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A) TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que le corresponde es aplicada dado que se utilizará los conocimientos sobre el estudio de tiempos y movimientos, aplicándolo a la realidad problemática para mejorar la productividad de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C.

B) NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo propositivo, porque se analizará la línea de producción, sus características y frecuencia de paradas imprevistas, describiendo la problemática actual para realizar un estudio de tiempos y movimientos en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C.

C) MÉTODO

El estudio empleará el método analítico deductivo, porque analizará la situación actual, el tiempo de cada operación, los cuellos de botella, las paradas imprevistas que alteran el proceso productivo serán reconocidos. Y deductivo ya que se analizará diferentes componentes mediante la información que se obtendrá, y llegar a una conclusión para facilitar la toma de decisiones y la propuesta de un plan de mejora que conllevará a un mejor resultado en el proceso productivo.

D) DISEÑO

Es no experimental, transversal; ya que el investigador no propicia cambios intencionales en las variables estudiadas.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA:

El estudio se ejecutará en la línea de producción principal, la población es finita ya que se tomará cada operación y actividad del proceso productivo asimismo como población humana se tomará solo el personal del área de producción.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

A) TÉCNICAS

- Observación Directa: Se hará un registro visual de la secuencia de actividades y manejo de los recursos, con esta técnica se analizará la productividad de del área de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C, y se obtendrá un diagnostico actualizado.
- Entrevista: Este tipo de comunicación oral con el personal tanto administrativo y de producción nos permitirá obtener información y conocer algunos detalles específicos sobre el proceso, se conocerá sobre el conocimiento que tienen los técnicos a cerca de los procesos.
- Recopilación documental: Esta técnica nos dará la información y datos, que están presentes en los documentos, el histórico de ventas, entre otros.
- Prueba: Esta Técnica ayudara a evaluar la eficiencia, productividad, calidad, efectividad de la situación actual mediante indicadores obtenidos de datos históricos, documentos de la empresa y la información obtenida.

B) INSTRUMENTOS METODOLÓGICAS

- Guía de Observación: Estas fichas ayudarán a obtener datos mediante la observación directa de toda el área de producción, el proceso, maquinaria y equipo.
- Cuestionario: Este instrumento se aplicará a cada uno de los técnicos de la empresa para conocer el nivel de conocimiento sobre la producción.
- Ficha de análisis y Test: Este instrumento ayudará a evaluar la productividad, de la situación actual mediante indicadores obtenidos de datos históricos, documentos de la empresa y la información obtenida.

C) HERRAMIENTAS

- Ficha de diagrama de flujo y operaciones: Estos diagramas nos ayudará a describir la secuencia de las actividades.
- Registros: Estas fichas ayudarán a obtener datos mediante la observación directa de la planta, el proceso, maquinaria y equipo. Asimismo, tener acceso a los registros de ventas y documentos de la empresa.



- Registro Tiempos: Este registro presentará los tiempos de cada actividad medidas con el cronometro en la línea de producción, este registro estará junto al diagrama de flujo.
- Registros fotográficos: Se tendrá un archivo donde se juntarán todas las fotos obtenidas para conocer la situación real, los movimientos, las condiciones y las condiciones de cada maquinaria.
- Excel: Se usará para procesar los datos.
- AutoCAD: Se usará para el diseño del área de producción (distribución de planta).
- Inventor: Sé usará para el dibujo de las piezas mecánicas.



CAPITULO IV: MARCO CONCEPTUAL DE LA EMPRESA Y LÍNEA PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN.

4.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.

4.1.1. RAZÓN SOCIAL

- Nombre de la Empresa : INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C.
- RUC : 20601595193
- Tipo de empresa : Micro empresa
- Actividad Económica : Industria Manufacturera.

4.1.2. VISIÓN

Ser la empresa líder en fabricación de productos para la industria constructora dentro de la zona sur del país, con productos de calidad para el desarrollo de servicios y ser la mejor opción en la rama de máquinas y equipos de acuerdo a las necesidades y/o trabajos respaldados con la certificación de calidad de acuerdo a los estándares que rigen en la actualidad, en base al esfuerzo y trabajo.

4.1.3. MISIÓN

Somos una Empresa que elegimos y fabricamos productos de buena calidad, con precios competitivos en el mercado, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, logrando así mayor participación en el mercado local ofreciendo la mejor alternativa de compra.

4.1.4. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- a) Asegurar la productividad de la empresa con la fabricación y venta de maquinaria y equipos de calidad, esta amplia trayectoria nos ha permitido seleccionar y fabricar los productos más pedidos en el mercado de la construcción.
- b) Como distribuidores autorizados incrementar la distribución eficiente y eficaz con todo el respaldo técnico, para poder ofrecer la mejor asesoría en la elección y aplicación de los productos.
- c) Asegurar la satisfacción de nuestros clientes ofreciendo servicio de postventa en mantenimiento con garantía con calidad y responder las expectativas sociales.

- d) Optimizar los procesos empresariales de gestión de la mejora continua y el desarrollo personal con un adecuado ambiente de trabajo.

4.1.5. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

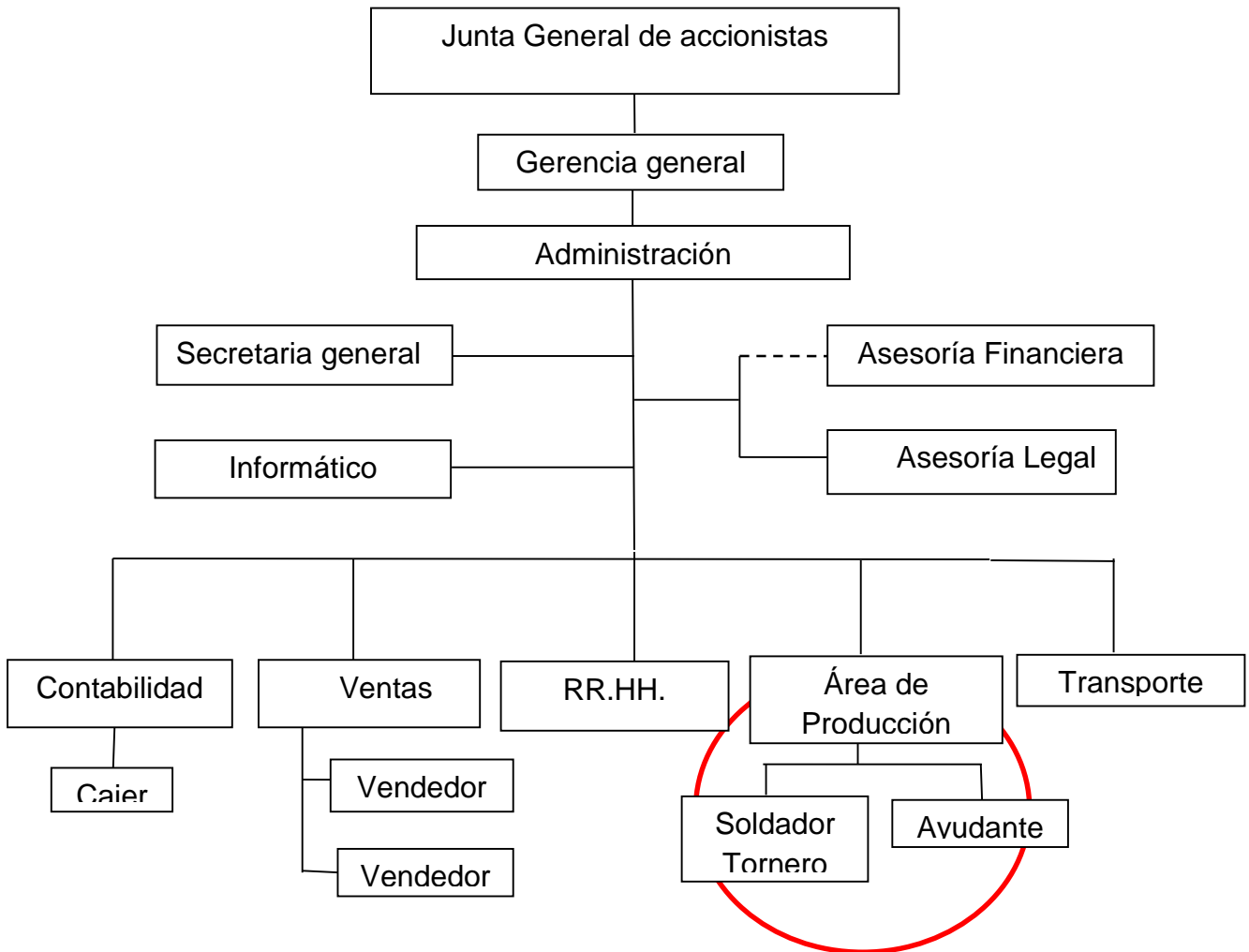


FIGURA 19: Organigrama de la empresa

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

4.1.6. LOS PRODUCTOS Y SUS CARACTERISTICAS:

Son tres los productos elaborados por INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C.

Tabla 5: Productos

Nombre	Descripción
Mezcladoras de concreto 5 pies ³	Capacidad: 5 pies ³ Pot. de Motor: 2 Hp Motor: Eléctrico monofásico
Mezcladoras de concreto de 9 pies ³	Capacidad: 9 pies ³ Pot. de Motor: 9 Hp Motor: Gasolinero Honda
Winche para concreto.	Capacidad: 4 pies ³ Pot. de Motor: 5 Hp Motor: Eléctrico trifásico

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

4.2. SELECCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL:

4.2.1. HISTORIAL DE PRODUCCIÓN Y VENTAS:

De acuerdo al historial de la producción el periodo de un lote de producción es de mes y medio; por consiguiente, se realizan 8 lotes de producción al año; y el historial de ventas se registró mensualmente:

MEZCLADOR DE CONCRETO DE 5 PIES³

AÑO 2016

Tabla 6: Producción M.C. 5 pies³-2016

MES	CANTIDAD
Enero- 15 feb	12
15 feb- Marzo	0
Abril - 15 Mayo	12
15 Mayo - Junio	0
Julio-15 Agosto	12
15 Agosto-Set	12
Oct -15 Nov.	12
15 Nov -Dic	12
TOTAL	72

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Tabla 7: VENTAS M.C. 5 pies³-2016

Precio: S/. 1600.00

MES	CANTIDAD	COSTO
Enero	2	3200.00
Febrero	3	4800.00
Marzo	3	4800.00
Abril	7	11200.00
Mayo	12	19200.00
Junio	11	17600.00
Julio	9	14400.00
Agosto	13	20800.00
Septiembre	8	12800.00
Octubre	4	6400.00
Noviembre	3	4800.00
Diciembre	4	6400.00
TOTAL	79	S/. 126,400.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

MEZCLADOR CONCRETO DE 9 PIES³**AÑO 2016**Tabla 8: PRODUCCIÓN M.C. 9 pies³-2016

MES	CANTIDAD
Enero- 15 feb	0
15 feb- Marzo	12
Abril - 15 Mayo	0
15 Mayo - Junio	12
Julio-15 Agosto	0
15 Agosto-Set.	12
Oct -15 Nov.	0
15 Nov –Dic.	0
TOTAL	36

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Tabla 9: VENTAS M.C. 9 pies³-2016

Precio: S/. 4600.00

MES	CANTIDAD	COSTO
Enero	0	0.00
Febrero	0	0.00
Marzo	2	9200.00
Abril	5	23000.00
Mayo	6	27600.00
Junio	3	13800.00
Julio	7	32200.00
Agosto	6	27600.00
Septiembre	5	23000.00
Octubre	3	13800.00
Noviembre	0	0.00
Diciembre	0	0.00
TOTAL	37	S/. 170,200.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

WINCHES**AÑO 2016**

Tabla 10: PRODUCCIÓN WINCHES -2016

MES	CANTIDAD
Enero- 15 feb	0
15 feb- Marzo	12
Abril - 15 Mayo	0
15 Mayo - Junio	12
Julio-15 Agosto	12
15 Agosto -Set.	0
Oct -15 Nov.	0
15 Nov -Dic.	0
TOTAL	36

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Tabla 11: VENTAS WINCHES -2016

Precio: S/. 3500.00

MES	CANTIDAD	COSTO
Enero	0	0.00
Febrero	0	0.00
Marzo	3	10500.00
Abril	4	14000.00
Mayo	4	14000.00
Junio	9	31500.00
Julio	4	14000.00
Agosto	5	17500.00
Septiembre	3	10500.00
Octubre	3	10500.00
Noviembre	0	0.00
Diciembre	0	0.00
TOTAL	35	S/. 122,500.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

MEZCLADOR CONCRETO DE 5 PIES³
AÑO 2017

Tabla 12: Producción M.C. 5 pies³-2017

MES	CANTIDAD
Enero- 15 feb	12
15 feb- Marzo	12
Abril - 15 Mayo	12
15 Mayo - Junio	12
Julio-15 Agosto	12
15 Agosto -Set.	12
Oct -15 Nov.	12
15 Nov -Dic.	12
TOTAL	96

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Tabla 13: VENTAS M.C. 5 pies³-2017

Precio S/. 1600.00

MES	CANTIDAD	COSTO
Enero	3	4800.00
Febrero	2	3200.00
Marzo	5	8000.00
Abril	8	12800.00
Mayo	10	16000.00
Junio	8	12800.00
Julio	8	12800.00
Agosto	11	17600.00
Septiembre	13	20800.00
Octubre	12	19200.00
Noviembre	9	14400.00
Diciembre	5	8000.00
TOTAL	94	S/. 150,400.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

MEZCLADOR CONCRETO DE 9 PIES³**AÑO 2017**Tabla 14: PRODUCCIÓN M.C. 9 pies³-2017

MES	CANTIDAD
Enero- 15 feb	0
15 feb- Marzo	12
Abril - 15 Mayo	0
15 Mayo - Junio	0
Julio-15 Agosto	12
15 Agosto -Set.	0
Oct -15 Nov.	0
15 Nov -Dic.	0
TOTAL	24

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Tabla 15: VENTAS M.C. 9 pies³-2017

Precio S/. 4,600.00

MES	CANTIDAD	COSTO
Enero	2	9200.00
Febrero	0	0.00
Marzo	1	4600.00
Abril	2	9200.00
Mayo	5	23000.00
Junio	4	18400.00
Julio	9	41400.00
Agosto	3	13800.00
Septiembre	3	13800.00
Octubre	5	23000.00
Noviembre	0	0.00
Diciembre	0	0.00
TOTAL	34	S/. 156,400.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

WINCHES**AÑO 2017**

Tabla 16: Producción Winches -2017

MES	CANTIDAD
Enero- 15 feb	0
15 feb- Marzo	12
Abril - 15 Mayo	0
15 Mayo - Junio	12
Julio-15 Agosto	0
15 Agosto -Set.	0
Oct -15 Nov.	12
15 Nov -Dic.	0
TOTAL	36

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Tabla 17: Ventas Winches -2017

Precio S/. 3,500.00

MES	CANTIDAD	COSTO
Enero	0	0.00
Febrero	0	0.00
Marzo	1	3500.00
Abril	3	10500.00
Mayo	4	14000.00
Junio	8	28000.00
Julio	6	21000.00
Agosto	5	17500.00
Septiembre	7	24500.00
Octubre	3	10500.00
Noviembre	0	0.00
Diciembre	0	0.00
TOTAL	37	S/. 129,500.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Observando el historial de producción y ventas, nos entrevistamos con el Gerente de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. Raúl Villegas, quién nos indicó:

- Que las Mezcladoras de concreto de 5 pies³ son los productos de mayor demanda.
- Las Mezcladoras de concreto de 9 pies³ cuentan con un problema en la producción, su costo de producción es alto ya que no se cuenta con dos máquinas requeridas para la elaboración del producto una embonadora y pestañadora; es por ello que el embonado de la base de la mezcladora lo tercerisan en la ciudad de Arequipa, el transporte de estas piezas hace que el costo de producción sea alto; es por ello que traer estas máquinas desde la capital es más rentable, indicó el gerente. Por esta razón para el año 2018, se evaluará este producto.

4.2.2. APLICACIÓN DEL DIAGRAMA ABC:

Se tiene las tres líneas de producción, el costo de materiales y mano de obra (sin motor), las ventas anuales como se mencionó en el historial; los valores se calculan multiplicando la cantidad de ventas por el costo; estos valores son evaluados mediante el diagrama de Pareto o diagrama ABC, para determinar la línea de producción principal.

Tabla 18: Valores para el diagrama ABC

	Líneas de producción		
	Mezcladora 5 pies3	Winches	Mezcladora 9 pies3
Costo de Materiales y mano de obra	1020.1	1900.0	1600.0
Ventas anual 2016	79.0	35.0	37.0
Ventas anual 2017	94.0	37.0	34.0
Valor 2016	80585.2	66500.0	59200.0
Valor 2017	95886.2	70300.0	54400.0

Fuente: Elaboración Propia

AÑO 2016

Tabla 19: Aplicación del diagrama ABC -2016

Líneas de producción	Valor	% Acumulado	Valor Acumulado
Mezcladora 5 pies3	80585.17889	39%	80585.17889
Winches	66500	71%	147085.1789
Mezcladora 9 pies3	59200	100%	206285.1789

Fuente: Elaboración Propia

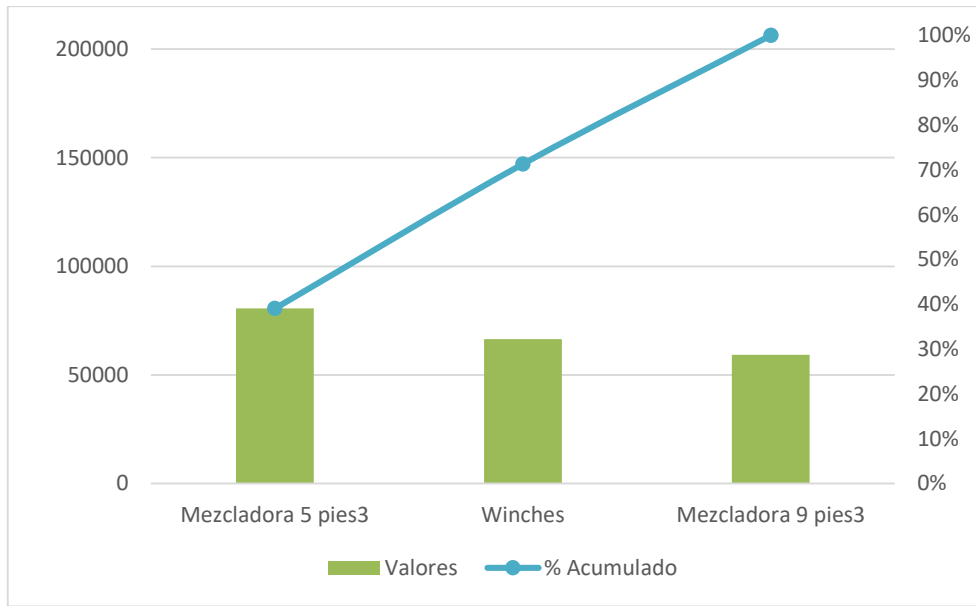


Figura 20: Diagrama ABC- 2016

Fuente: Elaboración Propia

AÑO 2017

Tabla 20: Aplicación del diagrama ABC -2017

Líneas de producción	Valor	% Acumulado	Valor Acumulado
Mezcladora 5 pies3	95886.16222	43%	95886.16222
Winches	70300	75%	166186.1622
Mezcladora 9 pies3	54400	100%	220586.1622

Fuente: Elaboración Propia

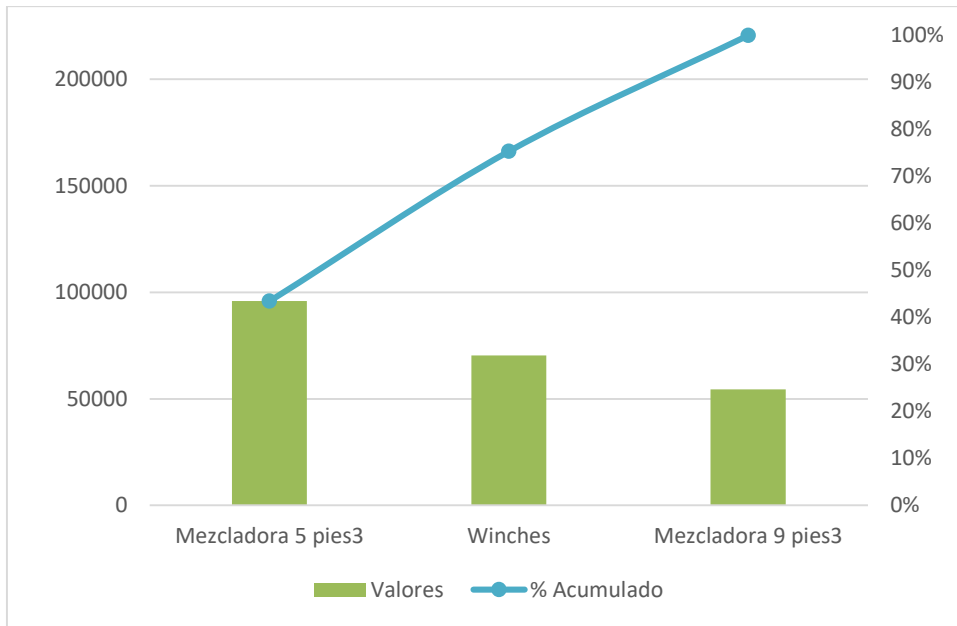


Figura 21: Diagrama ABC- 2017

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico obtenido se observa que un 25% de las líneas de producción (mezcladoras de concreto de 5 pies3) representan aproximadamente un 75% de toda la producción es decir es la más relevante, por lo tanto, nos centraremos en la línea de producción de la mezcladora de 5 pies3, la cual sería nuestra línea de producción principal.



CAPITULO V: DESCRIPCIÓN Y DATOS DE LA LÍNEA PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL:

5.1.1. EL TIPO DE PRODUCCIÓN:

La producción es intermitente ya que las mezcladoras de 5 pies³ son productos casi estandarizados que requiere controles más cercanos, con costo unitario promedio, volúmenes promedio de producción y mayores tiempos de producción a comparación de la producción continua. Asimismo, con Layout por proceso y trabajo medianamente calificado.

5.1.2. PLANO DEL PRODUCTO PRINCIPAL:

Las mezcladoras de concreto son usadas en la industrial de la construcción, se muestran en el mercado de varias capacidades; las mezcladoras de 5 pies³. Son las más pequeñas, pero con mayor demanda por el público privado. A continuación, se muestra un plano en explosión, así como los treinta procesos que intervienen en su producción; en cada proceso se fabrica un tipo de pieza. Como se indica en el plano; asimismo una cantidad determinada.

**5.1.3. COSTOS DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL:
MEZCLADORA DE CONCRETO 5 PIES³**

A) PRESUPUESTO DE MATERIAL DIRECTO:

Tabla 21: Presupuesto De Material Directo

PRESUPUESTO DE MATERIAL DIRECTO (Por doce unidades)						
Ite m	Cant.	Unid.	Descripción	Costo Unit.	Total	
1	17.00	und.	Tubos redondo (38.1 mm (1 1/4") x 1.8 mm x 6m)	37.40	635.80	
2	1.00	und.	Tubo cuadrado (25.4 mm (1 1/4") x 1.8 mm x 6 m)	38.19	38.19	
3	3.00	und.	Tubo cuadrado (38.1 mm (1 1/2")x 1.8 mm x 6 m)	45.80	137.40	
4	1.00	und.	Tubo redondo (88.9 mm (3.5") x 7.5mm x 6m)	85.00	85.00	
5	1.00	und.	Tubo redondo (50.8 mm (2") x 6 mm (1/4") x 6m)	45.00	45.00	
6	4.00	und.	Ángular (25.4 mm (1") x 25.4 mm(1") x 3 mm x6 m).	13.82	55.28	
7	1.00	m	Esparrago	8.00	8.00	
8	1.00	m	Barra riel - carril	5.00	5.00	
9	3.00	und.	platinas (31.8mm (1") x 4.76mm (1/4")x 6m)	25.86	77.58	
10	3.00	und.	Platinas (31.8mm (1 1/4") x 3.18mm (1/8")x 6m)	15.00	45.00	
11	4.00	und.	Platina (38.1mm (1 1/2") x 4mm (1/8")x 6m)	19.36	77.44	
12	1.00	und.	Barra redonda (25.4 mm (7/8") x 6 m)	62.00	62.00	
13	1.00	und.	Barra redonda (44.45mm (1. 3/4") x 6 m)	75.00	75.00	
14	1.00	und.	Barra cuadrado (12 mm (1/2") x 12 mm (1/2") x 6 m)	17.47	17.47	
15	1.00	und.	Planchas negras (2.5 mm (3/32") x 1.2 m x 2.4 m)	120.00	120.00	
16	2.00	und.	Plancha Galvanizada (2.5 mm (3/32") x 1.2 m x 2.4 m)	138.00	276.00	
17	9.00	und.	Plancha (4 mm (5/32") x 1.2 m x 2.4 m)	235.62	2120.58	
18	1.00	und.	Plancha (9.53 mm (3/8") x 1.2 m x 2.4 m)	420.00	420.00	
19	12.00	und.	Engranaje (115 dientes y mod. 2.57)	30.00	360.00	
20	12.00	und.	Piñon	20.00	240.00	
21	12.00	und.	Pernos 1/2" x 1"	0.80	9.60	
22	48.00	und.	Pernos 3/8" x 1 1/4"	0.20	9.60	
23	12.00	und.	Pernos 1/4" x 5/8"	0.10	1.20	
24	72.00	und.	Pernos 3/8" x 1"	0.25	18.00	
25	24.00	und.	Tuerca 1/2"	0.14	3.36	
26	48.00	und.	Perno 5/16" x 1 1/4"	0.15	7.20	
27	48.00	und.	Volanda 1/4"	0.10	4.80	
28	120.00	und.	Volanda 3/8"	0.20	24.00	
29	72.00	und.	Volanda 5/16"	0.15	10.80	
30	60.00	und.	Volanda 1/2"	0.20	12.00	
31	24.00	und.	Prisionero 5/16 "x 1/2"	0.15	3.60	
32	24.00	und.	graceras 3/8" recto	0.74	17.76	
33	24.00	und.	Rodajes 6205	15.00	360.00	
34	24.00	und.	Rodajes 6307	15.00	360.00	
35	12.00	und.	Correas A-41	13.00	156.00	



36	12.00	und.	Poleas 2 1/2" x 24.8 x 5/8"	15.00	180.00
37	12.00	und.	Poleas 7"x 24.8 x 5/8"	25.00	300.00
38	12.00	und.	Termomagnéticos 2 x 32	12.00	144.00
39	12.00	mts	Cables 2 x 10	0.80	9.60
40	24.00	und.	Bisagra 2 x 3/8"	0.89	21.36
41	1.00	und.	Masilla	8.50	8.50
42	5.00	gln	Pintura	40.00	200.00
43	2.00	gln	Thiner	15.00	30.00
44	24.00	und.	Llantas	75.00	1800.00
45	12.00	und.	Motor	250.00	3000.00
46	1.00	kg.	grasa	8.00	8.00
TOTAL				S/	11,600.12

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

B) MATERIALES INDIRECTOS:

Tabla 22: Materiales Indirectos

MATERIALES INDIRECTOS					
Ite m	Cant	Und.	Descripción	Costo	Total
1	6	kg.	Electrodo Punto Azul	12.00	72.00
2	1	kg.	Electrodo Supercito	15.00	15.00
3	1	Rollos	Alambre tubular	100.00	100.00
4	1	botella s	Oxicorte (oxigeno) 8 m3	100.00	100.00
5	3	lamina s	Lijar redondo	5.00	15.00
6	0.5	galon	gas	36.00	18.00
7	4	Und.	Discos corte	14.00	56.00
8	1	Und.	Discos desvaste	8.00	8.00
9	5	Und.	Brocas	7.00	35.00
10	5	Und.	Cuchillas para torno	14.00	70.00
11	1	Cojin	Aceite	5.00	5.00
TOTAL				S/	494.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

C) MANO DE OBRA DIRECTA:

Tabla 23: Mano de Obra Directa

MANO DE OBRA DIRECTA (mensual)						
Item	Cant.	Und.	Descripción	Costo	Leyes sociales	Total
1	1	und.	Técnico calf.	1100.00	465.67	1565.67
2	1	und.	Ayudante	300.00	0.00	300.00
TOTAL						S/. 1865.67

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

Tabla 24: Costo de Materiales

COSTO DE MATERIALES			
1		Materiales Directos	11600.12
2		Materiales Indirectos	494.00
3		Mano de obra directa	1865.67
TOTAL			13959.79
Costo Unitario de materiales y mano de obra			1163.32

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

C) EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:

Tabla 25: Equipo De Protección Personal

EPP – EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL					
1	3	par.	Guantes de cuero	10.00	30.00
2	3	Und.	Lentes	7.00	21.00
3	2	par.	Zapatos punta de acero	50.00	100.00
4	2	Und.	Mandil de Cuero	18.00	36.00
5	4	Und.	Orejeras	4.00	8.00
6	2	Und.	Mameluco	25.00	50.00
TOTAL					S/ 245.00

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

D) SERVICIOS PÚBLICOS DE PLANTA:

Tabla 26: Servicios Públicos

SERVICIOS PÚBLICOS DE PLANTA						
1	1	und.	Servicio de Luz	400.00	400.00	
2	1	und.	Servicio de Agua	30.00	30.00	
TOTAL					S/ 430.00	

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

E) COSTO DE PRODUCCIÓN

Tabla 27: Costo de Producción

COSTO DE PRODUCCIÓN		
Item	tipo	Costo
1	MATERIAL DIRECTO	11600.12
2	MATERIALES INDIRECTOS	494.00
3	MANO DE OBRA DIRECTA	1865.67
5	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	245.00
6	SERVICIOS PÚBLICOS DE PLANTA	430.00
TOTAL		14634.79
COSTO DE PRODUCCIÓN UNIT.		S/.1219.57

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

D) UTILIDAD

Tabla 28: Utilidad

Utilidad por lote		
Item.	tipo	Costo
1	COSTO DE PRODUCCIÓN UNIT.	S/.1219.57
2	PRECIO DE VENTA	1600.00
3	UTILIDAD UNITARIA	380.43
4	UTILIDAD POR LOTE	4565.16

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.



D) UTILIDAD MENSUAL

1 MES= 180 hrs laborables

X meses = 104 hrs

X= 0.58 meses

0.58 mes = 4565.16 soles

1 mes = X soles

X= 7870.9655 SOLES

5.1.4. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO (DOP):



5.1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ACTIVIDADES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA MEZCLADORA DE CONCRETO DE 5 pies³:

- 1) **TRANSPORTAR:** El operario transporta la materia prima, ya sea perfiles, planchas, ejes, etc.; del almacén a la zona de trabajo, cogiéndolos con la mano uno por uno.
- 2) **PREPARAR:** El operario prepara el material, retirando materiales que no intervendrán en el proceso también enciende las máquinas que funcionan con energía eléctrica; levantando el interruptor, en un tiempo estándar.
- 3) **MEDIR:** El operario mide el material, ya sea con un metro, vernier o escuadra, en una mesa de trabajo.
- 4) **MARCAR Y PUNZONAR:** El operario marca o punzona de acuerdo a la medida tomada con un marcador indeleble en una mesa de trabajo.
- 5) **SOLDAR:** El operario suelda las piezas de acuerdo a lo marcado, con la máquina de soldar mig, lo realiza encima del tornillo de banco o encima de un molde; en un tiempo estándar.
- 6) **ALMACENAR:** El operario almacena las piezas cortadas en zonas cercanas de la tronzadora donde él vea más cómodo para que el material espere el siguiente proceso, acomoda uno sobre otro con la mano en un tiempo estándar.
- 7) **CORTAR:** El operario corta los tubos con la tronzadora presionando el disco de corte sobre el tubo en la zona marcada e inspecciona visualmente para que no se altere la medida, en un tiempo estándar.
- 8) **GOLPEAR:** El operario golpea con un combo pequeño uno de los diámetros ovalando las terminaciones de los tubos y que al soldar el bastidor se eviten las aberturas de acuerdo a plano, e inspecciona visualmente para que no se altere la medida del ovoide, esta operación inspección lo realiza sobre una base metálica de cuclillas en un tiempo estándar.
- 9) **TORNEAR:** El operario parado tornea las piezas en el torno, usando herramientas de medida como el vernier y el micrómetro, en un tiempo estándar.



- 10) **TALADRAR:** El operario parado taladra las piezas en el taladro vertical, usando herramientas de medida como el vernier y brocas, en un tiempo estándar.
- 11) **ROSCAR:** El operario parado rosca las piezas en el torno, usando herramientas como macho, en un tiempo estándar.
- 12) **INSPECCIONAR:** El operario inspecciona las piezas luego de pasar por un proceso ya sea con la mirada o usando herramientas de medida como el vernier y el micrómetro, en un tiempo estándar.
- 13) **LIMAR:** El operario lima las piezas ya sea con una amoladora manual, en banco o una lima; en un tiempo estándar.
- 14) **DESPRENDER:** El operario desprende las piezas después del corte con autógena, lo desprende con un martillo mecánico; en un tiempo estándar.
- 15) **PREROLAR:** El operario prerola las planchas en moldes, los prepara para entrar a la roladora, en un tiempo estándar.
- 16) **ROLAR:** El operario rola las piezas en la roladora ajustando de acuerdo a al requerimiento, en un tiempo estándar.
- 17) **PLEGAR:** El operario plega las planchas en la plegadora, en un tiempo estándar.
- 18) **PINTAR:** El operario pinta parado todo el producto terminado con la pistola de pintar, en un tiempo estándar.
- 19) **FIJAR:** El operario fija las piezas ya sea con martillo o combo para encajar piezas al ensamblar, en un tiempo estándar.

5.1.6. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL:

En el campo de la infraestructura de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. es local propio con 127.5 m²



5.1.7. DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL:

El diagrama de recorrido se realizó en dos planos I y II; en cada plano se tienen los 15 primeros procesos y en el siguiente los otros 15 procesos.



CAPITULO VI: ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA PRODUCTIVIDAD.

Para realizar el estudio de procesos, tiempos y movimientos en el área de producción de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. Primero se realizó el estudio de los procesos productivos de los treinta procesos, con un tiempo de duración de 13 días, en la que se observó detalladamente, operación por operación, recopilando toda la información referente al proceso, a la distribución de planta y al recorrido de trabajo.

Segundo, se cumplió la medición con cronometro de cada una de las operaciones realizadas por los operarios de las diferentes secciones, registrando los datos en las matrices de estudio de tiempos, en las cuales se realizó 5 mediciones de cada operación.

Tercero, una vez que se obtuvo todos los datos se aplicó las fórmulas que nos permiten encontrar, el tiempo observado, el tiempo normal, y el tiempo estándar; siempre tomando en cuenta los tiempos suplementarios que están basados en tiempo para: Necesidades básicas o personales, descanso por razones de fatiga y tiempo por retrasos especiales. Se tomó en cuenta también la valoración del ritmo de trabajo, basado en cuatro factores: Habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Cuarto se representó gráficamente los resultados, mediante las hojas de estudio de tiempos, en los que constan y se simboliza: las operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamientos; el tiempo estándar y las observaciones que contiene lo más relevante del proceso.

6.1. ESTUDIO DE TIEMPOS:

A) Observaciones necesarias para calcular el tiempo normal:

De acuerdo al marco teórico descrito, se tiene cuatro métodos para hallar el número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación.

- Fórmulas estadísticas: Este método no se aplica ya que no se cuenta con lecturas históricas de tiempos.
- Ábaco de Lifson: No se aplicó este método porque no se tiene un número fijo de mediciones.
- Criterio de la General Electric: No se aplicó este método ya que no es empírico, pero se consideró.
- Tabla de Westinghouse: Se eligió este método ya que es una tabla empírica, además se tienen los datos de duración de ciclo y el número de piezas que se producen al año; asimismo son operaciones muy repetitivas por operadores especializados.

Tabla 29: Tabla de Westinghouse

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLO ES:	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MÁS DE 10 000 POR AÑO	1000 A 10 000	MENOS DE 1 000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Tomado de: GARCIA R. (2005).



B) Observaciones necesarias por producto: El tiempo de producción de toda la maquinaria es de un mes y medio, con un trabajo de lunes a sábado a 8 hrs diarias; lo que representa a 288 hrs; lo que supera el indicador y anualmente se fabrican en promedio 94 mezcladoras esto nos indica que solo es necesaria una observación de un lote de producción al año; en cada lote de producción realizan 12 mezcladoras.

C) Observaciones necesarias por pieza: La mezcladora tiene 30 piezas que son manufacturadas, el tiempo de ciclo de todas las piezas; es decir el tiempo que se usa en manufacturar una pieza de materia prima, son mínimo 12 minutos y máximo 20 minutos; es decir 0.2 horas y 0.33 horas respectivamente y la cantidad de piezas realizadas al año de cada tipo son menos de 1000. Con estos datos nos ubicamos en la tabla de Westinghouse, así obtenemos entre cuatro y cinco observaciones; para estandarizar el número de observaciones se eligió el mayor: cinco observaciones.

D) Hojas de estudio de tiempos:

El siguiente estudio de tiempos se realizó con las cinco observaciones de los treinta procesos mencionados en el plano del producto. El estudio completo de tiempos y movimientos, se encuentra en Excel (Ver Anexos)

E) Tiempo de ciclo de producción de un lote de doce mezcladoras de concreto de 5 pies³:

Tabla 30: Tiempo de ciclo de producción - Resumen

RESUMEN							
Lámina N°	Pieza N°	Cant.	Nombre de la pieza	Pieza/hr.	Tiempo (cs)	Tiempo	Máquina
1	1,2,3,4,5.	120	Piezas del bastidor	30	1440000	04:00:00:00	Tronzadora
2	SE(1,2,3,4,5)	24	Bastidor	3	2880000	08:00:00:00	Mq. de Soldar MIG
3	6	24	Cubo movil	6	1440000	04:00:00:00	Tronzadora Y Torno
4	7	12	Eje de Llanta	10	432000	01:12:00:00	Tronzadora y Mq. De soldar MIG.
5	8	12	Alojamiento de Engrane	17	254117.6471	00:42:21:17	Tronzadora Y Torno
6	9,10,11,12.	60	Barra de tubos	110.5	195475.1131	00:32:34:75	Tronzadora
7	13	24	Base del Bastidor	36.5	236712.3288	00:39:27:12	Cizalladora
8	14,15	48	Soportes triangulares	48	360000	01:00:00:00	Cizalladora
9	16,17	72	Soporte de Cubierta y de motor	18.5	1401081.081	03:53:30:81	Cizalladora Y Taladro
10	18	12	Plancha de base para motor	96	45000	00:07:30:00	Cizalladora
11	19	12	Espárrago	431	10023.20186	00:01:40:23	Tronzadora
12	20	12	Carril	373.5	11566.26506	00:01:55:66	Tronzadora
13	21,22,23,24,25,26	12	Base de Motor	5	864000	02:24:00:00	Tronzadora y Mq. De soldar MIG.
14	27	12	Cono	24	180000	00:30:00:00	Autógena
15	28	12	Cintillo grueso	63	68571.42857	00:11:25:71	Cizalladora
16	29	12	Cintillo delgado	71	60845.07042	00:10:08:45	Cizalladora
17	30	12	Base de Jaula hormiguera	4	1080000	03:00:00:00	Autógena y Mq. De soldar MIG.
18	31	12	Cilindro	10	432000	01:12:00:00	Autógena
19	32	12	Base de engrane.	10	432000	01:12:00:00	Autógena
20	33	12	Eje de engrane sólido	39.5	109367.0886	00:18:13:67	Tronzadora
21	34	36	Soporte de eje de engrane	53	244528.3019	00:40:45:28	Tronzadora
22	35	12	Engrane	12.5	345600	00:57:34:00	Autógena
23	SE (19,20,21,22)	12	Engranaje armado	1.5	2880000	08:00:00:00	Torno y Taladro.
24	36,37,38,39	12	Aletas mezcladoras	16	270000	00:45:00:00	Cizalladora y Mq. De Soldar MIG
25	SE(14,15,16,18)	12	Jaula hormigonera armada	0.5	8640000	24:00:00:00	Roladora y Mq. De soldar.
26	40	12	Eje de piñon	5	864000	02:24:00:00	Tronzadora y Torno.
27	41	12	Alojamiento de piñon	11	392727.2727	01:05:27:27	Tronzadora y torno.
28	E(26, piñon)	12	Piñon	11	392727.2727	01:05:27:27	Mq. De soldar MIG.
29	42	12	Cubierta de motor	6.5	664615.3846	01:50:46:15	cizalladora y Roladora
30	Ensamble final	12	Emsamble final	0.4	10800000	30:00:00:00	Mq. De soldar MIG, Compresora y Herramientas.
Total					37426957.46	103:57:49:57	13 dias (2.6 semanas)
Productividad Actual				12 productos / 104 hrs.			

Fuente: Elaboración Propia

6.2. ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL:

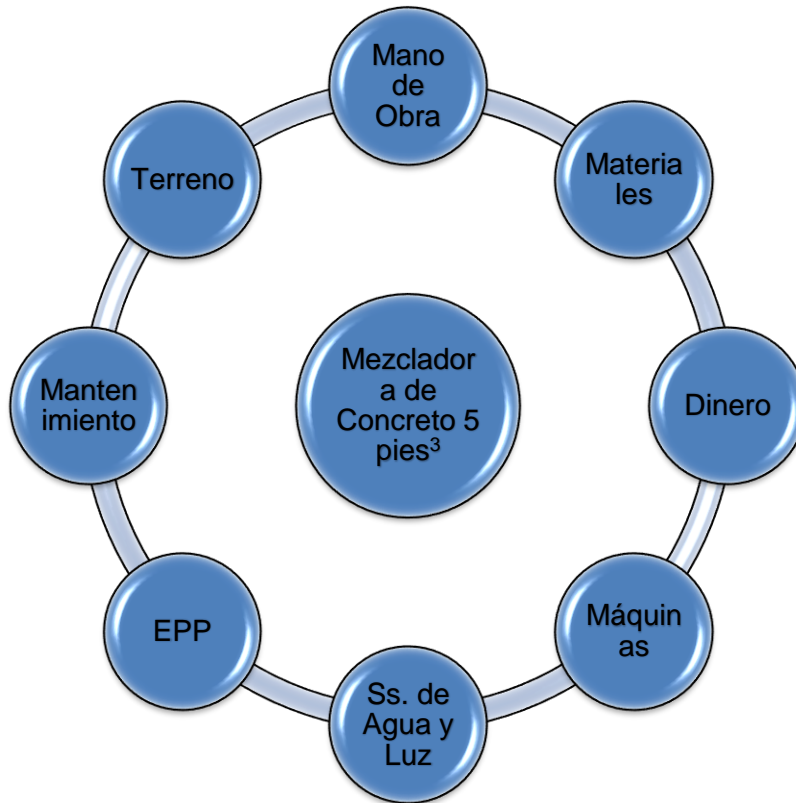


FIGURA 27: Elementos para la productividad

Fuente: Elaboración Propia

A) PRODUCTIVIDAD TOTAL:

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad Total} &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos Empleados}} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} \\
 &= \frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto 5pies}^3}{\text{MO} + \text{Materiales} + \text{Dinero} + \text{Maquinas} + \text{Ss.} + \text{EPP} + \text{Mantenimiento} + \text{Terreno}} \left(\frac{\text{und.}}{\text{Soles}} \right) \\
 &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Tiempo total de producción}} \left(\frac{\text{und}}{\text{tiempo}} \right) \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{14634.79 \text{ soles}} = 0.000820 \text{ und/soles} \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{104 \text{ h}} = 0.115 \text{ und/h}
 \end{aligned}$$

B) PRODUCTIVIDAD PARCIAL:

$$\begin{aligned} \text{Productividad Parcial} &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Un Recurso Empleado}} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entrada}} \\ &= \frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto } 5\text{pies}^3}{\text{Solo un recurso, recurso mal alto (Material directo)}} \\ &= \frac{12 \text{ und}}{11600.12 \text{ soles}} = 0.00103 \text{ und/soles} \\ &= \frac{12 \text{ und}}{30 \text{ h}} = 0.40 \text{ und/h} \end{aligned}$$

c) PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto } 5\text{pies}^3}{\text{(Recursos mas altos: Material directo + mano de obra directa)}} \left(\frac{\text{und.}}{\text{Soles}}\right) \\ &\text{MO + Materiales + Dinero + Maquinas + Ss. + EPP + Mantenimiento + Terreno} \\ &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{(procesos más altos: jaula hormigonera y ensamble final)}} \left(\frac{\text{und}}{\text{tiempo}}\right) \\ &\quad \text{Tiempo de los 30 procesos de producción} \\ &= \frac{12 \text{ und}}{11600.12 + 1865.67 \text{ soles}} = 0.000891 \text{ und/soles} \\ &= \frac{12 \text{ und}}{30\text{h} + 24 \text{ h}} = 0.222 \text{ und/h} \end{aligned}$$



CAPITULO VII: PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.

7.1. ESTUDIO DE TIEMPOS PROPUESTO:

Desarrollo de la propuesta de mejora de la productividad. Año 2016-2017.


El estudio de tiempos y movimientos de la línea de mezcladoras de concreto de 5 pies³ en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., nos permitió identificar las actividades críticas y las causas de las demoras, entre ellas tenemos:

- a) Mala posición en el uso de la cizalladora y soldadura.
- b) Largas distancias entre máquinas y zonas de trabajo.
- c) Recorridos mayores a 1.5m entre actividades como se observa en el diagrama de recorrido actual.
- d) Desorden en almacenes: temporales, moldes y matrices.
- e) Se observa constantes transportes de moldes y matrices.
- f) Máquinas en ocio.

Lo que provoca que existan retrasos. Luego de un análisis y de determinar los puntos críticos se llega a la conclusión que es posible mejorar los tiempos a través de implementación de muebles y la aplicación del diagrama de distribución de MUTHER.

La propuesta consiste en mejorar el ajuste de las siguientes operaciones: cortar, soldar, torneear y prerolar, con la finalidad de disminuir el tiempo estándar que causan retraso en la producción de la mezcladora de concreto de 5 pies³ de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C.

Tabla 31: Justificación de variación de suplementos.

MÁQUINA O ÁREA	OBSERVACIÓN
	TRONZADORA: <ul style="list-style-type: none">Se observa valor alto en el suplemento de ruido fuerte (2%) y trabajo de precisión (2%).Para disminuir estos valores se debe usar tapones (0%) y matrices definidos (0%).
	CIZALLADORA: <ul style="list-style-type: none">Se observa una postura de trabajo de cuclillas. (Muy incómoda) Suplemento variable (7%).Se propone implementar una mesa de altura adecuada de trabajo; de este modo reducir el suplemento variable a trabajo de pie (2%).
	SOLDADURA <ul style="list-style-type: none">Postura de trabajo: inclinado. (incómoda) Suplemento variable: 2%.Se propone implementar una silla regulable de altura adecuada de trabajo; de este modo reducir el suplemento variable a ligeramente incomoda: 0%.
	TORNO <ul style="list-style-type: none">Se observa valor alto en el suplemento de ruido fuerte (2%) y trabajo de precisión (5%).Para disminuir estos valores se debe usar tapones (0%) y lentes (2%).

**ROLDORA:**

- Se observa valor alto en el suplemento de intermitente muy fuerte (5%).

Para disminuir este valor se debe usar tapones (0%).

**TALADRO:**

- Se observa valor alto en el suplemento de intermitente fuerte (2%).

Para disminuir este valor se debe usar tapones (0%).

**AUTÓGENA:**

- Se observa valor alto en el suplemento de intermitente fuerte (2%).

Para disminuir este valor se debe usar tapones (0%).

**MARCAR:**

- Se observa valor alto en el suplemento de monotonía y tedio (4%) y (2%); respectivamente.

Para disminuir este valor se debe usar más matrices y moldes (1%) y (1%); respectivamente.



ALMACÉNES

- Se observa desorden en los almacenes temporales.

Se propone implementar un organizador para piezas de dimensiones pequeñas; de este modo reducir las demoras en preparar el material para la siguiente actividad.

- Se observa transportes frecuentes al llevar en la mano piezas pequeñas hacia los almacenes temporales.

Se propone implementar un anaquel móvil pequeño para transportar en un solo recorrido todas la piezas.

- Se observa desorden en los almacenes de moldes y matrices.

Se propone implementar un anaquel para organizar para los moldes y matrices; de este modo reducir las demoras en la búsqueda de moldes y matrices.

- Se observa máquinas en ocio.

Se propone implementar un técnico más; de este modo reducir los tiempos muertos de la máquina.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra la aplicación de la planeación sistemática de la distribución de MUTHER.

APLICACIÓN DEL DIAGRAMA MUTHER

Máquinas y Áreas	
1	Torno mecánico
2	Taladro de banco
3	Esmeril de banco
4	Autógena
5	Tornillo de banco
6	Basura
7	Roladora
8	Área de Moldes y prototipos
9	Área de productos en mantenimiento
10	Área de caballetes y soportes
11	Almacén de Materia Prima
12	Tronsadora
13	Cizalladora
14	Compresora
15	Soldadura MIG
16	Mesa de trabajo
17	Mesa de pinturas y herramientas
18	Cepilladora Carnero

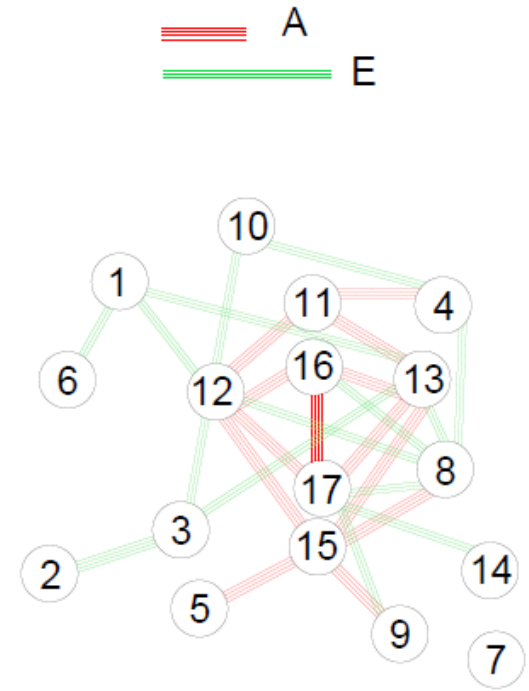


FIGURA 28: APLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE MUTHER



Tabla 32: Tiempo de ciclo de producción propuesta A - Resumen

Lámina N°	Pieza N°	Cant.	Nombre de la pieza	Pieza/hr.	Tiempo (cs)	Tiempo	Máquina
1	1,2,3,4,5.	120	Piezas del bastidor	36.5	1183561.644	03:17:15:91	Tronzadora
2	SE(1,2,3,4,5)	24	Bastidor	3	2880000	08:00:00:00	Mq. de Soldar MIG
3	6	24	Cubo móvil	6.3	1371428.571	03:48:34:28	Tronzadora Y Torno
4	7	12	Eje de Llanta	13.5	320000	00:53:20:00	Tronzadora y Mq. De soldar MIG.
5	8	12	Alojamiento de Engrane	17.8	242696.6292	00:40:26:96	Tronzadora Y Torno
6	9,10,11,12.	60	Barra de tubos	125.5	172111.5538	00:28:41:11	Tronzadora
7	13	24	Base del Bastidor	39	221538.4615	00:36:55:38	Cizalladora
8	14,15	48	Soportes triangulares	56.3	306927.1758	00:51:09:27	Cizalladora
9	16,17	72	Soporte de Cubierta y de motor	19.9	1302512.563	03:37:05:12	Cizalladora Y Taladro
10	18	12	Plancha de base para motor	112	38571.42857	00:06:25:71	Cizalladora
11	19	12	Espárrago	578.8	7463.718037	00:01:14:64	Tronzadora
12	20	12	Carril	503.9	8573.129589	00:01:25:73	Tronzadora
13	21,22,23,24,25,26	12	Base de Motor	5.3	815094.3396	02:15:50:94	Tronzadora y Mq. De soldar MIG.
14	27	12	Cono	25.6	168750	00:28:07:50	Autógena
15	28	12	Cintillo grueso	68.7	62882.09607	00:10:28:82	Cizalladora
16	29	12	Cintillo delgado	78.5	55031.84713	00:09:10:31	Cizalladora
17	30	12	Base de Jaula hormiguera	4.1	1053658.537	02:55:45:58	Autogena y Mq. De soldar MIG.
18	31	12	Cilindro	11	392727.2727	01:05:27:27	Autogena
19	32	12	Base de engrane.	11	392727.2727	01:05:27:27	Autogena
20	33	12	Eje de engrane sólido	42.8	100934.5794	00:16:49:34	Tronzadora
21	34	36	Soporte de eje de engrane	58.3	222298.4563	00:37:02:98	Tronzadora
22	35	12	Engrane	13.1	329770.9924	01:00:00:00	Autogena
23	SE (19,20,21,22)	12	Engranaje armado	1.9	2273684.211	06:18:56:84	Torno y Taladro.
24	36,37,38,39	12	Aletas mezcladoras	16.9	255621.3018	00:42:36:21	Cizalladora y Mq. De Soldar MIG
25	SE(14,15,16,18)	12	Jaula hormigonera armada	0.9	4800000	13:20:00:00	Roladora y Mq. De soldar.
26	40	12	Eje de piñón	5.3	815094.3396	02:15:50:94	Tronzadora y Torno.
27	41	12	Alojamiento de piñón	11.5	375652.1739	01:02:36:52	Tronzadora y torno.
28	E(26, piñon)	12	Piñón	11.5	375652.1739	01:02:36:52	Mq. De soldar MIG.
29	42	12	Cubierta de motor	7.1	608450.7042	01:41:24:50	cizalladora y Roladora
30	Ensamble final	12	Ensamble final	0.47	9191489.362	25:31:54:89	Mq. De soldar MIG, Compresora y Herramientas.
Total					30344904.53	86:42:45:20	
Productividad Actual					12 productos / 86.7 h.		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 33: Tiempo de ciclo de producción propuesta B - Resumen

Lámina N°	Pieza N°	Cant.	Nombre de la pieza	Pieza/hr.	Tiempo (cs)	Máquina	Tiempo Acum. (cs)	Tiempo Acum.
1	1,2,3,4,5.	120	Piezas del bastidor	36.5	1183561.644	Tronzadora	4063561.644	11:17:15:61
2	SE(1,2,3,4,5)	24	Bastidor	3	2880000	Mq. de Soldar MIG		
3	6	24	Cubo móvil	6.3	1371428.571	Tronzadora Y Torno	3991823.231	
4	7	12	Eje de Llanta	13.5	320000	Tronzadora y Mq. De soldar MIG.		
5	8	12	Alojamiento de Engrane	17.8	242696.6292	Tronzadora Y Torno		
6	9,10,11,12.	60	Barra de tubos	125.5	172111.5538	Tronzadora		
7	13	24	Base del Bastidor	39	221538.4615	Cizalladora		
8	14,15	48	Soportes triangulares	56.3	306927.1758	Cizalladora		
9	16,17	72	Soporte de Cubierta y de motor	19.9	1302512.563	Cizalladora Y Taladro		
10	18	12	Plancha de base para motor	112	38571.42857	Cizalladora		
11	19	12	Espárrago	578.8	7463.718037	Tronzadora		
12	20	12	Carril	503.9	8573.129589	Tronzadora		
13	21,22,23,24,25,26	12	Base de Motor	5.3	815094.3396	Tronzadora y Mq. De soldar MIG.	1101758.283	03:03:37:58
14	27	12	Cono	25.6	168750	Autógena		
15	28	12	Cintillo grueso	68.7	62882.09607	Cizalladora		
16	29	12	Cintillo delgado	78.5	55031.84713	Cizalladora		
17	30	12	Base de Jaula hormiguera	4.1	1053658.537	Autógena y Mq. De soldar MIG.	1053658.537	
18	31	12	Cilindro	11	392727.2727	Autógena	392727.2727	01:05:27:27
19	32	12	Base de engrane.	11	392727.2727	Autógena	392727.2727	
20	33	12	Eje de engrane sólido	42.8	100934.5794	Tronzadora	323233.0357	
21	34	36	Soporte de eje de engrane	58.3	222298.4563	Tronzadora		
22	35	12	Engrane	13.1	329770.9924	Autógena	329770.9924	00:54:57:70
23	SE (19,20,21,22)	12	Engranaje armado	1.9	2273684.211	Torno y Taladro.	2529305.512	
24	36,37,38,39	12	Aletas mezcladoras	16.9	255621.3018	Cizalladora y Mq. De Soldar MIG		
25	SE(14,15,16,18)	12	Jaula hormigonera armada	0.9	4800000	Roladora y Mq. De soldar.	2400000	06:40:00:00
26	40	12	Eje de piñón	5.3	815094.3396	Tronzadora y Torno.	815094.3396	02:15:50:94
27	41	12	Alojamiento de piñón	11.5	375652.1739	Tronzadora y torno.	751304.3478	
28	E(26, piñón)	12	Piñón	11.5	375652.1739	Mq. De soldar MIG.		
29	42	12	Cubierta de motor	7.1	608450.7042	cizalladora y Roladora	608450.7042	01:41:24:50
30	Ensamble final	12	Ensamble final	0.47	9191489.362	Mq. De soldar MIG, Compresora y Herramientas.	4595744.681	12:45:57:44
			Total		30344904.53			
			Productividad Propuesta		12 productos / 46.7 h.		16836413.4	46:46:04:13
			Productividad Propuesta con dos operarios		18 productos / 70 h.		25254620.1	70:09:06:20

Fuente: Elaboración Propia

7.2. COSTOS PROPUESTOS PARA LA MEJORA:**7.2.1. PROPUESTA A:****A) COSTO DE PRODUCCIÓN***Tabla 34: Costo de Producción*

COSTO DE PRODUCCIÓN		
Item	tipo	Costo
1	MATERIAL DIRECTO	11600.12
2	MATERIALES INDIRECTOS	494.00
3	MANO DE OBRA DIRECTA	1865.67
5	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	245.00
6	SERVICIOS PÚBLICOS DE PLANTA	430.00
	TOTAL	14634.79
7	MUEBLES	54.30
	Costo de producción de Lote	14689.09
	COSTO DE PRODUCCIÓN UNIT.	S/.1224.09

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

B) UTILIDAD*Tabla 35: Utilidad*

Utilidad por lote		
Item.	tipo	Costo
1	COSTO DE PRODUCCIÓN UNIT.	S/.1224.09
2	PRECIO DE VENTA	1600.00
3	UTILIDAD UNITARIA	375.91
4	UTILIDAD POR LOTE	4510.92

Fuente: Inversiones Punto Azul S.A.C.

C) UTILIDAD MENSUAL

1 MES= 180 hrs laborables

X meses = 86.7 hrs

X= 0.4816 meses

0.4816 mes = 4510.92 soles

1 mes = X soles

X= 9366.528 SOLES

7.2.2. PROPUESTA B:**A) MANO DE OBRA DIRECTA PROPUESTA***Tabla 36: MANO DE OBRA DIRECTA PROPUESTA*

MANO DE OBRA DIRECTA (mensual)						
Item	Cant.	Und.	Descripción	Costo	Leyes sociales	Total
1	2	und.	Técnico calf.	1100.00	465.67	3131.34
2	1	und.	Ayudante	300.00	0.00	300.00
TOTAL						S/. 3431.34

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 37: COSTO DE MATERIALES PROPUESTO

COSTO DE MATERIALES			
1	1	Materiales Directos	17400.18
2	1	Materiales Indirectos	741.00
3	1	Mano de obra directa	3431.34
TOTAL			21572.52
Costo Unitario de materiales y mano de obra			1198.47

Fuente: *Elaboración Propia*

B) IMPLEMENTACIÓN DE MUEBLES*Tabla 38: IMPLEMENTACIÓN DE MUEBLES*

MUEBLES		
Item	tipo	Costo
1	MESA DE HERRAMIENTAS	300.00
2	CAJA MOVIL DE HERRAMIENTAS	129.00
3	ESTANTE	400.00

5	MESA MOVIL DE MOLDES Y PIEZAS	99.00
6	TACHO DE BASURA	50.00
7	MÁQUINA DE SOLDAR	
	TOTAL	978.00
	PAGO DURANTE 18 MESES	S/.54.30

Fuente: *Elaboración Propia*

C) COSTO DE PRODUCCIÓN

Tabla 39: *Costo de Producción Propuesto*

COSTO DE PRODUCCIÓN			
Item	tipo	Costo (12und)	Costo (18 und)
1	MATERIAL DIRECTO	11600.12	17400.18
2	MATERIALES INDIRECTOS	494.00	741.00
3	MANO DE OBRA DIRECTA	3431.34	3431.34
5	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	245.00	245.00
6	SERVICIOS PÚBLICOS DE PLANTA	430.00	430.00
	TOTAL	16200.46	22247.52
7	MUEBLES	54.30	54.30
	TOTAL	16254.30	22301.82
	COSTO DE PRODUCCIÓN UNIT. PROPUESTO	S/.1354.53	S/.1238.99

Fuente: *Elaboración Propia.*

D) UTILIDAD PROPUESTO

Tabla 40: *Utilidad*

Utilidad por lote		
Item.	tipo	Costo
1	COSTO DE PRODUCCIÓN UNIT.	S/.1238.99
2	PRECIO DE VENTA	1600.00
3	UTILIDAD UNITARIA	361.01
4	UTILIDAD POR LOTE	6498.18

Fuente: *Inversiones Punto Azul S.A.C.*

**E) UTILIDAD MENSUAL**

$$1 \text{ MES} = 180 \text{ hrs laborables}$$

$$X \text{ meses} = 70 \text{ hrs}$$

$$X = 0.3888 \text{ meses}$$

$$0.3888 \text{ mes} = 6498.18 \text{ soles}$$

$$1 \text{ mes} = X \text{ soles}$$

$$X = 16709.99 \text{ SOLES}$$

7.3. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PROPUESTO:

La distribución de planta propuesto se diseñó de acuerdo a la planeación de Muther en el campo de infraestructura actual de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. en 127.5 m^2



7.4. DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO:

El diagrama de recorrido propuesto se encuentra en la página siguiente, tiene las mismas operaciones que el diagrama de recorrido actual, la diferencia está en que se mejora la distribución de los espacios, para evitar el cruce de las rutas de movimiento de los materiales, de acuerdo a la aplicación de Muther. Se realizó en dos planos I y II; en cada plano se tienen los 15 primeros procesos y en el siguiente los otros 15 procesos.

**7.5. PRODUCTIVIDAD PROPUESTA A:****A) PRODUCTIVIDAD TOTAL:**

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad Total} &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos Empleados}} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} \\
 &= \frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto } 5\text{pies}^3}{\text{MO} + \text{Materiales} + \text{Dinero} + \text{Maquinas} + \text{Ss.} + \text{EPP} + \text{Mantenimiento} + \text{Terreno}} \left(\frac{\text{und.}}{\text{Soles}} \right) \\
 &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Tiempo total de producción}} \left(\frac{\text{und}}{\text{tiempo}} \right) \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{14689.09 \text{ soles}} = 0.000817 \text{ und/soles} \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{86.7 \text{ h}} = 0.138 \text{ und/h}
 \end{aligned}$$

B) PRODUCTIVIDAD PARCIAL:

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad Parcial} &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Un Recurso Empleado}} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entrada}} \\
 &= \frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto } 5\text{pies}^3}{\text{Solo un recurso, recurso mal alto (Material directo,)}} \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{11600.12 \text{ soles}} = 0.00103 \text{ und/soles} \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{25.52 \text{ h}} = 0.47 \text{ und/h}
 \end{aligned}$$

c) PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL:

$$\begin{aligned}
 &\frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto } 5\text{pies}^3}{\text{(Recursos mas altos: Material directo + mano de obra directa)}} \left(\frac{\text{und.}}{\text{Soles}} \right) \\
 &\text{MO} + \text{Materiales} + \text{Dinero} + \text{Maquinas} + \text{Ss.} + \text{EPP} + \text{Mantenimiento} + \text{Terreno} \\
 &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{(procesos más altos: ensamble final y jaula hormigonera)}} \left(\frac{\text{und}}{\text{tiempo}} \right) \\
 &\quad \text{Tiempo de los 30 procesos de producción} \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{11600.12 + 1865.67 \text{ soles}} = \frac{12 \text{ und}}{13465.79} = 0.000891 \text{ und/soles} \\
 &= \frac{12 \text{ und}}{13.3\text{h} + 25.52 \text{ h}} = \frac{12 \text{ und}}{38.82} = 0.31 \text{ und/h}
 \end{aligned}$$

7.6. PRODUCTIVIDAD PROPUESTA B:**C) PRODUCTIVIDAD TOTAL:**

$$\begin{aligned} \text{Productividad Total} &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos Empleados}} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} \\ &= \frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto 5pies}^3}{\text{MO} + \text{Materiales} + \text{Dinero} + \text{Maquinas} + \text{Ss.} + \text{EPP} + \text{Mantenimiento} + \text{Terreno}} \left(\frac{\text{und.}}{\text{Soles}} \right) \\ &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Tiempo total de producción}} \left(\frac{\text{und}}{\text{tiempo}} \right) \\ &= \frac{18 \text{ und}}{22301.82 \text{ soles}} = 0.000807 \text{ und/soles} \\ &= \frac{18 \text{ und}}{70 \text{ h}} = 0.257 \text{ und/h} \end{aligned}$$

D) PRODUCTIVIDAD PARCIAL:

$$\begin{aligned} \text{Productividad Parcial} &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Un Recurso Empleado}} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entrada}} \\ &= \frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto 5pies}^3}{\text{Solo un recurso, recurso mal alto (Material directo)}} \\ &= \frac{18 \text{ und}}{17400.18 \text{ soles}} = 0.00103 \text{ und/soles} \\ &= \frac{18 \text{ und}}{12.75 \text{ h}} = 1.4117 \text{ und/h} \end{aligned}$$

c) PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Lote de mezcladora de Concreto 5pies}^3}{\text{(Recursos mas altos: Material directo + mano de obra directa)}} \left(\frac{\text{und.}}{\text{Soles}} \right) \\ &\text{MO} + \text{Materiales} + \text{Dinero} + \text{Maquinas} + \text{Ss.} + \text{EPP} + \text{Mantenimiento} + \text{Terreno} \\ &= \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{(procesos más altos: ensamble final y jaula hormigonera)}} \left(\frac{\text{und}}{\text{tiempo}} \right) \\ &\quad \text{Tiempo de los 30 procesos de producción} \\ &= \frac{18 \text{ und}}{17400.18 + 3431.34 \text{ soles}} = \frac{18 \text{ und}}{20831.58} = 0.000864 \text{ und/soles} \\ &= \frac{18 \text{ und}}{12.75 \text{ h} + 11.28 \text{ h}} = \frac{18 \text{ und}}{36.049} = 0.749 \text{ und/h} \end{aligned}$$

CAPITULO VIII: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y LA PROPUESTA DE MEJORA

8.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LOS OBJETIVOS:

Los resultados obtenidos en esta investigación en base a los objetivos específicos planteados dentro del capítulo I, los cuales son:

8.1.1. USO DEL DIAGRAMA ABC PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL:

Se desarrolló el diagrama Pareto para identificar entre las tres líneas de producción, la línea principal que tiene un impacto importante en la producción global. El Método ABC clasifica los productos en Grupo A, Grupo B y Grupo C; lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 41: Clasificación de las líneas de producción

Líneas de Producción	Clasificación
Mezcladora 5 pies3	A
Winches	B
Mezcladora 9 pies3	C

Fuente: Elaboración Propia

8.1.2. USO DE LA TEORÍA PARA DETERMINAR LA PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL:

Para lograr este indicador se aplicó la teoría y las formulas, obteniendo el siguiente resumen:

Tabla 42: Productividad actual

Productividad	Actual
Total	0.000820 und/soles 0.115 und/hr
Parcial	0.00103 und/soles 0.4 und/hr
Multifactorial	0.000891 und/soles 0.222 und/hr.

Fuente: Elaboración Propia

8.1.3. USO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PERMITIÓ ESTABLECER EL TIEMPO DE CICLO DE PRODUCCIÓN:

Al aplicar se logró establecer el tiempo de ciclo: 103h 57min 49seg 57 cs. Después de realizar el procesamiento de toda la información adquirida usando la teoría del estudio de tiempos y movimientos encontramos que el tiempo estándar total de producción de la línea principal es de horas con minutos y segundos, este tiempo comprende la suma de los tiempos estándares de cada una de las piezas.

Se puso el mayor énfasis en las mediciones de las diferentes actividades que realiza el personal de producción para lograr una mayor exactitud en los resultados; las distancias usadas en la distribución de planta y en el diagrama de recorrido han sido medidos y puestos con su escala correspondiente.

8.1.4. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD:

Al aplicar el estudio de tiempos y movimientos se obtuvo información necesaria para poder elaborar propuesta de mejora de la productividad el cual nos será útil para la estandarización de los trabajos y la mejora continua.

Tabla 43: Productividad propuesta

Productividad	Propuesta A	Propuesta B
Total	0.000817 und/soles 0.138 und/hr	0.000807 und/soles 0.257 und/hr
Parcial	0.00103 und/soles 0.47 und/hr	0.00103 und/soles 1.4117 und/hr
Multifactorial	0.000891 und/soles 0.31 und/hr.	0.000864 und/soles 0.749 und/hr.

Fuente: *Elaboración Propia*

8.2. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL:

Se logró realizar un estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción principal para analizar y desarrollar una propuesta de mejora de la productividad, en la búsqueda de optimización los tiempos; con la nueva propuesta se mejora la productividad.

Tabla 44: Tabla comparativa entre productividad actual y propuesta

Productividad	Actual	Propuesta A	%	Propuesta B	%
Total	0.000820	0.000817		0.000807	
	und/soles	und/soles	-0.37%	und/soles	-1.58%
	0.115	0.138	+20%	0.257	+123.47%
	und/hr	und/hr		und/hr	
Parcial	0.00103	0.00103		0.00103	
	und/soles	und/soles	0%	und/soles	0%
	0.4	0.47	+17.5%	1.4117	+252.92%
	und/hr	und/hr		und/hr	
Multifactorial	0.000891	0.000891		0.000864	
	und/soles	und/soles	0%	und/soles	-3.03%
	0.222	0.31	+39.63%	0.749	+237.38%
	und/hr.	und/hr.		und/hr.	

Fuente: Elaboración Propia

8.3. COMPARACIÓN CRÍTICA DE LA PROPUESTA CON LA LITERATURA EXISTENTE.

En comparación del antecedente presentado por José Antonio Yuqui Casco, en la tesis titulada “ESTUDIO DE PROCESOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE ENSAMBLE DEL MODELO GOLDEN EN CARROCERIAS MEGABUSS”, que busca mejorar la productividad mediante el uso del estudio de tiempos y movimientos para así optimizar tiempos y costos.

También propuesta presentada en esta investigación busca incrementar la productividad de la línea de producción principal de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., permitiéndonos usar el estudio de tiempos y movimientos para poder comenzar a generar el cambio que se espera.

Según la propuesta planteada se busca analizar y desarrollar una propuesta de mejora de la productividad mediante un estudio de tiempos y movimientos de la



línea de producción principal estableciendo el tiempo requerido del ciclo de producción y las tareas a corregir.

8.4. DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS ESPERADOS.

Realizando un análisis y una comparación entre el método anterior con la propuesta; el Método anterior, el problema consistía en que se producía muchas demoras en construir todos las piezas y partes estructurales con una distribución de las maquinas que ocasionaba largas distancias de recorrido como se observa en el diagrama de recorrido actual, asimismo la habilidad y las condiciones de trabajo son malas por el desorden haciendo que el tiempo estándar sea alto. Con la propuesta mejoró ya que se implementó inmuebles para obtener orden en las áreas mencionas; ayudaría a disminuir los tiempos en preparación de material, moldes, matrices, productos en proceso, materia prima, herramientas y pinturas. Así se reducirá considerablemente las demoras o tiempos improductivos. Se aplicó la planeación sistemática de la distribución de Muther para reducir las distancias de transporte y lograr recorridos menores a 1.5 m; y de esta manera eliminarlos; ya que según Nievel y criollo mencionan que las distancias menores a 1.5m ya no son consideradas como transporte. Con la propuesta A de mejora 12 productos se reduce a 86.7h y con la propuesta B 18 productos se reduce a 70 h.

8.5. VALORACIÓN DE BENEFICIOS ESPERADOS.

Una vez que se tiene establecido los estándares de producción, se puede realizar las mejoras correspondientes, hasta alcanzar una productividad óptima, como nos aconseja Meyers, F (2000):

“Una operación que no sigue estándares funciona por lo regular al 60% del tiempo, en tanto que aquella que trabaja con estándares alcanza un rendimiento del 85%.”

Es por ello que con la implementación de los estándares de tiempo y mejoras se espera en la propuesta A usando los mismos recursos, realizar 12 productos en 86h 42min 45s 20cs con una productividad A de 0.000817 und/soles y 0.138 und/hr, este modo se reduce la productividad (und/soles) en -0.37% lo cual no es significativo pero se incrementa la productividad (und/hr) en un 20%; y por



otro lado la propuesta B ya que con solo un maestro (soldador - tornero) y ayudante; se tiene tiempos muertos de las máquinas, es por ello que en la propuesta B se implementó un nuevo maestro, de este modo haciendo un balance de línea se propones hacer 18 productos en 70h 09 min 06s 20cs con una productividad B de 0.000807 und/soles y de 0.257 und/hr este modo se reduce la productividad (und/soles) en -1.58% lo cual no es significativo pero se incrementa la productividad (und/hr) en un 123.47%.

8.6. LIMITACIONES:

No hemos encontrado estudios del mismo tipo, será porque en las pymes no es común realizar este tipo de estudios, sin embargo, con este estudio se ha podido aplicar los conocimientos del estudio de trabajo para lograr una propuesta de mejora. Sin embargo, la investigación demoró ya que para el procesamiento de los datos recopilados fue muy extenso; por la cantidad de piezas, la manufactura fina que requieren algunas de ellas y una sola investigadora, lo que supero el tiempo planificado para la investigación; por el proceso largo y tedioso de la producción de las mezcladoras de concreto y el tiempo limitado de la investigación ya no se logró realizar el diagrama de actividades del proceso.

CONCLUSIONES

1. Mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos, se mejora la productividad de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C; la propuesta de mejora plantea acondicionar las máquinas para reducir altos valores de los suplementos como se muestra en la tabla 31, de este modo disminuir los valores del tiempo estándar; por otro lado, redistribuir la planta para reducir las distancias en transporte y eliminar los tiempos transportes que son menores 1.5 m; y por último, implementar muebles para reducir los tiempos de preparación de material y herramientas contribuyendo con el orden. Si implementamos la propuesta de mejora; entonces se tiene dos opciones con la propuesta A se incrementa la productividad (und/hr) en un 20% y por otro lado la propuesta B con dos técnicos se incrementa la productividad (und/hr) en un 123.47%; estos valores teóricos se obtuvieron gracias a la reducción de los suplementos y eliminación de los tiempos en transportes innecesarios.
2. La línea principal de producción de la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., es el proceso de producción de la mezcladora de concreto de 5 pies³, esto se determinó mediante el método de Pareto.
3. Para obtener la productividad actual total se aplicó la teoría y las formulas, así se obtuvo una productividad actual de 0.00082 und/soles y 0.115 und/hr; en la línea principal de producción en los años 2016-2017.
4. Se minimizó los tiempos ociosos y demoras mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos; así se obtuvo una reducción de 34 horas.
5. El resultado de la productividad actual posibilitó la elaboración de una propuesta de mejora, donde se plantea acondicionar las máquinas, implementar muebles y redistribuir la planta; todo esto debido a valores altos en los suplementos, desorden y gran cantidad de transportes largos. Con la variación de los suplementos y la eliminación de transportes de acuerdo a la nueva distribución de planta, se obtuvo nuevos valores de productividad.



RECOMENDACIONES

1. Aplicar la propuesta A en los meses de baja demanda, y la propuesta B en los meses de alta demanda. Con la propuesta B se incrementa la capacidad instalada; por lo que se recomienda buscar más nichos de mercado en el departamento del Cusco, así disminuir los meses de baja demanda.
2. Se recomienda realizar un estudio de tiempos y movimientos para las dos otras líneas de producción; así obtener una productividad general.
3. Medir la productividad semestralmente; para tener una mejora continua.
4. Aplicar la propuesta para disminuir el tiempo de ciclo de producción estándar.
5. Para las actividades críticas identificadas se recomienda aplicar la propuesta, implementando la distribución y acondicionando de un piso adecuado para el movimiento de las piezas en los inmuebles móviles.
6. Es por ello que las Pymes metalmecánica en nuestro país deberían implementar un departamento de ingeniería de métodos y/o tercerizarlo; así estos lograrían incrementar su productividad.
7. La empresa tiene perspectivas de investigación puesto que desea que su producto mejore a la satisfacción del cliente, implementando fichas técnicas, número de serie, placa que indique la marca, nuevos diseños, etc. Para lo cual necesita el trabajo profesional de un Ingeniero para el diseño y estudio de cada maquinaria.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nievel B., Freivals A. (2009). *Ingeniería Industrial, métodos, estándares, y diseño del trabajo*. Monterrey, México: Duodécima edición. McGraw-Hill editores.
- D'alessio, F. (2004) *Administración y dirección de la producción*. Naucalpan de Juárez, México: Segunda edición. Pearson Prentice Hall editores.
- García R. (2005). *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Monterrey, México: Segunda edición. McGraw-Hill editores.
- Norman G. Y Frazier G. (2000) *Administración de producción y operaciones*. México: Octava edición. México:Thompson editores.
- William K. Hodson, "Maynard Manual del Ingeniero Industrial", McGRAW-HILL. (1998). Tomo I,II,III, IV.
- Pau Figuera Vinué, "Optimización de productos y procesos industriales" Gestión (2006).
- Hernández Sampieri Roberto; Zapata Salazar Nancy Elena; Mendoza Torres Christian Paulina. "Metodología de la Investigación" (2013)
- Roca S. (21 de agosto de 2017), La tecnología como clave para reactivar el sector manufacturero en el Perú [Mensaje en un block]. Recuperado de: <https://www.esan.edu.pe/sala-de-prensa/2017/08/la-tecnologia-como-clave-para-reactivar-el-sector-manufacturero-en-el-peru/>.



ANEXOS



ANEXO A: Tabla de matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cómo mejorar la productividad de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos, años 2016-2017?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>A. ¿Cuál es la línea principal de producción del área de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2017?</p> <p>B. ¿Cuál es la productividad actual de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2017?</p> <p>C. ¿Cómo se podrá minimizar los tiempos ociosos y demoras mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos de la línea principal de producción?</p> <p>D. ¿Cómo se podrá elaborar una propuesta de mejora en función de los resultados actuales?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Mejorar la productividad de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C. mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos, años 2016-2017.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>A. Determinar la línea principal de producción del área de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2018.</p> <p>B. Determinar la productividad actual de la línea principal de producción en la empresa INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C., en los años 2016-2017.</p> <p>C. Minimizar los tiempos ociosos y demoras mediante un análisis y propuesta a través del método de estudio de tiempos y movimientos de la línea principal de producción.</p> <p>D. Elaborar una propuesta de mejora en función a los resultados actuales.</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>APLICADA</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>DESCRIPTIVO-PROPOSITIVO</p> <p>Metodología de la Investigación</p> <p>ANALITICO-DEDUCTIVO</p> <p>Población y Muestra</p> <p>Población</p> <p>El estudio se ejecutará en la línea de producción principal, la población es finita ya que se tomará cada operación y actividad del proceso productivo asimismo como población humana se tomará al personal del área de producción, quienes son: un técnico mecánico en producción, y un ayudante con 5 años de servicio en la planta.</p>	<p>A) TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observación Directa: • Entrevista • Recopilación documental • Prueba <p>B) INSTRUMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de diagrama de flujo y operaciones. • Registros • Registro Tiempos • Registros fotográficos • Cuestionarios • Ficha de análisis y Test

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO B: Datos Estadísticos sobre la participación de la industrial en su PBI, a nivel mundial.**

1. Estados Unidos

- Tamaño de su industria: US\$2,758,531 billones (2013)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 20.5% (2013)
- Participación de la industria global: 15.2%

2. China

- Tamaño de su industria: US\$2,615,527 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 42.7% (2014)
- Participación de la industria global: 15.0%

3. Japón

- Tamaño de su industria: US\$1,303,929 billones (2013)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 26.2% (2013)
- Participación de la industria global: 6.4%

4. Alemania

- Tamaño de su industria: US\$872,880,824 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 30.3% (2014)
- Participación de la industria global: 4.7%

5. Reino Unido

- Tamaño de su industria: US\$464,667,302 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 21% (2014)
- Participación de la industria global: 2.4%

6. Francia

- Tamaño de su industria: US\$404,514,319 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 19.4% (2014)
- Participación de la industria global: 2.4%

7. India

- Tamaño de su industria: US\$393,200,249 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 30.1% (2014)
- Participación de la industria global: 2.2%

8. Italia

- Tamaño de su industria: US\$364,107,200 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 23.5% (2014)

- Participación de la industria global: 2.6%

9. Brasil

- Tamaño de su industria: US\$297,326,718 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 23.4% (2014)
- Participación de la industria global: 3.1%

10. Rusia

- Tamaño de su industria: US\$285,631,721 billones (2014)
- Porcentaje de la industria en su PIB: 35.8% (2014)
- Participación de la industria global: 3.2%

ANEXO C: Datos Estadísticos sobre la participación de la manufactura en el PBI, a nivel nacional.

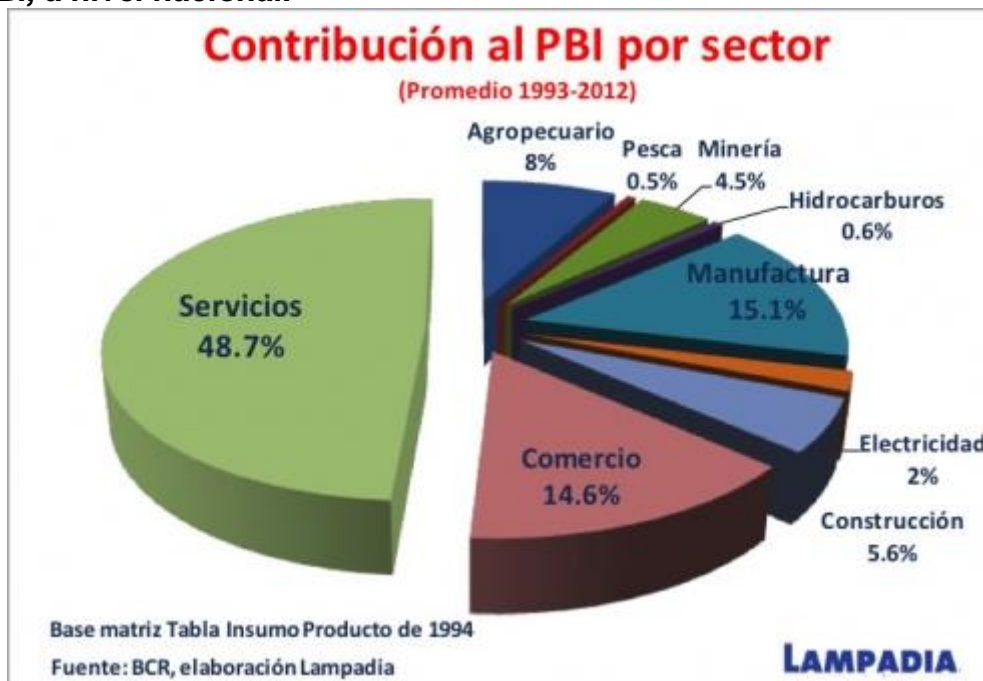


FIGURA 32: Contribución al PBI por sector.

Fuentes: Banco Mundial



ANEXO D: Formato para recopilación de datos de estudio de tiempos:

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS																							
EMPRESA: INVERSIONES PUNTO AZUL S.A.C ÁREA: PRODUCCIÓN FECHA: ESTUDIO N°: HORA DE INICIO: HORA DE FIN: MATERIAL DE INGRESO:								HOJA N°: PRODUCTO: NOMBRE DE LA PIEZA: PARTE N°: DIBUJO N°: PIEZAS / HORA: MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA:															
CICLOS	PROCESO																						
	1		2		3		4		5		6												
	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L									
1																							
1 (cs)																							
2																							
2 (cs)																							
3																							
3 (cs)																							
TOTAL ES:																							
PROM (cs)																							
PROM																							
OBSERVACIONES:																							
Nombre del operador: Rosbel Quispe. N° Operador: 1 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Hombr e</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Muj er</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td></td> </tr> </table>				Hombr e	Muj er	X		Tiempo normal/pieza: Tolerancia. (%): Otros:										<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">N° CICLOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">S</td> <td></td> </tr> </table>		N° CICLOS		S	
Hombr e	Muj er																						
X																							
N° CICLOS																							
S																							



ANEXO E: Estudio de tiempos y movimientos actual; y el propuesto en cd.