

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.

INGENIERÍA INDUSTRIAL.

TEMA:

**“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE
RECOGIMIENTO DE MALLA EXPANDIDA DEL ÁREA DE
TREFILADOS DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR
(ADELCA) EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA
EN EL PERÍODO 2012”.**

PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL.

POSTULANTE:

CARRANZA CAMACHO LUIS CARLOS.

TUTOR:

ING. MSC. EDISON PATRICIO SALAZAR CUEVA.

LATACUNGA – ECUADOR

OCTUBRE - 2013

RESPONSABILIDAD AUTORÍA.

Yo, Carranza Camacho Luis Carlos C.I. 171980812-1, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento, como informe final, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud declaro que el contenido , aspectos legales y académicos que se desglosan del trabajo planteado son de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Carranza Camacho Luis Carlos.

C.C. 171980812-1

AVAL DIRECTOR DE TESIS.

Yo, **ING. MSC. EDISON PATRICIO SALAZAR CUEVA**, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y director de la presente tesis de grado: **“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE RECOGIMIENTO DE MALLA EXPANDIDA DEL ÁREA DE TREFILADOS DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR (ADELCA) EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA EN EL PERÍODO 2012”** de autoría del postulante Carranza Camacho Luis Carlos con C.I. 171980812-1, de la especialidad de Ingeniería Industrial. **CERTIFICO:** que ha sido prolijamente revisada. Por tanto, autorizo la presentación; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

Por lo expuesto, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a su estudio, aprobación y presentación pública.

Ing. Msc. Edison Salazar

DIRECTOR DE TESIS.

AVAL DEL TRIBUNAL DE TESIS

En nuestra calidad de miembros del tribunal de grado aprueban el presente informe técnico de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica De Ciencias De La Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: **CARRANZA CAMACHO LUIS CARLOS** con el título de tesis: **“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE RECOGIMIENTO DE MALLA EXPANDIDA DEL ÁREA DE TREFILADOS DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR (ADELCA) EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA EN EL PERÍODO 2012”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa De Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Para constancia firman:

Ing. Msc. Diana Marín.
Presidenta/e.

Ing. Msc. Hernán Navas.
Opositor.

Dr. Galo Terán.
Miembro.

CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.

Yo, Ing. José Espinel Gerente del Área de Trefilados de la Empresa ACERÍA DEL ECUADOR (ADELCA) C.A. CERTIFICO que el Señor: Carranza Camacho Luis Carlos con C.I. 171980812-1, de la especialidad de Ingeniería Industrial, de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, realizó el proyecto de tesis con el tema: **“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE RECOGIMIENTO DE MALLA EXPANDIDA DEL ÁREA DE TREFILADOS DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR (ADELCA) EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA EN EL PERÍODO 2012”**.

Por lo que autorizo a los portadores del presente certificado hacer uso legal del mismo como a bien tuvieran.

Atentamente:

Ing. José Espinel.

Gerente de Trefilados de la Empresa ACERÍA DEL ECUADOR (ADELCA) C.A.

Agradecimiento.

Mi más sincero agradecimiento es para **DIOS** Padre celestial, por regalarme la vida, por estar donde estoy, por hacerme lo que soy, por darme lo que tengo, una familia unos padres ejemplares. Todo se lo debo a él, mi formación mi aprendizaje todos esos procesos de mi vida buenos y otros malos de los cuales aprendí hacer constante cada día, aprendí a no darme por vencido aun estando vencido, aprendí que el que persevera alcanza y que nunca hay que dejar de intentarlo. También mi sincero y eterno agradecimiento a la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de manera muy especial a mi Director, Ing. Msc. Edison Salazar, profesor y guía en la elaboración de este trabajo de grado, y a todas las personas quienes de una u otra manera han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida ya que con su experiencia y conocimiento fueron partícipes para orientarme en la consecución de ésta tesis.

Carlos Carranza.

Dedicatoria.

Dedico este trabajo a mis padres por su interminable apoyo en todo momento de mi vida, por sus enseñanzas, consejos y por su eterna paciencia y perdón ante mis constantes errores, en quienes tome de su manos e inicie mi aprendizaje en la vida, quienes me apoyaron durante toda mi formación estudiantil con sus consejos, palabras de aliento, ahora todo lo que soy se los debo a su ejemplo de lucha y valor, los cuales me ayudaron a nunca rendirme y de esta manera poder realizar mis metas anheladas, para toda mi familia por el amor y cariño que me han dado siempre a todos ellos porque simplemente creen y confían en mí.

Por último, a mi novia quien me acompañado en todos los momentos buenos y malos, haberle conocido ha sido lo mejor que me ha pasado. Gracias por estar a mi lado y comprender mi manera de ser.

Carlos Carranza.

ÍNDICE GENERAL.

CONTENIDO	PÁGINA
Responsabilidad autoría.	i
Aval director de tesis.....	ii
Aval del tribunal de tesis.....	iii
Certificación de la empresa.....	iv
Agradecimiento.....	v
Dedicatoria.....	vi
Índice general.....	vii
Lista de gráficos.....	xv
Lista de tablas.....	xvii
Lista de formulas.....	xix
Lista de anexos.....	xx
Lista de planos.....	xxi
Resumen ejecutivo.....	xxii
Abstract.....	xxiii
Certificación aval ingles.....	xxiv
Introducción.....	xxv

CAPITULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	1
1.1 Etapas de la organización del trabajo.....	1
1.1.1 Coordinación.....	2

1.1.2	División del trabajo.....	2
1.1.3	Jerarquización y departamentalización.....	2
1.1.4	Organigramas.....	4
2	OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.	5
2.1	Metodología de las técnicas de optimización	8
2.2	Tipos de proceso.	8
2.2.1	Procesos productivos.	9
2.2.2	Procesos de apoyo.....	10
2.2.3	Procesos de gestión.....	10
2.2.4	Procesos de dirección.....	10
2.3	Sistema de calidad en los procesos.	10
2.3.1	Procesos que genera la industria.....	11
2.3.2	Alta dirección.....	11
2.3.3	Dirección intermedia.....	12
2.3.4	Mando intermedio.....	12
3	PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE MALLA.	12
3.1	Proceso de Trefilado.....	13
3.2	Cálculos para el proceso de trefilación.....	18
3.2.1	Porcentaje de alargamiento (V%).....	16
3.2.2	Porcentaje de reducción (R%).	17
3.3	Proceso de troquelado.	18
3.4	Cálculos para el proceso de troquelado.	19
4	CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA DEL ACERO EN EL ECUADOR.	21
4.1	Andec s. a.....	22
4.2	Adelca c. a.....	22

5 ESTUDIO DE TIEMPOS PARA OPTIMIZAR EL PROCESO.	23
5.1 Requerimiento del estudio de tiempos.	25
5.1.1 Equipo a utilizar en la toma de tiempos.....	25
5.1.2 Formas para el estudio de tiempos.....	26
5.1.3 Requisitos para la toma de movimientos	26
5.2 Métodos para el estudio de tiempos	28
5.2.1 Método de regreso a cero.....	28
5.2.2 Método continuo.....	29
5.3 Pasos para el estudio de tiempos.	30
5.3.1 Registro y análisis del proceso.....	31
5.4 Diagrama de procesos.	31
5.4.1 Diagrama de procesos de flujo.....	32
5.4.2 Diagrama de recorrido.	33
5.5 Tolerancias.	33
5.6 Balance de líneas.....	34
5.7 Estudio de movimientos.	36
5.7.1 Principio de economía de movimientos.....	37
5.7.2 Aplicación y uso del cuerpo humano.....	37
5.7.3 Diseño de herramientas y equipo.....	38
5.7.4 Cinco clases generales de movimientos.....	38
5.7.5 Movimientos básicos.	39
5.7.6 Diagrama de proceso bimanual.....	42
5.7.7 Guías para la construcción de diagrama bimanual.	43
5.8 Productividad.....	44
5.8.1 Importancia de incrementar la productividad.	44
5.8.2 Factores que afectan a la productividad.....	45

5.8.3	Tipos de productividad.	46
5.8.4	Factores que intervienen para la mejora de la productividad	46
5.8.5	Causas que afectan a la productividad.....	46
5.8.6	Métodos ineficaces de producción.....	48
5.8.7	Incremento de la productividad.	49

CAPITULO II

1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE RECOGIMIENTO DE MALLA EXPANDIDA

1.1	Características generales de la empresa.....	51
1.1.1	Razón social.....	51
1.1.2	Actividad.....	51
1.1.3	Reseña historica de la empresa.	51
1.1.4	Dedicación	52
1.1.5	Ubicación geográfica.	52
1.1.6	Objetivos.....	52
1.1.7	Misión.	53
1.1.8	Visión.....	53
1.1.9	Valores.....	53
1.1.10	Política integrada de gestión	53
1.1.11	Estructura organizacional	54
1.1.12	Tipología organizacional	55
1.2	Proceso actual de malla expandida.	55
1.2.1	Caracterización del proceso actual.	55
1.2.2	Procedimiento.	55

1.2.3	Descripción del proceso.....	56
1.2.4	Aplicaciones.....	57
1.2.5	Especificaciones.....	58
1.3	Ventajas y desventajas del proceso de recogimiento de malla expandida	59
1.3.1	Ventajas.	59
1.3.2	Desventajas.	60
1.3.3	Muestras de producción manual.	61
1.4	Diagnóstico del proceso.	62
1.5	Cuestionario aplicado al jefe de producción.	66
1.5.1	Flujograma de proceso.....	68
1.5.2	Layout área de malla expandida.	69
1.5.3	Diagrama de proceso actual de malla expandida.....	70
1.5.4	Análisis de los datos obtenidos mediante las observaciones del diagrama de procesos.....	73
1.5.5	Estudio de movimientos en las diferentes operaciones del proceso...	75
2	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	77

CAPITULO III

PROPUESTA

1	TEMA.....	79
2	PRESENTACIÓN.....	79
3	JUSTIFICACIÓN.	80
4	OBJETIVOS.....	81
4.1	Objetivo general.....	81
4.2	Objetivos específicos.....	81

4.2.1	Impacto social.....	82
4.2.2	Impacto técnico.....	82
4.2.3	Impacto económico.....	82
5	ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....	82
5.1	Desarrollo de la propuesta.....	83
5.1.1	Toma de datos.....	83
5.1.2	Cronometrización.....	85
5.2	Mejora para el proceso de producción.....	86
5.2.1	Alternativas de mejora.....	86
5.2.2	Análisis del problema.....	86
5.2.3	Diseño de un recogedor automático.....	87
5.2.4	Ajuste de tiempo de fabricación máquina troqueladora.....	87
5.2.5	Rediseño del área de malla expandida.....	87
5.2.6	Esquema de propuesta de optimización del proceso.....	89
5.3	Datos de tiempo mejorado de acuerdo a lo planteado.....	89
5.3.1	Desviación media.....	89
5.3.2	Datos cronometrados menos desviación media.....	90
5.3.3	Tiempo normal.....	91
5.3.4	Holguras.....	92
5.3.5	Tiempo estándar.....	93
5.4	Desarrollo para la reducción del tiempo en el nuevo proceso.....	94
5.4.1	Tareas eliminadas.....	94
5.4.2	Tareas mejoradas.....	94
5.4.3	Diagrama de procesos propuesto de malla expandida.....	96
5.4.4	Diagrama de hombre - máquina.....	97
5.4.5	Diagrama de recorrido propuesto de malla expandida.....	98

5.4.6	Evaluación del nuevo proceso.	99
5.5	Diagrama estadístico de producción en un mes manual y automático.	100
5.5.1	Producción manual.	100
5.5.2	Producción automatizada.	102
5.5.3	Caracterización del nuevo proceso.	104
5.5.4	Ahorro estimado de tiempo en diagramas de proceso.	105
5.5.5	Cálculo de eficiencia del proceso.	105
5.6	Diseño de la maquinaria, materiales, y especificaciones técnicas. .	107
5.6.1	Selección de materiales.	107
5.6.2	Materiales para la construcción.	107
5.6.3	Motor.	108
5.6.4	Motoreductor.	109
5.6.5	Variador.	109
5.6.6	Pistón.	110
5.6.7	Estrangulador.	110
5.6.8	Assab 705.	111
5.6.9	K- 100.	111
5.6.10	Construcción del recogedor de malla exapandida	112
5.6.11	Maquinaria recogedora de malla expandida	113
5.6.12	Construcción de caja de control.	114
6	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROCESO.	116
6.1	Presupuesto de inversión.	116
6.2	Presupuesto de operación.	117
6.2.1	Presupuestos de operación con el proceso actual.	117
6.2.2	Presupuestos de operación con el proceso automatizado.	118

6.3	Evaluación de costos.....	120
6.3.1	Tiempo de recuperación de la inversión.....	121
6.4	Beneficios a obtenerse en la empresa adelca.....	122
6.5	Principales beneficiados del proceso de recogimiento de malla automático.....	122
	CONCLUSIONES.....	123
	RECOMENDACIONES.....	124
	BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	125
	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	126
	ANEXOS.....	128
	PLANOS.....	137

LISTA DE GRÁFICOS.

Contenido	Páginas
GRÁFICO 1 Etapas de organización del Trabajo.....	1
GRÁFICO 2 Jerarquización y departamentalización de una empresa.....	2
GRÁFICO 3 Departamentalización funcional.....	3
GRÁFICO 4 Departamentalización por producto.	3
GRÁFICO 5 Departamentalización por equipo.....	4
GRÁFICO 6 Departamentalización por proceso.	4
GRÁFICO 7 Ejemplo organigrama.	4
GRÁFICO 8 Optimización.	6
GRÁFICO 9 Proceso de producción.....	9
GRÁFICO 10 Sistema de procesos.....	11
GRÁFICO 11 Secuencia de un proceso.....	12
GRÁFICO 12 Proceso de fabricación de malla.	13
GRÁFICO 13 Proceso de trefilado.	14
GRÁFICO 14 Portadados.....	15
GRÁFICO 15 Conservación de la masa en la trefilación.	15
GRÁFICO 16 Ejemplo de malla expandida.....	19
GRÁFICO 17 Troqueladora bender.....	20
GRÁFICO 18 Análisis de trabajo por estudio de tiempos.	24
GRÁFICO 19 Cómo se descompone el tiempo de fabricación.....	47
GRÁFICO 20 Causas que alargan el tiempo de producción.....	48
GRÁFICO 21 Ubicación geográfica.....	52
GRÁFICO 22 Malla expandida adelca.	56
GRÁFICO 23 Especificaciones en escala.....	58
GRÁFICO 24 Estándares de presentación.....	62

GRÁFICO 25	Producción actual.....	63
GRÁFICO 26	Mejora en el proceso.....	64
GRÁFICO 27	Relación del proceso.....	65
GRÁFICO 28	Evaluación del actual proceso.....	68
GRÁFICO 29	Proceso de malla actual.....	70
GRÁFICO 30	Recorrido de malla actual.	72
GRÁFICO 31	Rediseño de área.	88
GRÁFICO 32	Esquema de propuesta.	89
GRÁFICO 33	Proceso de malla propuesto.	96
GRÁFICO 34	Recorrido de malla propuesto.....	98
GRÁFICO 35	Evaluación del nuevo proceso.	99
GRÁFICO 36	Motor.	108
GRÁFICO 37	Moto reductor.	109
GRÁFICO 38	Variador de frecuencia.....	109
GRÁFICO 39	Pistón.	110
GRÁFICO 40	Assab 705.....	111
GRÁFICO 41	K - 100.	111
GRÁFICO 42	Caja de sistema mecánico.....	112
GRÁFICO 43	Instalación sistema mecánico.....	112
GRÁFICO 44	Rodillo ajustable.	113
GRÁFICO 45	Maquinaria recogedora de malla implementada.....	113
GRÁFICO 46	Sistema electrónico.....	114
GRÁFICO 47	Funciones de control del recogedor de malla.	115
GRÁFICO 48	Mandos de control del recogedor de malla.....	115
GRÁFICO 49	Malla obtenida con la implementación.....	116

LISTA DE TABLAS.

Contenido	Páginas
TABLA 1 Diámetros para la trefilación.....	18
TABLA 2 Datos técnicos de fabricación.....	20
TABLA 3 Acciones de un proceso.....	31
TABLA 4 Simbología a emplearse.	33
TABLA 5 Therbligs eficientes.	40
TABLA 6 Therbligs ineficientes.	41
TABLA 7 Abreviaturas de malla expandida.	58
TABLA 8 Producción manual.	61
TABLA 9 Estándares de presentación.	62
TABLA 10 Producción actual.	63
TABLA 11 Mejora en el proceso.	64
TABLA 12 Relación del proceso.....	65
TABLA 13 Tabla de Westinghouse.....	84
TABLA 14 Cronometrización de tiempos.....	85
TABLA 15 Datos restados de desviación media.	91
TABLA 16 Tiempo normal de las operaciones de malla expandida.....	91
TABLA 17 Holguras, tolerancias o concesiones.....	92
TABLA 18 Tiempo estándar de las operaciones de malla expandida.....	93
TABLA 19 Tabla de frecuencias de producción mensual actual.....	100
TABLA 20 Tabla de frecuencias de producción mensual propuesta.....	102
TABLA 21 Matriz comparativa del proceso anterior con el nuevo proceso.....	104
TABLA 22 Eficiencia de la línea.	106
TABLA 23 Eficiencia de la línea con aumento de láminas de acero.	106

TABLA 24	Especificaciones del motor.....	108
TABLA 25	Especificaciones del moto reductor.....	109
TABLA 26	Especificaciones del variador.....	110
TABLA 27	Especificaciones del pistón.....	110
TABLA 28	Especificaciones del estrangulador.....	110
TABLA 29	Inversiones realizadas para el proceso automatizado.....	116
TABLA 30	Cálculo de ingresos sin el proceso automatizado.....	117
TABLA 31	Cálculo de costos de mano de obra sin el proceso automatizado.....	117
TABLA 32	Resumen de ingresos y egresos sin el proceso automatizado....	118
TABLA 33	Cálculo de ingresos con el proceso automatizado.....	118
TABLA 34	Cálculo de costos de mano de obra con con el proceso automatizado.....	118
TABLA 35	Cálculos realizados para la determinación de egresos con el proceso automatizado.....	120
TABLA 36	Resumen de ingresos y egresos con el proceso automatizado. .	120
TABLA 37	Diferencias alcanzadas en los beneficios y productividad de la empresa con el proceso automatizado.....	121
TABLA 38	Recuperación de la inversión.....	121

LISTA DE FÓRMULAS.

Contenido	Páginas
FÓRMULA 1 Conservación de la masa.....	16
FÓRMULA 2 Porcentaje de alargamiento.....	16
FÓRMULA 3 Reducción de sección.....	17
FÓRMULA 4 Fuerza de troquelado.....	19

LISTA DE ANEXOS.

Contenido	Páginas
ANEXO 1 Formas impresas para estudio de tiempos.....	129
ANEXO 2 Hoja de control para los tres turnos de trabajo.....	130
ANEXO 3 Formulario producto no conforme.	131
ANEXO 4 Características de la malla expandida.	132
ANEXO 5 Ajuste del variador de frecuencia.....	133
ANEXO 6 Construcción caja sistema mecánico	133
ANEXO 7 Materia prima.	134
ANEXO 8 Desbobinador de malla.	134
ANEXO 9 Malla producida.....	135
ANEXO 10 Etiqueta malla expandida.	135
ANEXO 11 Definición de términos básicos.	136

LISTA DE PLANOS.

Contenido	Páginas
PLANO 1 Ubicación área de trefilados.....	138
PLANO 2 Recogedor automático.....	139
PLANO 3 Recogedor de malla materiales.	140
PLANO 4 Contenedor de sistema mecánico.	141
PLANO 5 Rodillo ajustable.....	142
PLANO 6 Soporte de rodillo assab 705.	143
PLANO 7 Soporte de rodillo assab interno(3).	144
PLANO 8 Soporte tapa rodillo trasero.	145
PLANO 9 Rodamiento 6016.	146
PLANO 10 Catalina(2).....	147
PLANO 11 Chumacera.....	148
PLANO 12 Recogedor de malla.	149

RESUMEN.

El presente proyecto investigativo se desarrolló con el objeto de realizar un estudio para optimizar el proceso de recogimiento de malla expandida (producto terminado), que era realizado de forma manual, de esta manera se ve la necesidad de mejorar la productividad utilizando las técnicas del estudio de tiempos y movimientos en el área de malla expandida de la planta de trefilados de la empresa industrial “ADELCA C.A”. La misma que se encuentra ubicada en el Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, Parroquia de Alóag. Mediante la identificación del problema a través de un diagnóstico del proceso actual realizada a sus operadores se pudo estimar que la línea de producción de malla expandida presenta problemas al final de su proceso de recogimiento de malla. Esta acción se lo realiza en condiciones de trabajo no adecuadas para el buen desenvolvimiento del trabajador. Esto determina bajos índices de productividad. Mi propuesta es diseñar un recogedor de malla de forma automatizada, el cual realizará el trabajo de forma automática con el propósito de mejorar la productividad y de esta manera evitar posibles enfermedades profesionales en sus operadores y lograr un incremento de la producción a un 50% reduciendo costos de producción y mejorando la presentación final del producto terminado. La investigación es de carácter descriptivo, cuya técnica utilizada fue, la observación de campo. Mediante esta propuesta se logró bajar el tiempo de producción optimizando recursos, eliminando tareas innecesarias y mejorando otras, sin embargo gran parte de pérdida de tiempo en el proceso de recogimiento de malla expandida era debido a que no existía un proceso automatizado que sustituya el proceso manual, superando estos inconvenientes se logró elevar su productividad.

ABSTRACT

This research project was developed in order to conduct a study to optimize the process of recollection expanded mesh (finished product), seeing the need to improve productivity through time and motion study in the area of the plant expanded mesh of industrial enterprise drawn “ADELCA C.A”. The same is located at Mejia Canton, Pichincha Province, Alóag Parish. By identifying the problem through a diagnosis of the current process on their operators were able to estimate that the production line has expanded mesh problems at the end of the process of recollection mesh. This action is done in proper working conditions for the proper development of the worker. This determines low levels of productivity. My proposal is to design a mesh collector automatically, which do the work automatically in order to improve productivity and thus avoid injuries in your operators and managed to increase production to 50% by reducing production costs and improving the presentation of the finished product. The research is descriptive; whose technique was field observation. With this proposal it had lowered production time optimizing resources, eliminating unnecessary tasks and improving others, however much loss of time in the process of expanded mesh recollection was because there was no automated process to replace the manual process , overcoming these drawbacks are managed to increase their productivity.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
LATACUNGA - ECUADOR**

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica De Cotopaxi, yo Lcda. Msc. Amparo Romero con la C.I. 050136918-5 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión del Abstract; con el tema: **“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE RECOGIMIENTO DE MALLA EXPANDIDA DEL ÁREA DE TREFILADOS DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR (ADELCA) EN EL CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA EN EL PERÍODO 2012”**.

Latacunga, Febrero del 2013

Docente:

Lcda. Msc. Amparo Romero

C.I. 050136918-5

INTRODUCCIÓN.

Hasta finales del siglo XX, la mayoría de la producción era de tipo artesanal, buscaban la individualización de sus productos, plasmando sus criterios en sus obras, pero como consecuencia de la revolución industrial, esta forma de ver y realizar el trabajo, cambió radicalmente con la introducción de maquinarias en los procesos, consiguiendo la optimización y uniformidad de los productos. La tecnología avanzó y todavía lo sigue haciendo a trechos muy grandes lo cual ha obligado periódicamente a analizar la situación actual de las empresas.

Todas las actividades que tienen relación con la producción de productos y servicios a través de la transformación de la materia prima en producto terminado deben ser planificadas, mejoradas y controladas para lograr alta productividad en las empresas.

La optimización proporciona un esquema conceptual que facilita el difícil proceso de estructuración, análisis y síntesis, inherente a todo problema de decisión; contribuyendo, así al diseño de mejores soluciones para problemas de carácter técnico, económico y social. Se puede decir que optimizar es sinónimo de buscar lo mejor, también de alcanzar la ganancia máxima o tener una pérdida mínima.

Es por esto que el hombre siempre ha buscado la optimización dentro de sus actividades, sean éstas empresariales, científicas o políticas, formalizando y cuantificando, mediante procedimientos matemáticos, la forma de alcanzar lo más favorable en una circunstancia o problema bien definido.

El presente trabajo tiene como fin optimizar el proceso de recogimiento de malla expandida en el área de trefilados de la empresa ADELCA C.A, de manera que sea posible disminuir los costos de producción, disminuir tiempos de proceso y a su vez evitar potenciales accidentes en el proceso.

La aplicación del proyecto se ha realizado en las plantas de la empresa Acería del Ecuador ADELCA C.A. en el área de trefilados, la misma que se encuentra ubicada en la Parroquia de Alóag, perteneciente al Cantón Mejía, Provincia de

Pichincha, la cual se dedica a la producción y comercialización de productos de acero para la construcción; en este grupo están inmersos los siguientes eslabones productivos como:

- Planta de fundición de chatarra ferrosa
- Planta de laminados
- Planta de trefilados

La metodología de estudio principalmente utilizada ha sido la observación y la investigación de campo.

Debido al alto índice de tiempo que se tomaba en la realización del proceso de recogimiento de láminas de acero, en el área de trefilados, fue necesario realizar un estudio de tiempos, ya que la mayor parte de sus actividades se realizan de forma manual, para lo cual es muy importante tener un control de los tiempos y de las operaciones en el proceso de producción para evitar pérdidas de tiempos que ocasionen costos de producción elevados.

El estudio de tiempos conlleva al análisis de todos los elementos que conforman el proceso de producción como manejo de recursos, maquinaria, personal, distribución de planta, jornadas laborales, y todos aquellos factores que pueden estar inmersos dentro de una actividad productiva.

Este trabajo es importante porque permite identificar y analizar la problemática que presenta la empresa en su línea de malla expandida, ya que ésta limita su competitividad, el mejor aprovechamiento de sus recursos, y su desarrollo empresarial.

Es evidente que cuanto más alto es la productividad es decir mayor producción a igualdad de elementos productores (capital, máquinas, obreros, etc.), más económica resultará y mayores serán los beneficios que obtendrán.

Por tanto, el trabajo de investigación tiene utilidad práctica, debido a que permite identificar las falencias en el proceso de producción, y aporta de manera directa a la empresa para una reestructuración adecuada de la actividad que se realiza en la

misma, influyendo al mejoramiento continuo en el desarrollo de la actividad productiva.

La investigación beneficia a la empresa Acerías del Ecuador ADELCA C.A., mediante un mejor aprovechamiento de los recursos, minimizando costos de producción, para que el producto terminado sea más competitivo, y también contribuye con el mejoramiento del bienestar de sus trabajadores.

En consecuencia el aumento de la productividad permite que las empresas sean más competitivas generando mayores utilidades y dedicar parte de ellas a los consumidores, bajando los precios de sus productos, y otra parte a invertir en sus instalaciones para un mejoramiento continuo y sostenible.

Los objetivos alcanzados son:

- La disminución del tiempo excesivo que toma en realizar el proceso de recogimiento de malla expandida en el área de trefilados.
- La optimización de la producción en el proceso de recogimiento de malla expandida en el área de trefilados de la empresa ADELCA.

El contenido del trabajo de investigación está distribuido en tres capítulos:

El primer capítulo está basado en la información recopilada mediante bibliografía, el cual contiene aspectos relevantes sobre el objeto de estudio, que son de mucha importancia para el trabajo investigativo como por ejemplo: la optimización de procesos, y aspectos acerca de la mejora de la productividad.

En el segundo capítulo se tienen los aspectos generales que describen a la empresa Acerías del Ecuador ADELCA C.A., en la cual se desarrolló el trabajo de investigación, con la utilización de técnicas como: la observación de campo con la cual se tomó el tiempo a cada una de las operaciones del proceso de elaboración y recogimiento de malla expandida, que sirvieron de indicadores referenciales para la realización del estudio, determinando el tiempo por unidad de lámina de acero desde su inicio hasta su finalización, aplicando la técnica del cronómetro en cada observación realizada.

En el tercer capítulo se desarrolló la propuesta de mejora de la productividad en la cual se ha eliminado movimientos repetitivos, así como se ha considerado la automatización del proceso a través del diseño de un recogedor de malla electromecánico que generó un incremento en la producción y el bienestar en sus operarios.

CAPITULO I

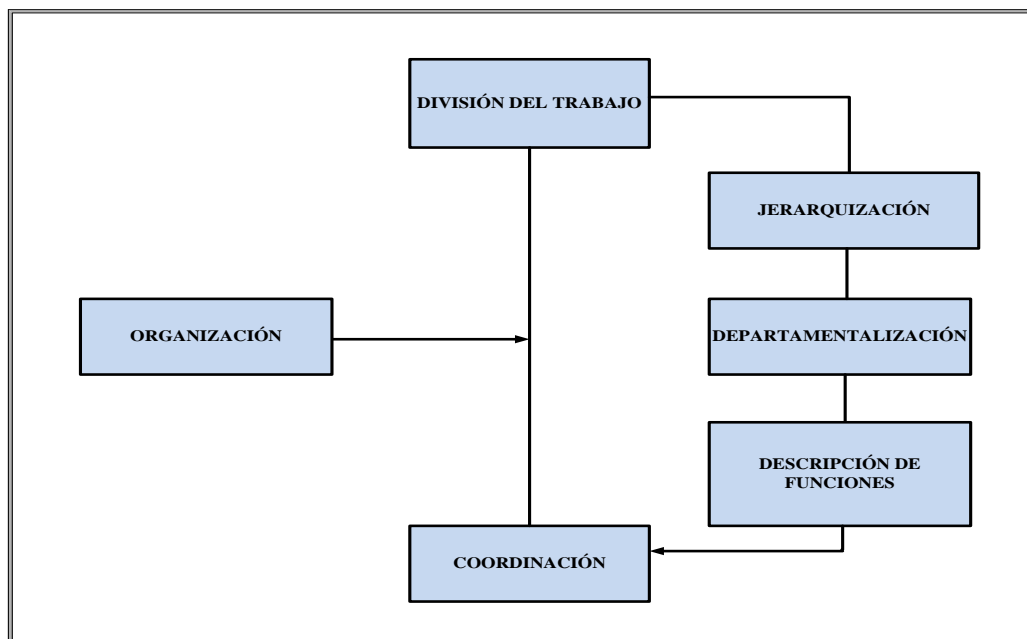
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

¹La organización del trabajo, elemento esencial de la prosperidad industrial, es la ciencia de la producción óptima. Permite minimizar la salud de los trabajadores y obtener productos de una calidad definida, en un tiempo más corto posible. Se basa en el análisis y la medida de las tareas profesionales, conducen al descubrimiento de los mejores procedimientos.

1.1 *Etapas de organización del trabajo*².

GRÁFICO 1 Organización del trabajo.



Fuente: Etapas de organización del trabajo.

¹ VILLOTA, Eduardo

² <http://www.monografias.com>. Organización del Trabajo.

1.1.1 Coordinación.

“Es la sincronización de los recursos y de los esfuerzos de un grupo social, con el fin de lograr oportunidad, unidad, armonía y rapidez, en el desarrollo y la consecución de los objetivos.”

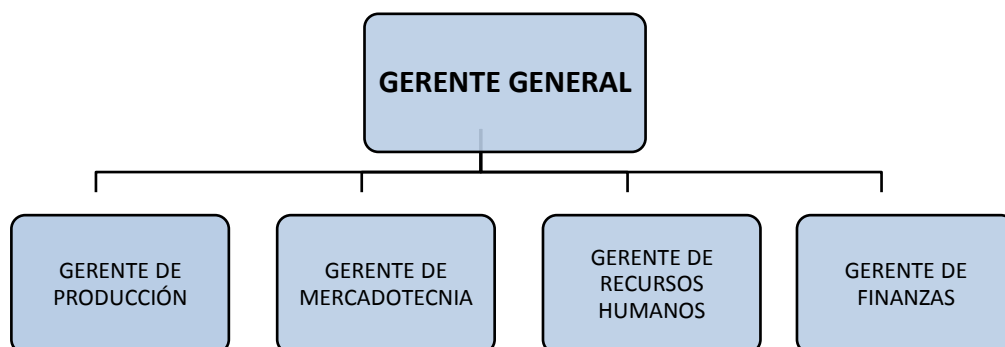
1.1.2 División del trabajo.

“Es la separación y delimitación de las actividades, con el fin de realizar una función con la mayor precisión, eficiencia y el mínimo de esfuerzo, dando lugar a la especialización y perfeccionamiento en el trabajo.”

1.1.3 Jerarquización y departamentalización.

Se puede definir a la jerarquización como la disposición de las funciones de una organización por orden de rango, grado o importancia, agrupados de acuerdo con el grado de autoridad y responsabilidad que posean, independientemente de la función que realicen. La jerarquización implica la definición de la estructura de la empresa por medio del establecimiento de centros de autoridad que se relacionen entre sí con precisión.

GRÁFICO 2 Jerarquización y departamentalización de una empresa.

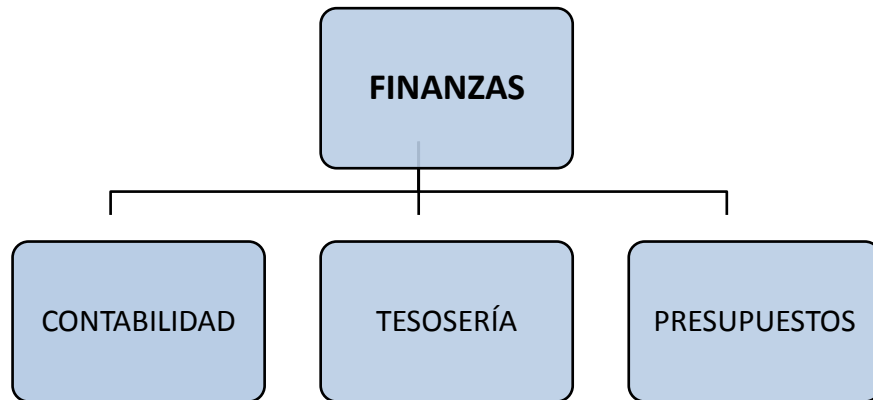


Departamentalización, es la división y el agrupamiento de las funciones y actividades en unidades específicas, con base en su similitud.

De acuerdo con la situación específica de cada empresa, los tipos de departamentalización más usuales son:

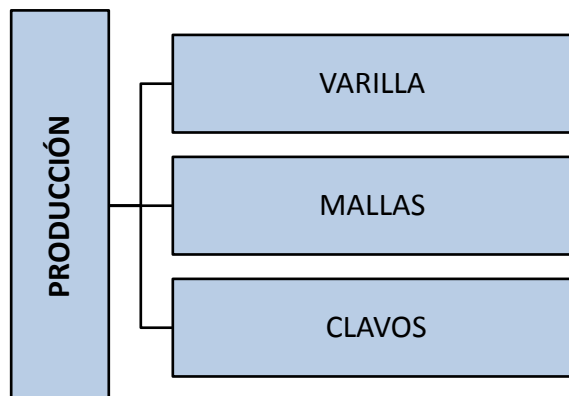
1. Funcional.- Es común en las empresas industriales; consiste en agrupar las actividades análogas según su función principal.

GRÁFICO 3 Departamentalización funcional.



2. Por producto.- Es característica de las empresas fabricantes de diversas líneas de productos, la departamentalización se hace en base a un producto o grupo de productos relacionados entre sí.

GRÁFICO 4 Departamentalización por producto.



2. Por proceso o equipo.- En la industria, el agrupamiento de equipos en distintos departamentos reportará eficiencia y ahorro de tiempo; así como también en una planta industrial, se tendrá la agrupación por proceso.

GRÁFICO 5 Departamentalización por equipo.

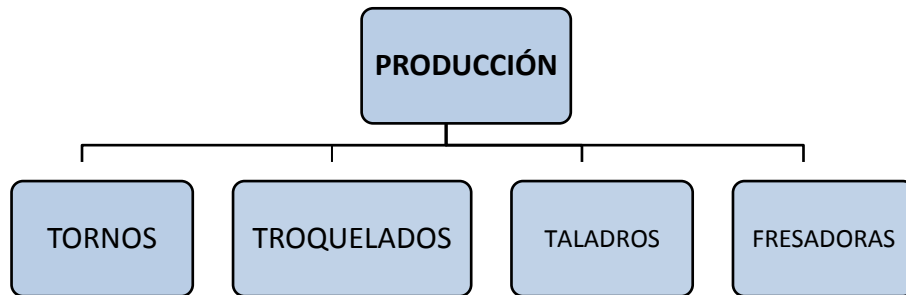
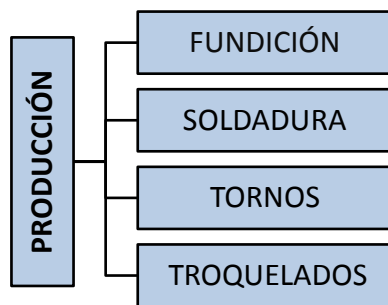


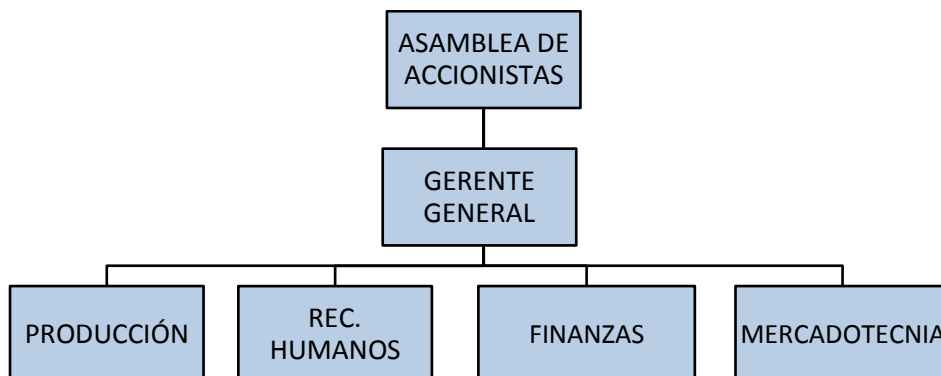
GRÁFICO 6 Departamentalización por proceso.



1.1.4 Organigramas.

También conocidos como Cartas o Gráficas de organización, son representaciones gráficas de la estructura formal de una organización, que muestran las interrelaciones, las funciones, los niveles, las jerarquías, las obligaciones y las autoridades existentes dentro de ella.

GRÁFICO 7 Ejemplo de organigrama.



Estos son los diferentes tipos, sistemas o modelos de estructuras organizacionales que se pueden implantar en un organismo social dependiendo del giro o magnitud de la empresa, recursos, objetivos, producción, etc.

No se puede decir que una organización es adecuada cuando es eficiente, por ejemplo, no es lo mismo decir que es adecuada cuando es eficaz. Eficiencia significa aprovechar los recursos, y eficacia, cumplir con los objetivos propuestos con independencia de los recursos que se consuman para ello. Para las empresas privadas, por lo general, lo importante es la rentabilidad y, por lo tanto la eficiencia es uno de los principales criterios en que debe basarse cualquier evaluación de sus organizaciones tanto formal como informal. No deben cumplir metas de producción con independencia de los recursos que consuman (la meta será, en todo caso, producir lo máximo posible con los mínimos recursos).

2 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

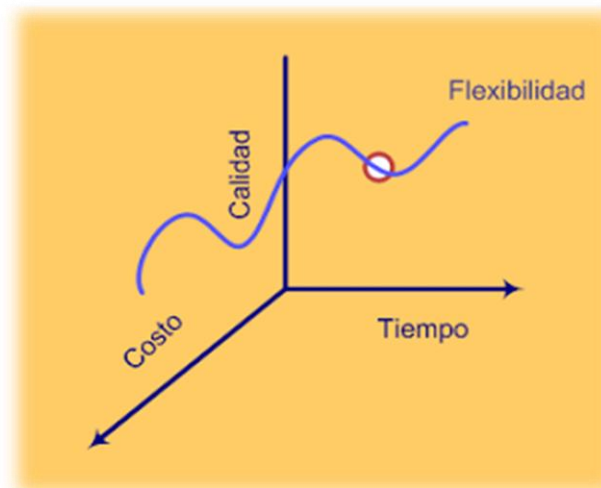
La **Optimización de Procesos** tiene varios matices, seguidores y detractores, pero lo cierto es que el término "**optimización**" en si es demasiado *ambicioso* para la dinámica de las empresas de hoy las cuales se ven obligadas a "*ajustarse*" al entorno, nuevos estándares y normativas legales. Por esta razón y en el sentido estricto, optimizar procesos es un desafío muy *costoso* e incluso *doloroso* para la industria.

- ¿Cómo podemos abordar el desafío de optimizar procesos?
- ¿Qué es lo que está haciendo la industria hoy?

Para responder la primera pregunta debemos entender qué significa el término en conflicto. **Optimizar** es encontrar el *mínimo* o el *máximo* de una función respecto a ciertas *restricciones*. Sin duda, alcanzar el mínimo o máximo es obtener la "*mejor*" solución entre otras soluciones factibles. Ahora bien, *el mejor proceso* debe ajustar el flujo de tareas, entradas y salidas de manera que entregue la mejor **calidad** al menor **costo** y en el menor **tiempo**. Sin embargo, si queremos *aumentar la calidad* de un producto o servicio (*proceso básico*)

siempre se incurre en inversión de tecnología y personas (costos aumentan) pero a la vez podemos reducir los tiempos (de producción, soporte, etc.) y en el peor caso aumentarlos lo cual depende de otros factores tales como: correcta elección de la tecnología, capacitación de las personas, estrategias de gestión (gestión del cambio y gestión del conocimiento).

GRÁFICO 8 Optimización³.



Fuente: Optimización de Procesos.

Alternativamente, si queremos **reducir los costos** asociados al producto o servicio (*proceso básico*) muchas veces las empresas disminuyen los tiempos pero a la vez disminuye la calidad.

De este modo, si queremos **reducir los tiempos** asociados al producto o servicio (*proceso básico*) una vez más incurrimos en costos y reducción de la calidad. Finalmente, la **flexibilidad** de un proceso está asociada a cuán rápido se ajusta a los cambios y dinamismo de la empresa y del entorno los cuales podemos dividir en factores internos y externos.

Los **factores internos** son aquellas medidas e iniciativas de la empresa para realizar cambios a un proceso para mejorar su desempeño tomando en cuenta las

³ LATAM.Org
<http://blog.bpm-latam.org/2008/06/optimizacin-de-procesos-parte-i-html>

variables de costo, tiempo, calidad y flexibilidad. Los *factores externos* son todos aquellos factores que provienen desde el entorno de la empresa y que son identificados por medio de *Inteligencia de Negocios* (o Business Intelligence, BI), área de márketing, área de finanzas (principalmente, factores de desempeño económico), como también desde nuevos estándares y/o normativas legales. De esta manera, los factores externos *influyen directamente* en los internos.

Por lo tanto, la optimización de procesos debe considerar los factores internos y externos de una organización para luego llevarla a cabo.

La siguiente no es una receta, pero sirve como un primer acercamiento para optimizar procesos dentro de una organización:

1. Cuando utilice el término "*Optimización*" debe dejar en claro las limitaciones de encontrar *el mejor proceso* y que en la práctica sólo encuentra *el que mejor se ajuste* a la realidad de cada empresa que se ve afectada por factores internos y externos.
2. Identifique el *proceso básico* que quiere optimizar. El *proceso básico* es aquel identificado a partir de la estrategia de negocios de la empresa.
3. Identifique los factores internos y externos que afectan la decisión de optimizar un proceso, con el dueño del proceso y dueños de tareas y áreas específicas dentro de la empresa. No olvide que muchos procesos son transversales a la organización.
4. Identifique la variable que quiere "mejorar" dentro de un proceso: tiempo, costo o calidad.
5. Aplique reingeniería, buenas prácticas o rediseño del proceso.
6. Simule su nuevo proceso interactivamente hasta encontrar el que mejor se ajuste a sus requerimientos.
7. Defina medidas de rendimiento de su nuevo proceso y monitóreelos.
8. Gestione el cambio del proceso con el dueño del proceso y áreas transversales afectadas.
9. Gestione el conocimiento generado y actualizado en la organización a partir de los cambios realizados al proceso optimizado (o mejorado)

10. Monitoree el nuevo proceso e identifique si la ejecución del mismo corresponde al definido y publicado a las partes involucradas.

2.1 Metodología de las técnicas de optimización de procesos.

Las Técnicas de Investigación de Operaciones aparecen en los años 50, a partir de entonces comienza a desarrollarse la metodología para su utilización. Sus antecedentes se localizan en las investigaciones de Isaac Newton, George Dantzing, Charnes y Cooper, Ackoff, Churchman y Zimmerman. Esta metodología se sustenta en los siguientes supuestos:

- alternativa en las decisiones;
- posibilidades de crear una base informática;

En este proceso existe una secuencia de pasos para llegar a la obtención de las metas propuestas:

- observación e identificación del problema;
- formulación general;
- construcción del modelo;
- generación de una solución;
- prueba y evaluación de la solución;

2.2 Tipos de proceso.

Al no existir normalización ni práctica generalmente aceptada al respecto, vamos a distinguir los procesos por su misión; proponemos la siguiente clasificación coherente con la terminología utilizada en este contexto:

- procesos productivos
- procesos de apoyo
- procesos de gestión
- procesos de dirección

2.2.1 Procesos productivos.

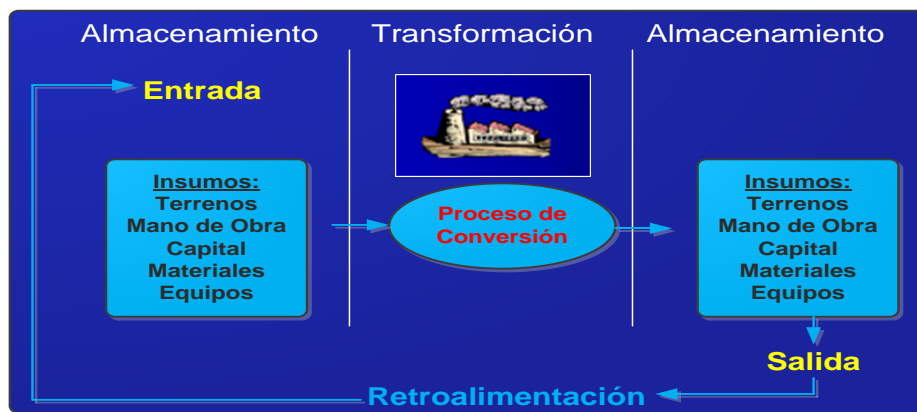
(PÉREZ FERNÁNDEZ DE VELASCO 2007)

Es la combinación y transformación de recursos para obtener el producto o proporcionar el servicio conforme a los requisitos del cliente, aportando en consecuencia un alto valor añadido. Las actividades en ellos incluídas y que no cumplan esta condición, es muy probable que se hagan de manera más eficiente como parte de algún proceso de otro tipo.

(CHASE, JACOBS y AQUILANO 2005)

Lo definen como una serie de actividades desempeñadas por una organización que acepta insumos y los transforma en productos o servicios idealmente, de un valor para la organización que los insumos originales.

GRÁFICO 9 Proceso de producción.



Fuente: Fases De Un Proceso.

Realizado: Carlos Carranza.

⁴Los procesos productivos, de acuerdo al grado de intervención del agente humano, son de tipo:

- **Manuales:** interviene solo el esfuerzo físico.
- **Semiautomático:** se conjuga el esfuerzo físico y el tecnológico.
- **Automático:** intervienen sistemas tecnológicos con poca incidencia de esfuerzo físico.

⁴ RIVEROS GONZALEZ Hugo, "Administración de la producción II" tomo 1 págs. 324

2.2.2 Procesos de apoyo.

Proporcionan las personas y los recursos físicos necesarios por el resto de procesos y conforme a los requisitos de sus clientes internos.

2.2.3 Procesos de gestión.

Mediante actividades de evaluación, control, seguimiento y medición aseguran el funcionamiento controlado del resto de procesos, además de proporcionarlos la información que necesitan para tomar decisiones (mejor preventivas que correctas) y elaborar planes eficaces.

2.2.4 Procesos de dirección.

⁵Los concebimos con carácter transversal a todo el resto de procesos de la empresa.

- ✓ El proceso de << Formulación, comunicación, seguimiento y revisión de la estrategia>>.

En algunas ocasiones las empresas caen en el eufemismo de << adaptarse al enfoque a procesos simplemente cambiando el título del procedimiento o reemplazando departamento por proceso>>; para evitarlo, y dar un sentido finalista, vale la pena vincular la Gestión por Procesos con la estrategia de la empresa.

2.3 Sistemas de calidad en los procesos.

(FIGUERA VINUÉ 2006)

Los objetivos de cualquier industria manufacturera son los de la mejora de la calidad, la reducción continuada de costes, y acortar los tiempos de desarrollo del producto y del proceso, simultáneamente. Además, las tasas de productividad deben incrementarse continuamente para llevar a cabo ésta reducción de costes. Por otra parte, el plazo de circulación debe ser cada vez menor, hasta reducirse al mínimo.

⁵ PÉREZ FERNÁNDEZ DE VELASCO, José
http://books.google.com.ec/books&source=gbs_navlinks_s

Con un buen diseño también se obtienen otras mejoras, tales como una notable disminución de los problemas que surgen en la fabricación del producto.

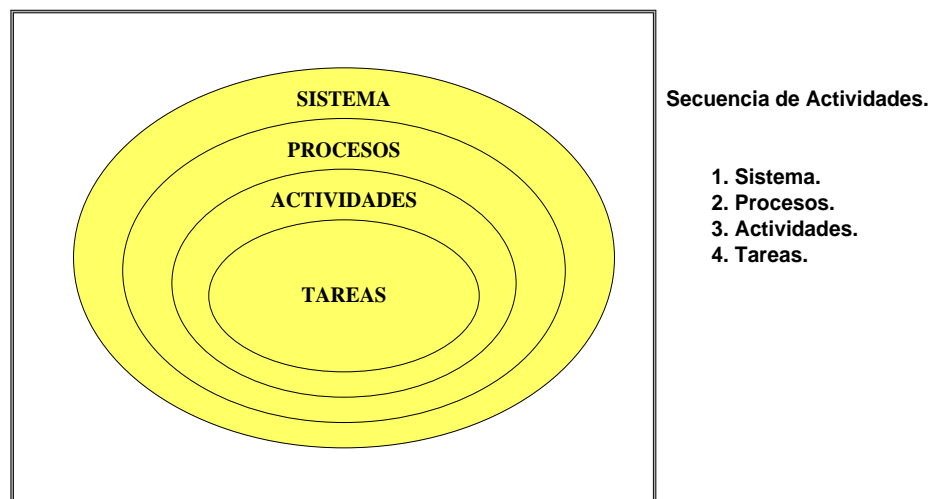
2.3.1 Procesos que genera la industria.

(PÉREZ FERNÁNDEZ DE VELASCO 2007)

ISO 9000 se define como:

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

GRÁFICO 10 Sistema de procesos.



Fuente: Gestión de Procesos.

Realizado: Carlos Carranza.

La definición dada permite hablar de diferentes niveles de procesos; obviamente varían con el tamaño de la Organización:

2.3.2 Alta dirección:

- Proceso de <<Elaboración, comunicación, implantación, seguimiento y revisión de la estrategia>>.
- Proceso de <<Determinación, difusión, seguimiento y revisión de objetivos>>.

2.3.3 Dirección intermedia:

- Proceso <<Gestión y comunicación con el cliente>>.
- Proceso de <<Producción – Realización del producto o servicio>>.

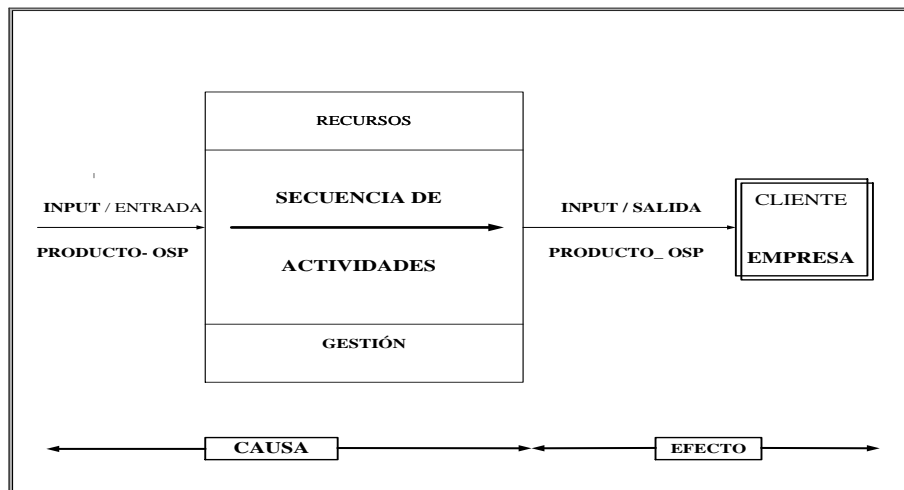
2.3.4 Mando intermedio:

- Proceso de Corte y Soldadura.
- Proceso de Mantenimiento.

Desde la perspectiva del individuo, lo que para una persona es un proceso, para su superior es solamente una actividad de un proceso más amplio.

GRÁFICO 11 Secuencia de un proceso.

QUÉ ES UN PROCESO



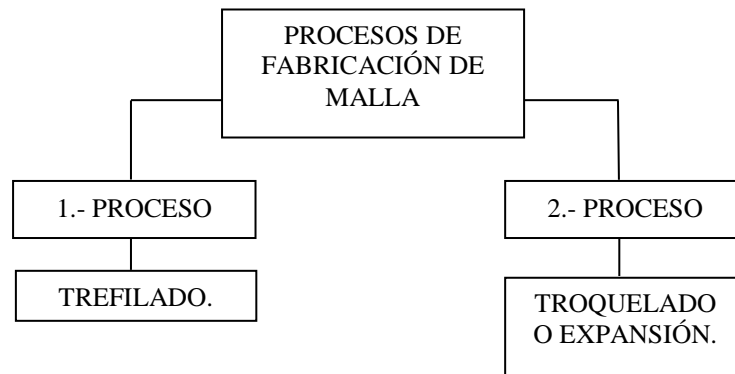
Fuente: Gestión de procesos.

Realizado: Carlos Carranza.

3 PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE MALLA.

Dentro de los procesos de fabricación de mallas existe una gama de modelos, formas, diseños, de acuerdo a las exigencias del cliente las cuales hace que exista un proceso diferente con una base distinta de materia prima y maquinaria para la elaboración de los diversos productos, como se detalla en el siguiente gráfico:

GRÁFICO 12 Proceso de fabricación de malla.



Fuente: Adelca.

3.1 *Proceso de trefilado.*

(PALACIOS 2006)

Este proceso consiste en la reducción del diámetro del alambón. Para esto se dispone de una máquina trefiladora, ésta máquina tiene como accesorio de trabajo un trompo sobre el que se coloca el rollo de alambón. Para la reducción del diámetro del alambón se utiliza matrices de diferentes medidas, de acuerdo a la medida final que se quiera tener del alambón, tiene como insumo el polvo de trefilar el cual sirve como lubricante entre la matriz y el alambón.

⁶La fabricación de la **Malla** se inicia con el proceso de trefilado, el cual consiste de laminación o estirado en frío de alambón, mediante este estirado se le reduce el diámetro y se modifica su estructura, de manera que el acero obtenido alcance las características mecánicas requeridas por las normas de calidad.

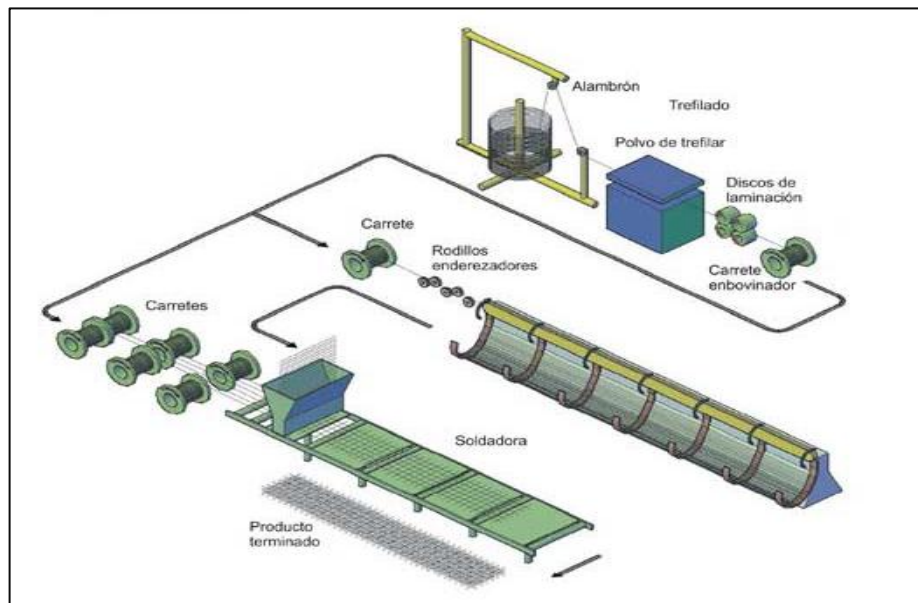
Al finalizar esta etapa del proceso, por medio de rodillos especiales se talla la corruga necesaria para su utilización en el armado de hormigón. Este proceso se lleva a cabo en máquinas especiales denominadas trefiladoras, las cuales desenrollan el alambón, lo decapan, lubrican y laminan. El alambre se recoge en carretes. Posteriormente se endereza y corta la varilla transversal para la malla,

⁶ (ACEROSdeGuatemala 2009)
<http://acerosdeguatemala.com/procesos-de-produccion/proceso-malla-electrosoladada>.

dependiendo del ancho de la malla a fabricar, de esa forma se ajustan las enderezadoras para el corte. Adicionalmente, se cortan varillas de acero de alta resistencia de 6mt en calibres 9, 7 y 3 (diámetros en mm: 3.8, 4.5 y 6.2 respectivamente).

La fase final del proceso consiste en unir, mediante electrosoldadura, los dos grupos de elementos: varillas transversales y varillas longitudinales, que conforman el panel. Ésto se realiza en una máquina electrosoldadora, dotada de un avanzado software que mediante la introducción de parámetros específicos, ordena de manera automática el ajuste de la máquina, permitiendo la realización de cualquier tipo de malla electrosoldada. Ya sea en plancha o en rollo de 40 metros de largo. Una vez formado el paquete de mallas, se evacúa, ata y almacena.

GRÁFICO 13 Proceso de trefilado⁷.

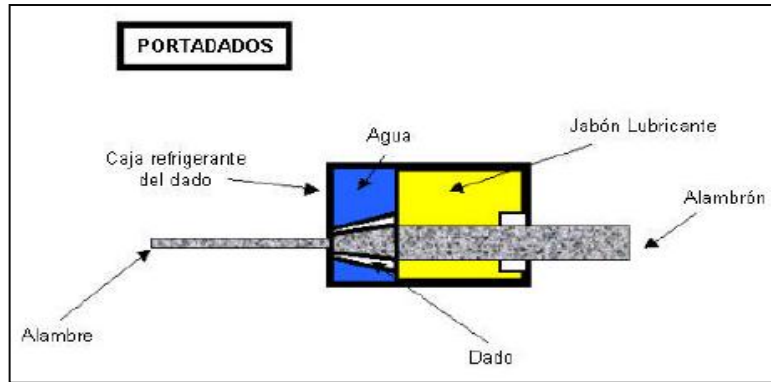


Fuente: ACEROSdeGuatemala.

El trefilado es un proceso de conformación en frío mediante el cual se consigue reducir el diámetro del alambre. Para ello se pasa el alambre a través de un dado fabricado usualmente de carburo de tungsteno como muestra el siguiente gráfico.

⁷ (ACEROSdeGuatemala 2009)
<http://acerosdeguatemala.com/procesos-de-produccion/proceso-malla-electrosoldada>.

GRÁFICO 14 Portadados⁸.



Fuente: Proceso De Conformado.

3.2 Cálculos para el proceso de trefilación.

En la trefilación la masa del alambre se mantiene, ya que la masa que se reduce en la sección se compensa el alargamiento del mismo.

La figura 15 muestra la reducción de las secciones y el aumento de la longitud del alambre, las cuales están designados con las siguientes siglas:

D0 = diámetro de entrada

D1 = diámetro de salida

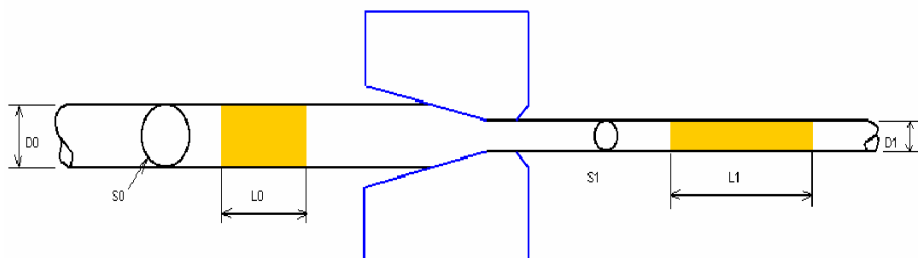
S0 = superficie antes

S1 = superficie después

L0 = longitud antes

L1 = longitud después

GRÁFICO 15 Conservación de la masa en la trefilación.



Fuente: BEUNENS, Paúl;(1994), Tecnología del alambre, Bekaert, Bélgica.

⁸ (tecnorlopez32 2003)

<http://sites.google.com/site/tecnorlopez32/tema7-fabricacion/03-conformado>.

$$S_0 \times L_0 = S_1 \times L_1 \quad \text{de donde} \quad S_0 / S_1 = L_1 / L_0$$

El aumento de la longitud está en razón inversa con la reducción de sección. Durante la trefilación nunca utilizar la superficie, sino el diámetro del alambre como se puede observar en la siguiente fórmula.

FÓRMULA 1 Conservación de la masa.

$$L_1 = \frac{D_0^2 \times L_0}{D_1^2}$$

Fuente: Tecnología del alambre.

3.2.1 Porcentaje de alargamiento (v%).

Cálculo: partiendo de la longitud conocida

FÓRMULA 2 Porcentaje de alargamiento.

$$V\% = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

$$V\% = \frac{L_1 - 1}{L_0} \times 100$$

desde los diámetros conocidos y porque:

$$\frac{D_0^2}{D_1^2} = \frac{L_1}{L_0}$$

se puede decir:

$$V\% = \frac{(D_0^2 - L_0)}{D_1^2} \times 100$$

Fuente: Tecnología del alambre.

3.2.2 Porcentaje de reducción (R%).

R% = el porcentaje de reducción de sección es la siguiente:

FÓRMULA 3 Reducción de sección.

$$R\% = \frac{1 - S1}{S0} \times 100$$

entonces también

$$R\% = \frac{(1 - D1^2)}{D0^2} \times 100$$

Fuente: Tecnología del alambre.

Ejemplo: una reducción de 1mm hasta 0.86mm

$$\% \text{ reducción} = [(Área \text{ inicial} - \text{área final}) / \text{área inicial}] \times 100$$

$$R\% = \frac{(1 - 0.86^2)}{1^2} \times 100 = 26\%$$

Este grado de reducción depende de la composición química, micro estructura inicial y material. Los aceros de bajo carbono pueden soportar reducciones más fuertes. Se encuentra a veces reducciones de hasta 35%.

Es recomendable elaborar tablas con las reducciones para las diferentes máquinas y en diferentes diámetros, ya que con estas no sería necesario volver a realizar los cálculos en caso que el producto se vuelva a realizar.

En la planta de Trefilados de ADELCA se utiliza como materia prima alambraón y láminas de acero para la fabricación de las diversas mallas éste producto es importado en bobinas.

La tabla 1 presenta un ejemplo con todos los datos que son necesarios para el momento de la trefilación, en el cual se lo toma como referencia una reducción hasta \varnothing 2.00mm de una bobina de alambraón de 6.5mm, de acero de bajo carbono (0.10% C) y a una velocidad de 15m/s.

TABLA 1 Diámetros para la trefilación.

	Reducción por paso %	Diam alambre mm	Velocidad m/min	Resistencia tracción N/mm ²	Potencia neta KW	Angulo 2 alfa grados	Incr. Temp. por deform. ° C <110°C
alambre		6.5	85	441			
d1	28.40	5.5	119	589	12.6	20.00	64.5
d2	28.52	4.65	188	697	15.8	12.00	66.9
d3	25.26	4.02	223	746	15.7	12.00	64.2
d4	23.76	3.51	282	790	15.8	12.00	64.4
d5	22.50	3.09	377	824	15.8	12.00	64.2
d6	21.37	2.74	480	854	15.7	9.00	59.3
d7	20.05	2.45	600	893	15.5	9.00	58.7
d8	19.37	2.2	744	922	15.6	9.00	58.8
d9	17.36	2	900	952	14.7	9.00	55.5

137.3

Fuente: BEKEART; Diámetros, Bélgica.

3.3 Proceso de troquelado.

(ASKELAND 1998)

“Lo define como troquelado o estampado al conjunto de operaciones con las cuales sin producir viruta, sometemos una lámina plana a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica propia”.

Los procesos de conformado de láminas son operaciones realizadas en láminas, tiras y rollos, realizadas a temperatura ambiente con sistemas de punzones y dados. Algunos de ellas son: operación de corte, doblado y embutido.

El proceso es de alta producción los materiales más usados son láminas de acero y aleaciones ligeras. El troquelado garantiza un producto final con dimensiones exactas, produciendo en altas cantidades todo lo que sea corte.

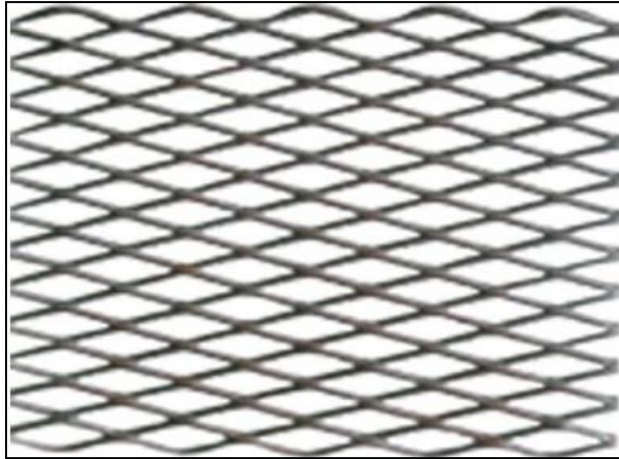
Dentro de este concepto se agrupan diferentes operaciones como:

- El corte.
- El punzonado.
- La conformación.

En el troquelado se cortan láminas sometiéndolas a esfuerzos cortantes, desarrollados entre un punzón y una matriz, se diferencia del cizallado ya que éste último solo disminuye el tamaño de lámina sin darle forma alguna.

El producto terminado del troquelado puede ser la lámina perforada o las piezas recortadas (Ver Figura No. 16).

GRÁFICO 16 Ejemplo de malla expandida.



Fuente: ASKELAND, Donal R.

3.4 Cálculos para el proceso de troquelado.

La fuerza máxima del punzón, F_T , se puede estimar con la ecuación:

FÓRMULA 4 Fuerza de troquelado.

$$F_T = (0.57 S_{ult}) (t) (k)$$

Fuente: ASKELAND, Donal R.

En donde **t** es el espesor de la lámina, **l** es la longitud total que se recorta (el perímetro del orificio), **S_{ult}** es la resistencia última a la tensión del material, y **k** es un factor para aumentar la fuerza teórica requerida debida al empaquetamiento de la lámina recortada, dentro de la matriz. El valor de **k** suele estar alrededor de 1.5.

En el área de Trefilados de la empresa ADELCA C.A., existe una máquina troqueladora de metal expandido llamada BENDER, la cual en la siguiente tabla se detalla sus funciones específicas de trabajo las mismas que pueden ser modificadas dependiendo de la capacidad de producción que se necesite:

TABLA 2 Datos técnicos de fabricación.

TROQUELADORA BENDER	
600	Golpes / min
Longitud de Avance	0.700mm
Contador de Perforaciones en la Lámina	En un rango de 421 hasta 430 siendo variable la posición que finalice.
Estira Tool	0.45mm
Largo	2.21m
Ancho	0.61cm
Tiempo	38 segundos regulados

Fuente: Área de Trefilados ADELCA.

Al someter una lámina metálica sólida al proceso de corte (mediante cuchillas) y estiramiento, da como resultado una malla metálica formada de una sola pieza, sin ningún tejido ni soldadura y con perforaciones uniformes en forma de rombos. A dicha malla metálica se le conoce como metal expandido, en la figura N° 17 se presenta la máquina que elabora este tipo de productos.

GRÁFICO 17 Troqueladora BENDER.



La prensa usada para llevar a cabo estos cambios de forma tiene una mesa estacionaria o platina, sobre la cual se sujeta la matriz. Una corredera guiada o carro, que sujeta el punzón, se mueve hacia arriba y abajo perpendicularmente a la platina. El movimiento y la fuerza del carro son suministrados por un cigüeñal, un excéntrico o a su vez se emplean prensas accionadas hidráulicamente.

Este tipo de máquina garantiza un producto final con dimensiones exactas, produciendo en altas cantidades todo lo que sea corte y proporcionando al 100% un producto de calidad rigiéndose en los estándares de normas de calidad que lo exige la empresa y basándose plenamente en las normas internacionales de calidad de procesos para la fabricación de este tipo de productos.

4 CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA DEL ACERO EN ECUADOR.

(FLACSO 2010)

El acero, producto derivado de uno de los sectores fundamentales del desarrollo económico, la industria siderúrgica constituye una de las bases sobre las que se asienta toda la economía industrial, nace en la segunda mitad del siglo XIX y se desarrolla al máximo nivel durante el siglo XX. Su importancia se refleja en el aumento experimentado en el volumen de su producción en menos de cien años.

En el Ecuador la industria del acero ha tenido un crecimiento muy significativo durante los últimos 30 años. A finales del mes de marzo del presente año el acero incrementó su precio en 15%, lo que al momento, de acuerdo al sector de la construcción, ya suma el 35% de alza desde diciembre del 2007.

Según la Federación Ecuatoriana de Industrias del Metal, el mercado del acero en el mundo se está preparando para un aumento de más de 50% en los precios, como resultado de la fuerte demanda de China y el rezago en el suministro.

Las empresas manufactureras de acero se dedican a la importación, transformación y comercialización de productos de acero como perfiles, planchas, bobinas, flejes, etc., distribuyendo a nivel nacional.

El Ecuador tiene en años normales una demanda de acero de aproximadamente de 1'000.000 de toneladas al año, lo que significa un consumo per cápita de apenas 80 Kilos por habitante, uno de los más bajos del continente americano.

Las necesidades de vivienda, infraestructura, energía, etc., son apremiantes para satisfacer las necesidades de nuestros conciudadanos todas ellas demandan acero en cantidades que no están aseguradas porque dependen en gran medida de materias primas externas.

4.1 *Andec s.a.*

(FLACSO 2010)

Es la primera industria siderúrgica del Ecuador que fabrica y comercializa acero de calidad a nivel nacional. Su cartera de productos se orienta a satisfacer las necesidades del mercado de la construcción.

ANDEC S.A. trabaja con los procedimientos de calidad total y la Normas ISO 90001 – 2000.

4.2 *Adelca c.a.*

Es otra de las industrias pioneras en la fabricación de productos para la construcción basándose primordialmente en el reciclaje de chatarra siendo la fuente de materia prima para la elaboración de sus productos de acero de calidad para el consumo nacional y de exportación a nivel internacional

Los productos y operaciones cuentan con certificaciones ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, y OHSAS 18001:2007, sistemas certificados por Bureau Veritas del Ecuador.

Entre los productos que genera la industria del acero en el Ecuador se encuentra:

- Alambrón.
- Alambre De Púas.
- Alambre Galvanizado.
- Alambre Recocido.
- Alambre Trefilado.
- Ángulo Estructural.
- Barras Cuadradas.
- Barra Redonda Lisa.
- Clavos.
- Grapas.
- Malla De Cerramiento.
- Malla De Tumbado.
- Varilla Trefilada.
- Varilla Sismo Resistentente Recta.
- Varillas Soldadas.

5 ESTUDIO DE TIEMPOS PARA OPTIMIZAR EL PROCESO.

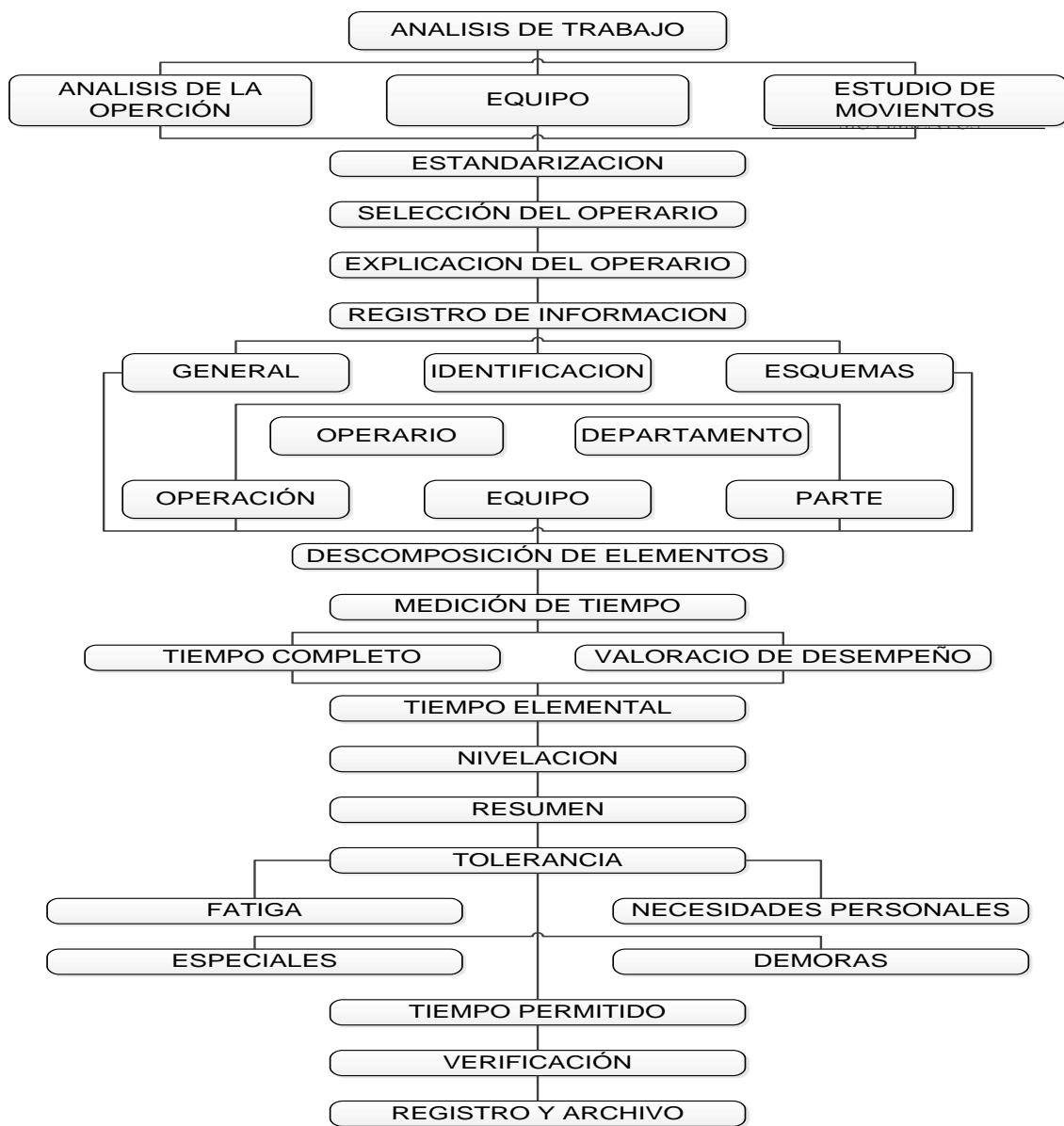
(HODSON, William, (2002)):

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado.

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para obtener un tiempo adecuado en la realización de una actividad. Basada en el establecimiento de estándares de tiempo permitido para realizar una tarea con los suplementos u holguras para fatigas o por retrasos personales e inevitables, y de esta manera resolver problemas relacionados con los procesos o fabricación.

Estas técnicas de organización son utilizadas comúnmente en las empresas debido a que abarcan la información necesaria para el conocimiento del tiempo que se necesita para la ejecución de una actividad, es tan necesario en la industria como lo es para el hombre en su vida social, a medida que se conoce los tiempos de producción se dispondrá eficientemente de los recursos y se conocerá si se puede producir más cuando exista una mayor demanda en los mercados del producto que se fabrica.

GRÁFICO 18 Análisis de trabajo para estudio de tiempos⁹.



⁹ Fuente: Hodson, William K. Maynard Manual del Ingeniero Industrial Tomo I, Editorial McGraw W - EDITORES, S.A. de C.V. Edición 1998. México.

5.1 *Requerimiento del estudio de tiempos.*

(NIEBEL, Benjamín W. (2009)), manifiesta:

Los analistas deben decirle al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada una de estas partes pueden realizar los pasos necesarios para permitir un estudio sin contratiempos y coordinado. El operario debe verificar que está aplicando el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de la operación (pág. 328)

Para realizar un buen estudio de tiempos debe existir un entendimiento entre el analista, representante del sindicato, supervisor y operario. Todo esto con el fin de llevar a cabo un buen proceso, analizando las necesidades, recursos y métodos que serán de gran importancia en el estudio de tiempos, esto por lo general se lo debe realizar para no tener inconvenientes o contratiempos con las personas inmersas dentro del proceso que se va a realizar.

5.1.1 *Equipo a utilizar en la toma de tiempos.*

Es importante para realizar un estudio de tiempos que se cuente con los recursos mínimos necesarios para llevarlo a cabo, se detalla que debe tenerse antes de iniciar.

El equipo mínimo necesario será:

- Un cronómetro
- Formas impresas para estudio de tiempos (Anexo 1)
- Calculadora de bolsillo

Algunos equipos con ventajas, pero que tienen limitaciones según las condiciones o recursos disponibles están:

- Máquinas registradoras de tiempo
- Cámaras cinematográficas
- Equipo de videocinta

Lo más importante en una toma de tiempos no es tanto el equipo utilizado, sino más bien las aptitudes y personalidad del analista de tiempos.

5.1.2 Formas para el estudio de tiempos.

(NIEBEL, benjamín W. (2009)), expresa:

Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma proporciona espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que se estudia, las herramientas utilizadas, etc.

La operación en estudio se identifica mediante información como nombre y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus números respectivos, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo prevalecientes. (pág. 331)

Se registra toda la información pertinente (máquina, dispositivos, materiales, etc.), la cual proporciona los espacios necesarios para registrar la información necesaria sobre el proceso a estudiar, mientras más información se registre más útil será el estudio.

En el registro es favorable obtener la mayor cantidad de datos que corresponde al estudio de tiempos, debido a que con los formatos que se realicen se podrá denotar problemas que este interfiriendo con los procesos productivos, también estos nos podrán servir como referencias para la realización de nuevos registros de datos oportunamente.

5.1.3 Requisitos para la toma de movimientos.

Para que un estudio de tiempos pueda llevarse a efecto debe tomarse en cuenta los siguientes requisitos, esto por supuesto luego de la autorización por parte de gerencia:

- Paciencia y autodominio
- Honradez y honestidad
- Autorización de gerencia
- Tomar en cuenta que el operador domine perfectamente el método utilizado en el proceso de producción.

- Que el método utilizado esté estandarizado en todos los puntos y que sea conocido por todos los integrantes de la estación de trabajo en estudio.
- Tener definidas las condiciones de trabajo
- El analista de tiempos debe involucrarse en los detalles de las operaciones.
- El analista debe asegurarse que el método a utilizar sea el correcto o el más indicado, según las necesidades y condiciones actuales.
- El supervisor debe asegurarse de tener materia prima disponible para evitar que falte en el estudio
- Elegir al mejor operador promedio competente y experto para obtener resultados más satisfactorios
- Informar al operador del estudio y explicar su por qué y a toda aquella pregunta pertinente que solicite el operador en relación con el estudio.
- Todas las partes ser altamente responsables (analista, operador, sindicato, gerencia, supervisor).

Selección del operario

El operario debe ser alguien que tenga las aptitudes físicas necesarias, que posea la requerida inteligencia e instrucción y ha adquirido la destreza y conocimientos generales necesarios para efectuar el trabajo, según las normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad, como regla empírica no es apropiado medir a un operario trabajando con una variación mayor al 25% arriba o abajo del 100%.

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe de Departamento o supervisor en línea. Después revisar el trabajo en operación, tanto jefe como analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado.

Se debe elegir un operario calificado el cual conozca y domine perfectamente el método utilizado en el proceso productivo. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más que el promedio, permitirá tener un estudio más satisfactorio

que el efectuado con el operario poco experto o con uno altamente calificado esto facilitara el estudio con un factor de desempeño correcto.

Es evidente que la selección del operario ser el del más hábil, debido a que desempeñara sus funciones con gran destreza, cooperación, facilitando el trabajo y estará dispuesto a ayudarnos durante todo el proceso, la experiencia será de vital importancia ya que si conoce bien el proceso no tendrá inconvenientes en desarrollarlo a medida que se realiza la tarea.

Calificación del operario

Existen 3 calificaciones de operarios. Una calificación de 85 a 99 para operarios inexpertos, calificación de 100 para operarios de desempeño normal y calificación de 101 a 120 para operarios expertos.

La calificación del operario se determina con base en el criterio de quien califica, que debe asignar una calificación al operario tomando en cuenta su habilidad y desempeño al realizar la operación. Luego de determinar la calificación que se le asigna al operario, se divide dentro de 100 para obtener el factor de desempeño.

Para la toma de tiempos se eligen operarios de desempeño normal, por lo que la calificación es de 100, teniendo un factor de desempeño 1. Este operario debe tener habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia promedio. Por lo general los operarios no superan la calificación de 100 debido a la rotación de puestos y al cambio de los diseños, ya que las piezas de cada diseño se trabajan de distinta forma y constantemente los operarios deben adaptarse a las nuevas operaciones.

5.2 Métodos para el estudio de tiempos.

5.2.1 Método de regreso a cero.

NIEBEL, Benjamín W. (2009), manifiesta.

En el método de regreso a cero los valores del elemento transcurrido se leen directamente, no se necesita tiempo para realizar las restas sucesivas, como en

método continuo. Así la lectura se puede registrar directamente en la columna de tiempo observado. También se puede registrar de inmediato los elementos que el operario realiza en desorden sin una notación especial. (pág. 337)

El **cronometraje de regreso a cero** permite cronometrar cada una de las tareas existentes en el proceso, es decir, al acabar cada elemento se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento o proceso siguiente. Se deben agregar todos los elementos que se anotaron durante el transcurso del tiempo total este método es el más rápido debido a que se registran directamente los datos obtenidos.

El método de regreso a cero tiene ventajas como desventajas en comparación a la técnica del método continuo. Algunos analistas creen que los estudios en los que predominan los elementos largos se adaptan mejor a las lecturas con regreso a cero mientras que los estudios de ciclo corto se adaptan mejor al método continuo.

5.2.2 Método continuo.

NIEBEL, Benjamín W. (2009), manifiesta:

El método continuo para el registro de valores elementales es superior al de regreso a cero por varias razones. Lo más significativo es que el estudio resultante presenta un registro completo de todo el período de observación; como resultado complace al operario y al sindicato. El operario puede ver que no se dejaron tiempos fuera del estudio y que se registraron todos los retrasos y elementos extraños. (pág. 337)

Este método consiste en cronometrar el tiempo de ciclo de todo el proceso productivo sin dejar fuera todos los retrasos o elementos extraños que se presenten dentro del estudio, después de que se han completado las observaciones, los tiempos de los elementos individuales se calculan por una serie de restas, en si este método conlleva más trabajo pero es el más efectivo y solicitado por las empresas en el cual se realiza estos estudios debido a que es más factible.

5.3 Pasos para el estudio de tiempos.

Se debe familiarizar con la técnica de la toma de tiempos además la persona que observa debe colocarse de tal forma que no interrumpa las actividades del operario para que desarrolle libremente sus trabajos, no se debe discutir con la persona observado, la toma de tiempos debe ser llevada a cabo con el conocimiento de la persona a observar.

Para resumir, los pasos para realizar y calcular un estudio de tiempos típico son los siguientes.

1. Sincronizar el cronometro con el reloj maestro y registrar el tiempo de inicio.
2. Caminar a la operación e iniciar el estudio. La lectura al inicio es el tiempo transcurrido antes del estudio.
3. Calificar el desempeño del operario mientras se lleva a cabo el elemento y registrar la calificación sencilla o la calificación promedio.
4. Activar el cronometro al inicio del siguiente elemento. Para el tiempo continuo y para tiempos con regreso a cero, introducir la lectura del tiempo observado.
5. Para un elemento extraño, registrar los tiempos en la sección de elementos extraños.
6. Una vez cronometrados todos los elementos, detener el cronometro en el reloj maestro y registrar el tiempo de terminación.
7. Registrar la lectura como el tiempo transcurrido después del estudio (TTDE).
8. Sumar 2 y 7 para obtener el tiempo de verificación.

Tiempo de verificación = (TTAE + TTDE)

9. Restar 6 menos 1 para obtener el tiempo transcurrido.

Tiempo transcurrido = (T terminado – T inicio).

10. Calcular el tiempo normal multiplicando el tiempo observado por la calificación.

$TN = (TO * CALIF)$

11. Sumar todos los tiempos observados y los tiempos normales para cada elemento.

Encontrar el tiempo normal promedio.

12. Sumar todos los TO (tiempo observado) totales para obtener el tiempo efectivo.

13. Sumar todos los elementos extraños para obtener el tiempo no efectivo.

14. Sumar 8, 12 y 13 para obtener el tiempo registrado total.

Tiempo registrado total = (TV + TE + TnoE).

15. Restar 9 menos 14 para obtener el tiempo no contado. Usar el valor absoluto. (la diferencia puede ser negativa o positiva, y se desean números positivos.)
16. Dividir 15 entre 9 para obtener el error porcentual de registro. Se espera que este valor sea menor a 2%.

5.3.1 Registro y análisis del proceso.

Con el registro y análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos y además lograr la mejor distribución posible de la maquinaria y área de trabajo dentro de la planta.


Para lograr este propósito, la simplificación del trabajo se ayuda de dos diagramas que son:

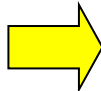




- Diagrama de procesos.
- Diagrama de flujo o circulación.

5.4 Diagrama de procesos.

Es una representación gráfica de los pasos que se sigue en toda la secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo a una naturaleza; incluye, además toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos consta de la clasificación siguiente.

TABLA 3 Acciones de un proceso.

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.	

Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.	
Demora	Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenaje	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad Combinada	Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación o inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.	


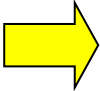



Fuente: García Criollo, Roberto. Estudio de trabajo. Ingeniería de Métodos, Editorial McGraw-Hill INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. Ediciones 1998. México.

5.4.1 Diagrama de procesos de flujo.

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, almacenes, inspecciones y demoras que se presentan en el proceso, incluyendo información necesaria para el análisis, como tiempo requerido y distancia recorrida.

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquina, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

TABLA 4 Simbología a emplearse.

Actividad	símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o se realiza algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad de un producto
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales

Fuente: García Criollo, Roberto. Estudio de trabajo. Ingeniería de Métodos, Editorial McGraw-Hill INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. Ediciones 1998. México.

5.4.2 Diagrama de recorrido.

El diagrama de recorrido se utiliza para complementar al análisis del proceso, se traza tomando como base un plano a escala de la fábrica, a veces esta información es útil para desarrollar un nuevo método, pues mediante este podemos observar u obtener información: como. Existencia de suficiente espacio, que distancia de transporte puede acortarse y visualizar aéreas de almacenaje, estaciones de inspección y los puntos de trabajo.

5.5 Tolerancias.

El libro Maynard: Manual del Ingeniero Industrial Tomo I, por Hodson William (2009), manifiesta que:

La tolerancia es "el valor o porcentaje de tiempo mediante el cual se aumenta el tiempo normal, para la cantidad de tiempo improductivo aplicada, para compensar las causas justificables o los requerimientos de normas generales que necesita un tiempo de desempeño que no se mide en forma directa para cada elemento o tarea".

Es un aspecto muy controvertido, debido a que depende de los elementos, no son negociables con los trabajadores y si son poco realistas puede invalidar el tiempo estándar.

Lo ideal es obtener los datos que se registran en la empresa en aspectos como necesidades personales, fatiga, demoras, etc. Existen clasificaciones principales de tolerancias, a saber:

Necesidades personales: tomar agua, usar servicios sanitarios, etc. Se recomienda emplear 5 %, que equivale a 24 minutos en una jornada de 8 horas.

Fatiga: corresponde a disminución de la capacidad de ejecución de un trabajo por causas físicas y psicológicas, producidos por factores como cantidad de luz, temperatura, humedad, ruido, salud, edad, dieta, etc.

En general se recomienda 4 % sobre el tiempo normal, sin embargo puede pasar de valores que van desde 2 % (estar de pie) a 22 % (empleo de fuerza muscular al levantar 60 libras).

Demoras evitables: se originan por interrupciones, irregularidad de materiales, interferencias de máquinas, etc. Estos se calculan por muestreo de trabajo. Demoras evitables: son causa de actividades como visitas a otros empleados, ociosidad, fumar o comer en horas de trabajo, etc.

Extraordinarias: situaciones especiales que rara vez se presentan en el trabajo.

5.6 *Balances de líneas.*

El Balanceo de líneas consiste en la agrupación de las actividades secuenciales en los centros de trabajo, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano

de obra y equipo y de esa forma reducir o eliminar el tiempo ocioso, el libro Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, por Niebel Benjamín W, (2009), manifiesta:

El problema de determinar el número ideal de operadores que se deben asignar a una línea de producción es análogo al que se presenta cuando se desea calcular el número de operadores que se deben asignar a una estación de trabajo; el diagrama de procesos de grupo resuelve ambos problemas.

Quizá la situación de balanceo de línea más elemental, que se encuentra muy a menudo, es uno en el que varios operadores, cada uno de los cuales lleva a cabo operaciones consecutivas, trabajan como si fueran uno solo. En dicha situación, la velocidad de producción depende del operador más lento. Aquellos operadores que, a causa del trabajo más lento, tienen que esperar cierto tiempo, casi nunca darán la impresión de esperar, porque ellos a su vez reducirán el tiempo de sus movimientos, hasta llenar el número de minutos estándar, que les concede el operador más lento.

La eficiencia de la línea puede calcularse como la relación entre la cantidad de minutos reales y el total de minutos estándares permitidos, es decir

$$E = \frac{\sum_1^n SM}{\sum_1^n AM} * 100$$

Donde:

- E = Eficiencia
- SM = Minutos estándar por operación
- AM = Minutos estándar permitidos por operación

El número de operadores necesarios para fijar la velocidad de producción requerida puede calcularse mediante.

$$N = R * \quad AM = R * \frac{SM}{E}$$

Donde:

- N = Número de operadores necesarios en la línea
- R = Velocidad de producción que se desea

Para identificar la operación más lenta, dividimos el número estimado de operadores, entre los minutos estándar asignados a cada una de las operaciones.

$$\frac{\text{Trabajadores} * 60\text{minutos}}{\text{minutos estandar}} = \text{piezas dia}$$

El, analista posteriormente, calcula el ritmo de producción mediante el uso de la expresión.

$$\text{Producción diaria} = \frac{\text{minutos} \text{ dias trabajados}}{\text{tiempo del ciclo del sistema}(\text{minutos} \text{ unidad})}$$

5.7 Estudio de movimientos.

NIEBEL, Benjamín W. (2009), manifiesta:

El estudio de los movimientos implica el análisis cuidadoso de los movimientos corporales que se emplean para realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes. A través del estudio de los movimientos en conjunto con los principios de la economía de movimientos, el trabajo puede diseñarse para que incremente su eficiencia y genere un elevado índice de producción. (pág. 114)

El estudio de movimientos y el de macro movimientos se utilizan para analizar cuidadosamente los movimientos del cuerpo humano al hacer un trabajo el objetivo de este estudio es eliminar los movimientos ineficientes los que retrasan el desempeño de las personas en sus actividades y ayudan al desarrollo de un centro de trabajo eficiente.

5.7.1 Principio de economía de movimientos.

(NIEBEL, Benjamín W. (2009)), expresan:

Aparte de la división básica de los movimientos, hay los principios de la economía de movimientos, los cuales también fueron desarrollados por Gilbreth y complementados por Ralph Barnes. Estas leyes son todas aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas, aplicación y uso del cuerpo humano; arreglo del área de trabajo y diseño de herramientas y equipos.

5.7.2 Aplicación y uso del cuerpo humano.

Las dos manos deben empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo, y no deben estar ociosas al mismo tiempo, excepto en períodos de descanso. Los movimientos de los brazos deben hacerse simultáneamente en direcciones opuestas y simétricas.

Los movimientos de las manos deben ser confinados a su rango más bajo, pero sin perjudicar la eficiencia del trabajo realizado. El trabajador debe aprovechar, en cuanto sea posible, el impulso que pudiera traer el material sobre el que trabaja y evitar el comunicárselo o retirárselo con esfuerzo muscular propio.

Se debe preferir que los movimientos de las manos sean suaves y continuos y nunca en zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección. Los movimientos libres son más fáciles, rápidos y precisos, que aquellos rígidos, fijos o controlados. El ritmo es esencial al realizar una operación manual de manera suave y automática, procurando, en cuanto sea posible, adquirirlo en forma natural y fácil.

5.7.3 *Diseño de herramientas y equipo.*

Siempre que sea posible, deben usarse guías, sostenes o pedales para que las manos realicen más trabajo productivo. También se debe procurar que dos o más herramientas se combinen en una y que junto con los materiales queden en posición previa a su uso.

En un trabajo tal como el de escribir a máquina, en que cada dedo desarrolla un movimiento específico, la carga deberá ser distribuida de acuerdo a la capacidad inherente a cada uno. Los mangos como los usados en desarmadores grandes y manivelas, deben diseñarse para permitir que la mano entre en contacto lo más que sea posible con la superficie. Esto es importante cuando al usarlo se ejerce fuerza. Por otro lado, las palancas, los travesaños y manivelas, deben colocarse en tal posición, que permita manejarlas con el menor cambio de postura del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica.

5.7.4 *Cinco clases generales de movimientos.*

Debe considerarse que, para lograr un efectivo aprovechamiento del lugar de trabajo, es importante que los movimientos efectuados por el operario sean los que menos lo fatigan.

Es conveniente, por lo tanto, relacionar las zonas de trabajos normales y máximas con las siguientes clases de movimientos.

1. Movimiento en los que sólo se emplean los dedos de la mano.
2. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos y la muñeca.
3. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos, la muñeca y el antebrazo.
4. Movimientos en los que sólo se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo y el brazo.
5. Movimientos en los que se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo, el brazo y el cuerpo.

6. Cuando los movimientos efectuados para llevar a cabo una operación pertenecen a las tres primeras clases, se obtendrán mayores ventajas.

5.7.5 Movimientos básicos.

Los Gilbreth concluyeron que todo trabajo ya sea productivo o no se realiza mediante el uso de 17 movimientos básicos llamados “therbligs” estos pueden ser eficientes e ineficientes, los primeros estimulan el progreso del trabajo y pueden ser acortados pero no se pueden eliminar por completo, los therbligs ineficientes no representan un avance en el proceso de trabajo y deben eliminarse aplicando la economía de movimientos.

Las diecisiete divisiones básicas pueden clasificarse en therbligs eficientes (o efectivos) y en ineficientes (o inefectivos). Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Los therbligs de la segunda categoría no hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de la operación y del estudio de movimientos.

Una clasificación adicional divide a los elementos de trabajo en físicos, mentales, objetivos y de retraso. Idealmente, un centro de trabajo debe contener sólo therbligs físicos y objetivos.

- **Mentales:** buscar, seleccionar, posicionar, inspeccionar y planear.
- **Retardos:** retraso evitable, retraso inevitable, descansar y Parar.
- **De naturaleza física o muscular:** alcanzar, mover, liberar, sujetar o tomar y pre posicionar.
- **De naturaleza objetiva o concreta:** utilizar, ensamblar y desensamblar.

TABLA 5 Therbligs eficientes.

Therbligs	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	“Mover” la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por “Sujetar”
Mover	M	“Mover” la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar” o “Posicionar”
Sujetar o tomar	G	“Cerrar” los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por “Mover”
Liberar	RL	“Soltar” el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
Pre posicionar	PP	“Posicionar” un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior, por lo general ocurre en conjunto con “Mover”, como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	“Manipular” una herramienta para el uso para el que fue diseñado; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	“Unir” dos partes que embonan; por lo general es precedido por “Posicionar” o “Mover” y seguido por “Liberar”

Desensamblar	DA	Es lo opuesto a “Ensamblar”, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar”
---------------------	-----------	--

TABLA 6 Therbligs ineficientes.

Therbligs	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en que los ojos se dirigen o se mueven en un intento de localizar un objeto.
Seleccionar	SE	“Seleccionar” Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza entre dos o más semejantes.
Posicionar	P	“Orientar” un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por “Mover” y seguido por “Liberar”. (en oposición a durante en Pre posicionar)
Inspeccionar	I	“Comparar” un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podrían ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	“Pausar” para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que procede a “Mover”

Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

Fuente: Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Editorial McGraw-Hill INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. Duodécima edición 2009. México.

Realizado: Carlos Carranza.

5.7.6 Diagrama de procesos bimanual.

Conocido también como el diagrama de procesos del operario, muestra los movimientos y retrasos de la mano derecha e izquierda, el libro de Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, por Niebel benjamín W. (2009), manifiesta:

Este diagrama muestra todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derechas e izquierdas y las relaciones que existen entre ellos.

El propósito del diagrama de procesos de bimanual es identificar los patrones de movimiento ineficientes y observa las violaciones a los principios de la economía de movimientos. Este diagrama facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos así como

un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a niveles mínimos (pág. 116)

Este diagrama muestra los movimientos realizados para la mano izquierda y para la mano derecha, indicando la relación entre ellas, principalmente estudiara las operaciones repetitivas las que serán registradas en un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utiliza en el diagrama de procesos pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarque más detalles.

5.7.7 Guías para la construcción de diagrama bimanual.

(GARCIA CRIOLLO 2009)

El diseño del diagrama deberá comprender el espacio en la parte superior para la información habitual; un espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo y la información que se considere necesaria como número de parte, número de plano, descripción de la operación o proceso, fecha de elaboración, nombre de la persona que lo elabora, etc.; también se debe considerar espacio para los movimientos de ambas manos y para un resumen de movimientos y análisis del tiempo improductivo.

Al elaborar diagramas es conveniente considerar los siguientes aspectos:

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2. Registrar una sola mano cada vez.
3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4. El momento de recoger o hacer otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presenta para iniciar las operaciones, conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la segunda mano.
5. Registrar las acciones en el mismo renglón cuando tiene lugar al mismo tiempo.

6. Las acciones que tiene lugar sucesivamente deben registrarse en reglones distintos. Verifíquese si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
7. Procure registrar todo lo que hace el operario y evitar combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurra realmente al mismo tiempo.

5.8 Productividad.

Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

(BAIN, David. (1990)), manifiesta:

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 cumplir los resultados específicos deseables (pág. 3)

Productividad es la relación entre la producción adquirida por un sistema de producción o servicios y los recursos usados para obtenerla, por lo que esta se define de los recursos. Una productividad mayor significa la obtención de la misma cantidad con menos recursos o el logro de una mayor producción en volumen y cantidad con los mismos insumos.

La productividad va en relación a los estándares de producción. Si se mejoran estos estándares, entonces hay un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad expresado matemáticamente como:

$$P = \frac{\text{producción}}{\text{recursos}}$$

5.8.1 Importancia de incrementar la productividad.

(BAIN, David. (1990)), expresa:

Los principales beneficios de un mayor incremento de la productividad son, en gran parte, del dominio público: es posible producir más en el futuro, usando los mismos o menores recursos, y el nivel de vida puede elevarse. El futuro pastel

económico puede hacerse más grande mejorando la productividad, con lo cual a cada uno de nosotros nos tocará un pedazo más grande del mismo. (pág. 4)

La productividad es el resultado que obtiene la empresa y su personal al trabajar con calidad e incluye, además de las legítimas utilidades a que puedan aspirar como resultado de su esfuerzo, mejoramiento de sus condiciones de vida, lo que constituye la medida real este logro y el impacto que produce su operación en la sociedad a la que sirve. Con base en lo anterior, se puede considerar por productividad “el beneficio integral que obtiene la empresa y su personal al satisfacer las necesidades de sus clientes y contribuir al resultado social y económico del país”.

5.8.2 Factores que afectan a la productividad.

Métodos y equipos: una forma de mejorar la productividad consiste en realizar un cambio constructivo en los métodos, los procedimientos o los equipos con los cuales se llevan a cabo las actividades. Ejemplos:

- La automatización de los procesos manuales.
- Eliminar el tiempo de espera mientras alguien o algo llega a una estación de trabajo para la continuación de la actividad.

Utilización de la capacidad de los recursos: la distribución adecuada de los espacios y aprovechamiento de los medios con los que se cuenta, equipara con la cantidad de trabajo que se realiza.

- Aprovechar la instalación y maquinaria con dos o tres turnos y no solo con uno.
- Cumplir con el nivel de servicios a los clientes para cumplir con sus objetivos.

Niveles de desempeño: la capacidad para obtener y mantener esfuerzo por parte de todos los empleados, es una gran oportunidad para mejorar la productividad.

- Explotar la experiencia adquirida por parte de empleados de mayor antigüedad.
- Fortalecer y fomentar el trabajo en equipo.

- Motivar a los empleados para que adopten como propias las metas de la organización.
- Capacitar constantemente a los empleados.

5.8.3 Tipos de productividad.

Son considerados de forma general dos tipos: como productividad laboral y como productividad total de los factores.

La productividad laboral es el aumento o disminución de rendimientos, originado en la variación de cualquiera de los factores que intervienen en la producción: trabajo, capital o técnica entre otros.

Se relaciona con el rendimiento del proceso económico medio en unidades físicas o monetarias, por la relación entre factores de empleados y productos obtenidos. Es uno de los términos que define el objetivo del subsistema técnico de la organización. La productividad en las máquinas y equipos está dada de sus características técnicas.

5.8.4 Factores que intervienen para la mejora de la productividad.

La mejora de la productividad también se obtiene innovando en:

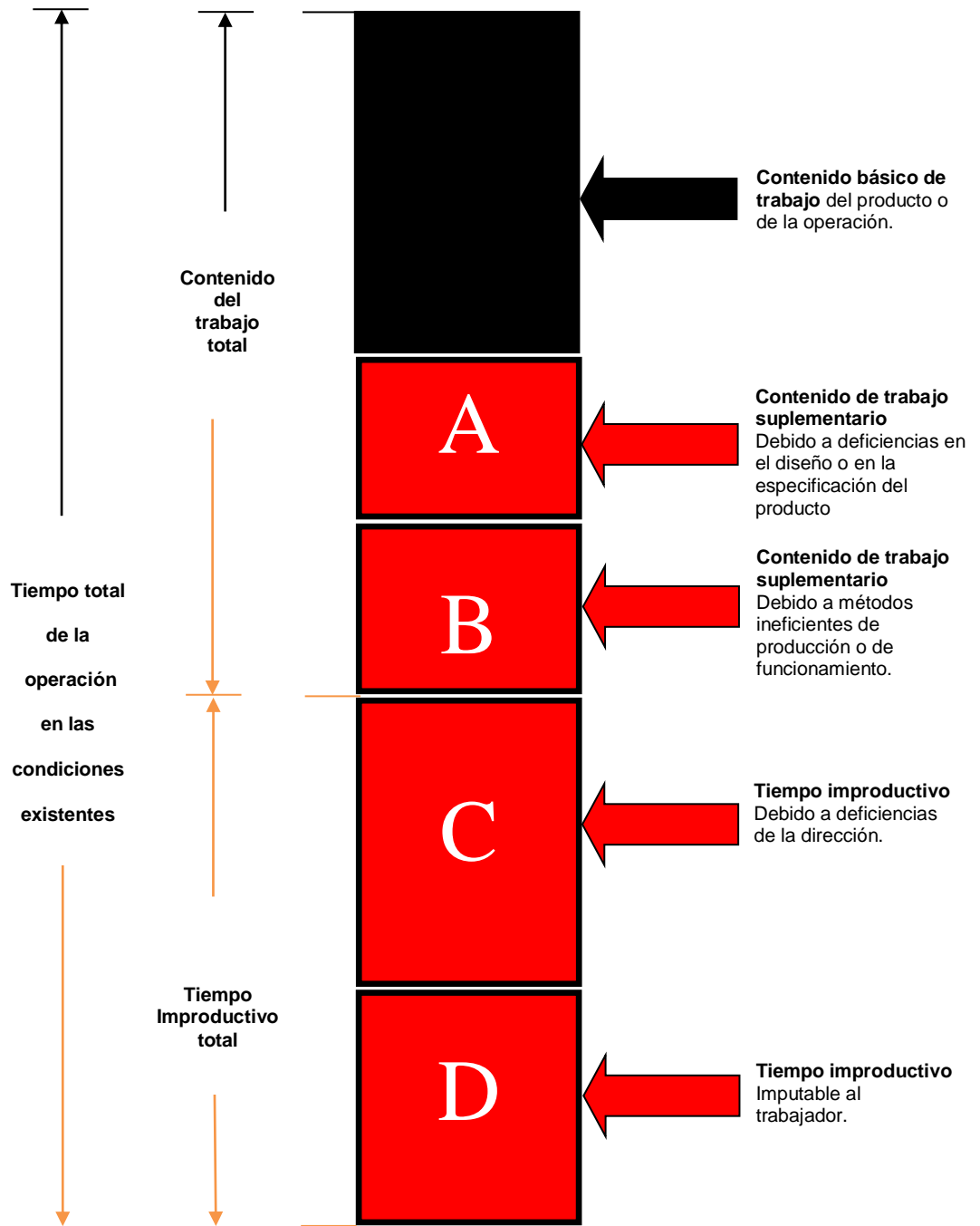
- Diseño adecuado de estaciones de trabajo.
- Tecnología adecuada al proceso.
- Calidad del producto y proceso.
- Utilización óptima (Instalaciones, Materias primas, Talento humano).
- Métodos y tiempos.
- Planificación.
- Rediseño de productos.
- Diseño y rediseño de herramientas y equipos.

5.8.5 Causas que afectan la productividad.

Según puede verse en la figura 19, el tiempo total consumido en la operación en las condiciones existentes es mayor que el contenido básico del trabajo por

causas que o bien alargan el tiempo de ejecución (tiempo productivo) o bien originan tiempo improductivo (se consume tiempo y no se produce nada).

GRÁFICO 19 Cómo se descompone el tiempo de fabricación¹⁰.

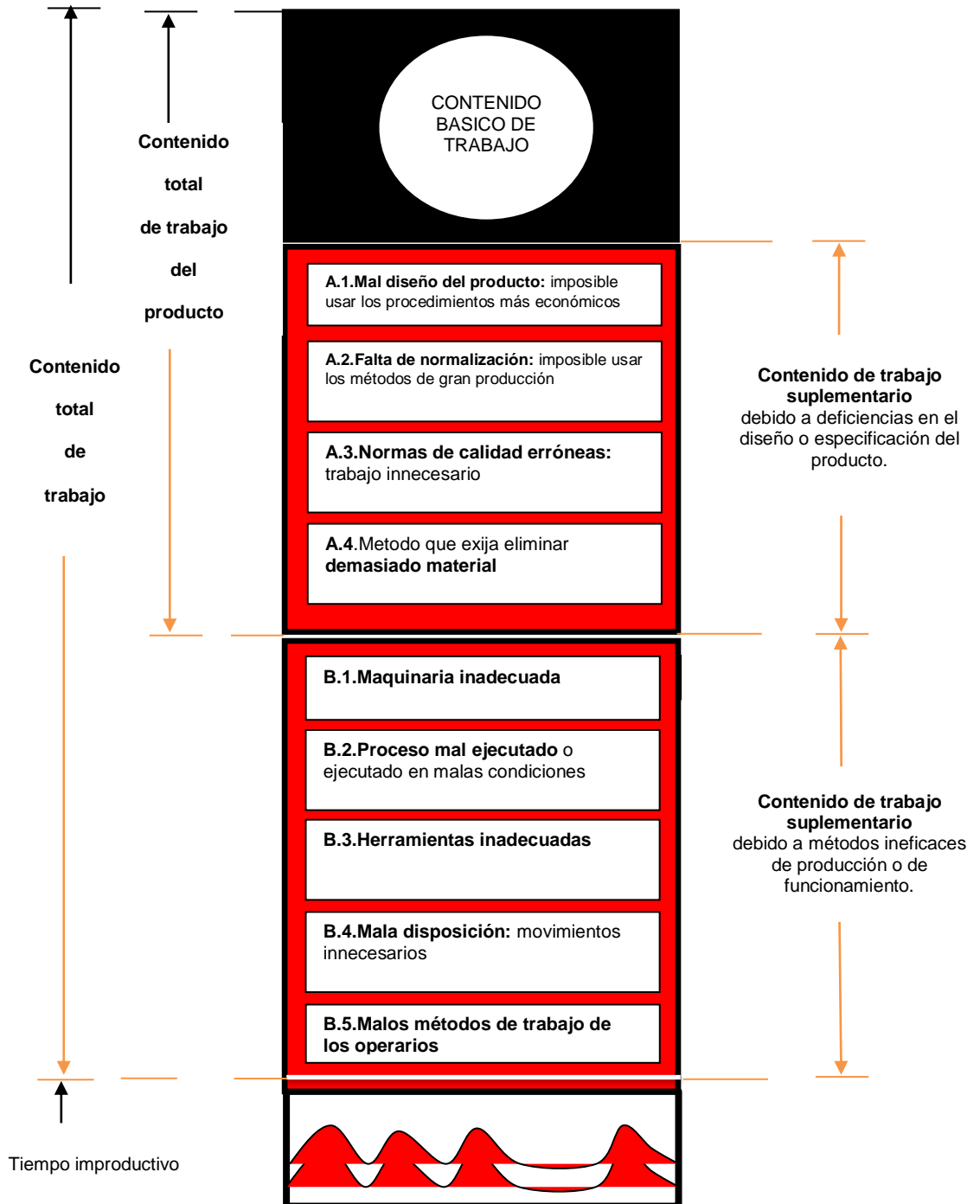


¹⁰ VOLLMANN, T.: Planeación y Control de la producción. Administración de la cadena de suministros.

5.8.6 Métodos ineficaces de producción.

Una de las primeras medidas para aumentar la productividad y reducir los costos del producto, es suprimir aquellas características que tiendan a incrementar el contenido de trabajo sin que ello suponga una pérdida de “valor”.

GRÁFICO 20 Causas que alargan el tiempo de producción.



La utilización de métodos ineficaces de producción o funcionamiento dan lugar a un incremento del tiempo productivo requerido para la realización de la operación por las siguientes causas:

1. Si se utiliza una máquina de un tipo o tamaño inadecuado cuyo volumen de producción sea inferior al apropiado. Ejemplo: la utilización de una máquina de pequeña potencia en operaciones que requieren eliminar mucho material.
2. Si el proceso no funciona adecuadamente, es decir, si la velocidad, el avance, las revoluciones, la temperatura o demás condiciones que se fijan no permiten obtener de la máquina o herramientas empleadas el máximo rendimiento.
3. Si se utilizan herramientas inadecuadas.
4. Si la distribución en planta de la fábrica o lugar de trabajo da lugar a desplazamientos innecesarios con la consiguiente pérdida de tiempo.
5. Si los métodos de trabajo del operario le obligan a realizar acciones innecesarias o el empleo de medios inadecuados alarga el tiempo básico de trabajo.

Como puede verse, todos los elementos que constituyen el contenido de trabajo suplementario pueden ser imputables a deficiencias de dirección, incluidos los malos métodos de trabajo de los operarios, si se deben a que la dirección no se ocupó de forma debida a su personal.

5.8.7 Incremento de la productividad.

Todo se evidencia en la fórmula de incrementar el numerador y dejando constante el denominador (constante el material empleado), encontrando la productividad global que es el objeto.

$$\text{Mayor Productividad} = \frac{\text{Mayor producción.}}{\text{Igual cantidad de materiales empleados.}}$$

Otra opción es el decremento del denominador, por ejemplo el factor de los valores empleados, se disminuye utilizando menos factores o consiguiendo unos factores más baratos. También se podría dar la combinación de estas dos formas¹¹.

$$\text{Mayor Productividad} = \frac{\text{Igual producción.}}{\text{Menor cantidad de materiales empleados.}}$$

$$\text{Mayor Productividad} = \frac{\text{Mayor producción.}}{\text{Menor cantidad de materiales empleados.}}$$

Desde una perspectiva temporal la mejora de la productividad se puede hacer a largo plazo, medio plazo y corto plazo.

¹¹ www.monografias.com Incremento de la productividad.

CAPITULO II

1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE RECOGIMIENTO DE MALLA EXPANDIDA.

1.1 Características generales de la empresa.

1.1.1 Razón social.

La empresa se denomina con el nombre de “ACERÍA DEL ECUADOR ADELCA C.A.”

1.1.2 Actividad.

La empresa realiza actividades relacionadas directamente con la fabricación de materiales para la construcción derivados del acero.

1.1.3 Reseña histórica de la empresa.

ACERÍA DEL ECUADOR C.A. (ADELCA), es una empresa con una larga trayectoria desde 1963, donde un grupo de empresarios ecuatorianos asumieron el reto de entregarle al país una industria del acero, que en forma técnica y económica, cubriera las necesidades del sector de la construcción y afines.

Desde su creación, siempre ha mantenido una permanente innovación en sus sistemas de producción y en los servicios prestados a sus clientes, siendo necesario reinvertir sus beneficios, con la finalidad de dotarle a la empresa de una tecnología avanzada y personal capacitado.

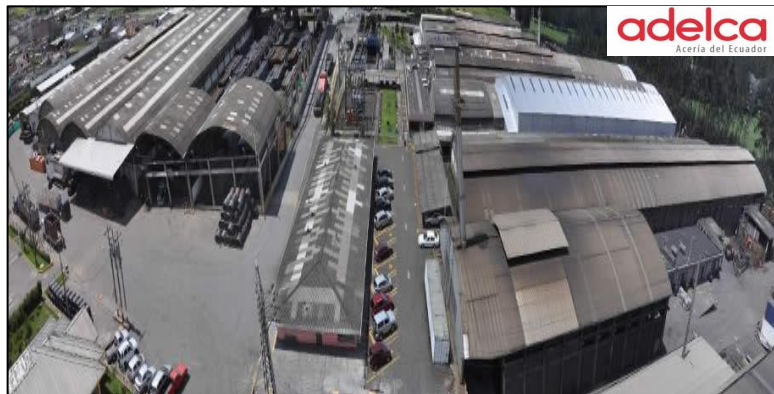
1.1.4 Dedicación.

ADELCA, es una de las empresas de mayor capacidad de producción de productos de acero laminados y trefilados en el Ecuador, con una capacidad anual de producción de 180 mil toneladas anuales de productos de acero terminado. En virtud de la creciente demanda de productos de y para sustituir la importación de palanquillas de acero, ha ampliado la capacidad de producción instalando junto a los galpones ya existentes una planta de fundición de chatarra ferrosa para la elaboración de palanquillas de acero. De esta forma se adaptó una producción en serie.

1.1.5 Ubicación geográfica.

Acería del Ecuador C.A. está ubicado en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia de Alóag, Vía Alóag, Sto. Domingo Km.1 1/2.

GRÁFICO 21 Ubicación Geográfica.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

1.1.6 Objetivos.

- Incrementar la participación en el mercado.
- Incrementar el nivel de satisfacción del cliente.
- Implementar políticas de Manejo Integrado de Desechos.
- Implementar políticas de prevención de la contaminación acorde con prácticas actuales aceptadas.

- Mejora Continua con base en la investigación de Incidentes y Accidentes Comunicación y Capacitación.

1.1.7 Misión.

Líderes en el reciclaje para la producción de acero, con excelencia en el servicio, calidad, tecnología, sistemas de gestión, recursos humanos, seguridad industrial, protección ambiental y responsabilidad social.

1.1.8 Visión.

Siempre pensando en el CLIENTE, con el mejor servicio y los mejores productos de acero.

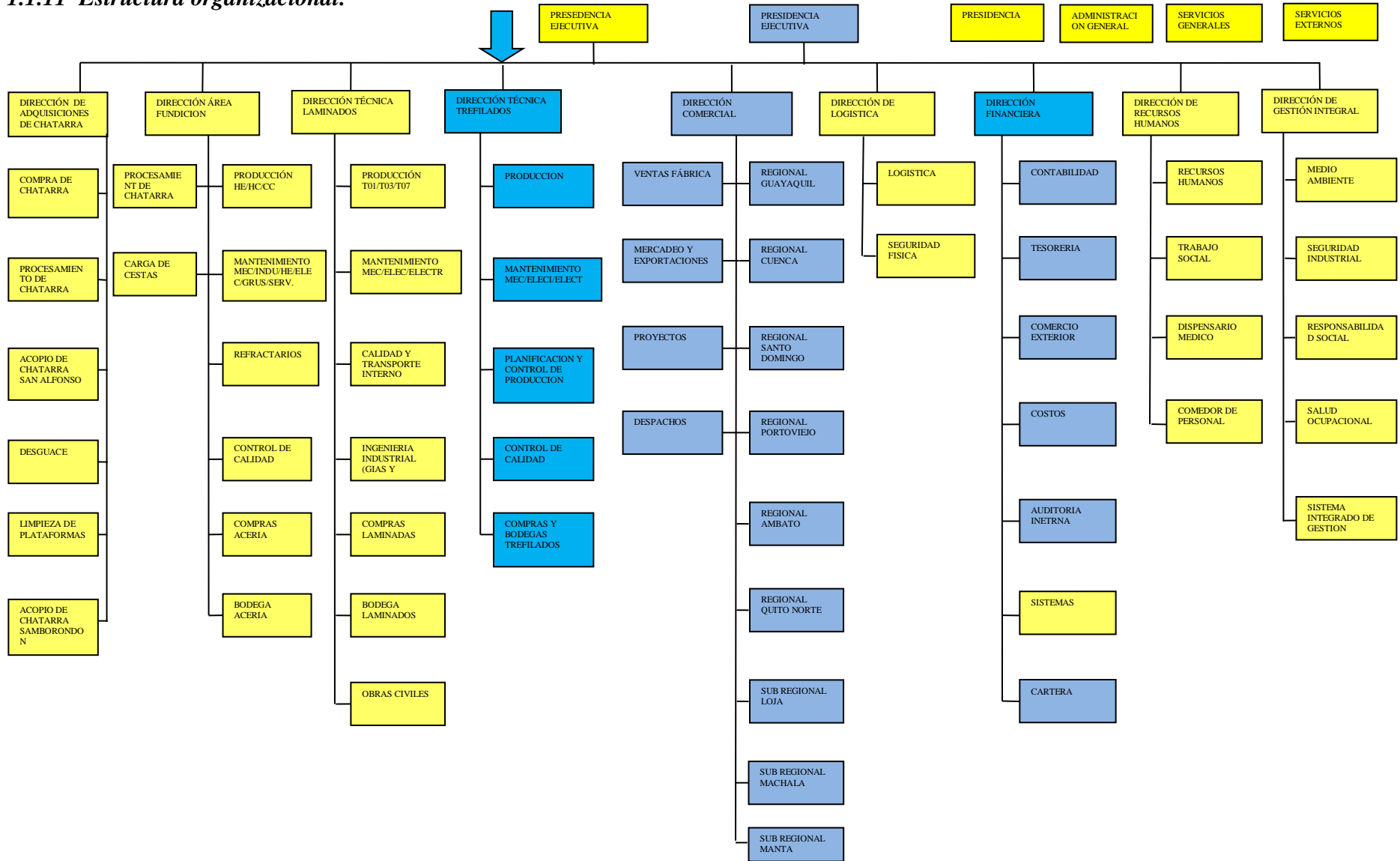
1.1.9 Valores.

- El cliente es lo primero.
- Transparencia y ética en todos nuestros actos.
- Compromiso con la calidad y la productividad.
- Mejoramiento continuo.
- Trabajo en equipo.

1.1.10 Política integrada de gestión.

ADELCA, empresa ecuatoriana que recicla y fabrica acero con eficiencia, calidad y tecnología, establece dentro de sus prioridades de negocio: la satisfacción al cliente, la seguridad y la salud de sus colaboradores, la conservación y preservación del ambiente y el compromiso de responsabilidad social, comprometiéndonos a trabajar en equipo e involucrándonos con la mejora continua de los procesos, con el respaldo de nuestra gente capacitada, respetuosa y honesta, protegiendo el entorno y cumpliendo las leyes aplicables a la empresa.

1.1.11 Estructura organizacional.



1.1.12 Tipología organizacional.

La Empresa Acerías del Ecuador ADELCA C.A; posee una estructura organizacional de tipo vertical donde la delegación de las autoridades será de arriba hacia abajo, en donde los lineamientos de la empresa está en función de nivel de presidencia y los gerentes departamentales.

Esta estructura está reflejada en el manejo de funciones y en la existencia de una especialización ocupacional.

1.2 Proceso actual de malla expandida.

El proceso actual de recogimiento de malla es el siguiente:

1.2.1 Caracterización del proceso actual.

Responsable: Jefe de producción del área de trefilados

Cantidad de operarios: 3 trabajadores por turno

Tiempo (unidades* 8 horas): 511.37 min.

Cantidad de rollos o paquetes: 10 unidades

Tamaño de la malla: 610 x 2210 mm

1.2.2 Procedimiento.

La longitud del panel a fabricarse se calibra mediante la programación del contador de malla.

Una vez que en el panel se ha cortado el número de celdas programadas, es decir cuando el contador de malla llega a cero, la maquina corta automáticamente el panel en la longitud deseada.

El control y registro de la cantidad producida de malla expandida se detallan en el procedimiento, planificación y control de la producción.

La malla expandida obtenida del proceso de fabricación se controla internamente como se detalla en el proceso de control de calidad (ANEXO 2). En caso de que el producto no cumpla los requisitos o parámetros establecidos se procede de acuerdo al procedimiento Control de producto no conforme (ANEXO 3) y conforme cumpla con todas las especificaciones de control de calidad el producto pasa a la fase final que es el recogimiento de malla.

Los rollos fabricados se colocan 80 rollos por pallets en este proceso se fabrican 23 rollos por turno de 8 horas al final se sujeta con alambre y plástico en el pallet.

1.2.3 Descripción del proceso.

Se inicia mediante un proceso de incisión y estiramiento. Su alta resistencia y ligereza, así como su agradable aspecto, hace que esté muy extendida, empleándose para protecciones en la industria, blindaje para cercados, construcción (soporte de revocos, armaduras para cemento, etc.), revestimientos termoaislantes, filtros extractores, elementos decorativos en arquitectura.

GRÁFICO 22 Malla Expandida ADELCA.



Fuente: ADELCA.

(MORRAL 1985)

Se forman a partir de una sola pieza de metal y se obtendrá un producto sin filamentos ya sean por soldadura o piezas sueltas, resistentes al peso, con

un excelente agarre y antideslizantes. Fenómenos físicos como la electricidad, el flujo magnético y el calor pueden circular a través de ellas debido a la conexión continua entre todas sus hojas y no se presentan interrupciones por soldadura.

Por la naturaleza y proceso de fabricación las mallas expandidas tienen diversos usos y aplicaciones en diversos sectores como la construcción, agricultura, porcicultura, entre otros.

1.2.4 Aplicaciones.

Mallas a disposición de la era contemporánea, caracterizada por una amplia gama de transparencias diseños y materiales. Utilizadas habitualmente para la realización de estructuras nuevas, también es un instrumento eficaz en proyectos de recuperación de edificios existentes.

La envoltura creada por la utilización de estas Mallas representa un instrumento flexible de percepción de los volúmenes situados detrás, que corresponde a exigencias funcionales o decorativas.

Es un producto rígido y resistente que puede ser manipulando y procesado fácilmente.

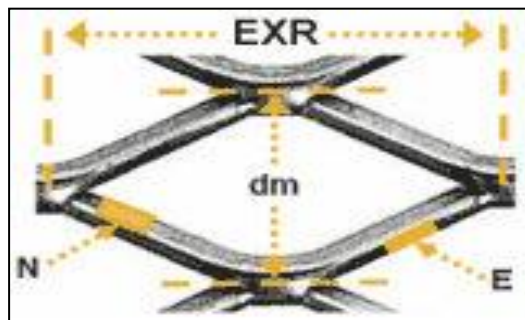
Usos:

- Rampas
- Escalones
- Guardas de seguridad
- Tamices para granos
- Paneles de Secado
- Filtros
- Paneles solares
- Decoración
- Estanterías
- Contenedores industriales

En la empresa ADELCA, se producen diferentes perforados de acuerdo a las necesidades del cliente en un proceso rápido y preciso con un número considerable de perforaciones por golpe, resultando el modo más eficiente y económico para fabricar este material.

1.2.5 Especificaciones.

GRÁFICO 23 Especificaciones en escala.



Fuente: ADELCA.

Mediante el proceso de mejora continua y la aplicación de los estándares de política de calidad de la empresa ADELCA, la cual consiste en lograr la satisfacción de sus clientes a través de un trabajo técnico minucioso. Entre los controles de ingeniería y especificaciones se detalla en la Tabla N° 4 sus abreviaturas:

TABLA 7 Abreviaturas de malla expandida.

N	Vena.
E	Espesor de la lámina.
EXR	Distancia mayor entre centros de expansión del rombo.
dm	Diagonal menor entre centros

Fuente: ADELCA.

1.3 *Ventajas y desventajas del proceso de recogimiento de malla expandida.*

1.3.1 *Ventajas.*

(NEELY. 2001)

- **La malla se forma a partir de una única pieza de metal:** Lo que significa que no hay piezas sueltas, filamentos por desgaste ni juntas o soldaduras deformadas. La malla expandida es por tanto el material ideal para obtener distintas formas y para otros procesos como prensado y corte. Su resistencia lo convierte en el material adecuado en muchos componentes.
- **En el proceso no se desecha material:** Con el consiguiente ahorro, especialmente si se compara con otros métodos de tratamiento de metales. Por ejemplo, cuando se perfora el metal, todos los agujeros se desechan. El expandido del metal es un método tradicional que cumple las normas actuales de ingeniería ecológica.
- **Mayor relación resistencia-peso que la chapa metálica:** Resulta difícil de creer, pero está demostrado. Al expandir el metal a partir de una chapa sólida se le confiere una mayor resistencia. Así pues la malla es ideal para pasarelas, rampas, pasillos y andenes. Las aristas sin cortar de malla expandida soportan mejor la tensión que las juntas o las soldaduras.
- **Superficie antideslizante:** Las aristas formadas por la malla expandida proporcionan un buen agarre para escalones, rampas y pasillos.
- **Expele y retiene al mismo tiempo:** Excelente para retener el grano y otros productos perecederos similares, permitiendo la circulación del aire, pero manteniendo alejadas las plagas

- **Propiedades de refuerzo mejoradas:** La malla actúa como una barrera para la seguridad y el almacenamiento.
- **Pantallas prácticas y eficaces:** Tomando una muestra de malla y mirando a través de la misma desde distintos ángulos se puede apreciar las propiedades visuales de las mallas de metal expandido. Las mallas de paso ancho se utilizan como pantallas solares en el exterior de los edificios y en el interior como verjas decorativas.
- **Conductor muy eficiente:** La electricidad, el flujo magnético y el calor pueden circular a través de la malla metálica expandida ya que hay una conexión continua entre todas las hojas. No hay interrupciones ni soldaduras ya que la malla está formada a partir de una única pieza de metal.
- **Excelente resistencia a la corrosión:** La malla expandida tiene un mejor comportamiento que la malla soldada ya que carece de soldaduras.

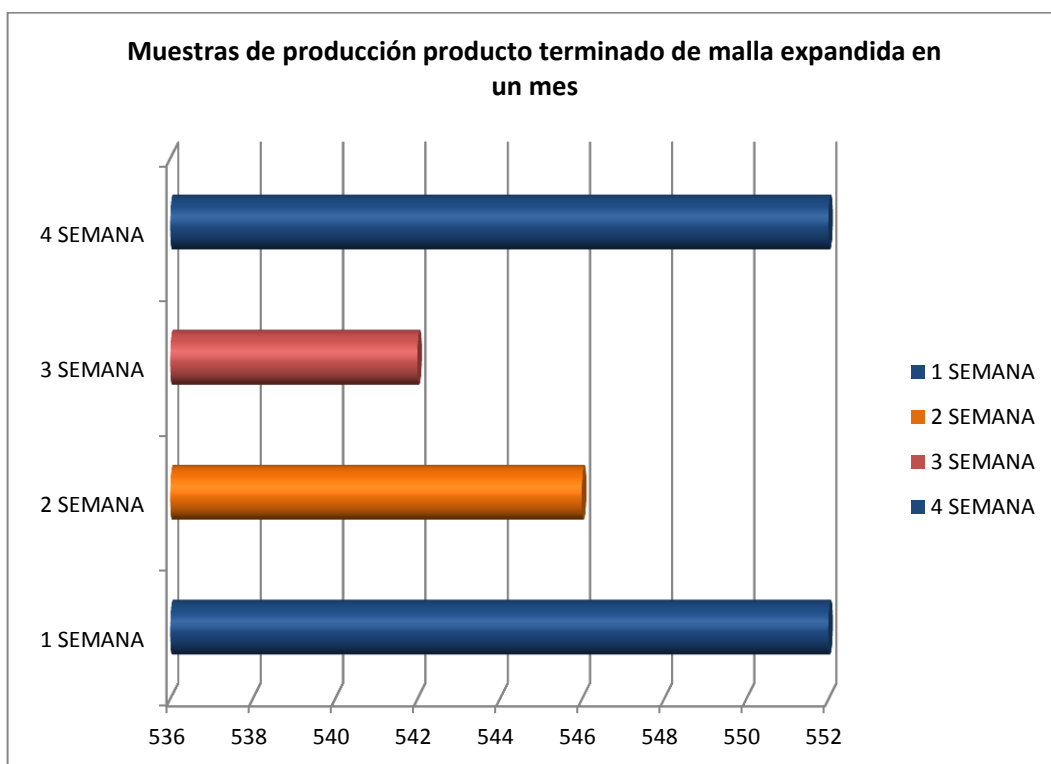
1.3.2 Desventajas.

(NEELY. 2001)

- El proceso de recogimiento de malla es de forma manual lo cual su proceso de envoltura lo genera tres personas debido al trabajo complejo que esto representa.
- Baja productividad por consecuencia de realizar un trabajo de forma manual.
- Bajo nivel de eficiencia.
- El producto para su venta no tiene una presentación de forma lo cual hace que no sea muy apreciado en el mercado.

1.3.3 Muestras de producción manual.

TABLA 8 Producción manual.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

La producción actual corresponde a **23** rollos por turno que genera **552** rollos de malla expandida en **8** días laborables, esta cantidad de rollos se produce durante la primera y cuarta semana debido a que son las primeras semanas que se trabaja a mayor presión controlada por sus inmediatos superiores en el turno de 7am a 3pm, mientras que la segunda y tercera semana se genera un decremento en la productividad debido a los movimientos repetitivos, fatiga muscular, paros de producción ya que no existe una buena coordinación, control del proceso y mucho menos un método de trabajo adecuado, la producción que genera la segunda semana de trabajo es de **546** rollos y la tercera semana **542** rollos, esto se debe a que el proceso de recogimiento de malla o producto terminado se lo realiza de forma manual siendo un producto no apreciable para el mercado por su presentación no estándar, además por la mala distribución de los recursos que produce una pérdida de tiempo y dinero para la empresa.

1.4 Diagnóstico del proceso.

Este diagnóstico consiste en una serie de preguntas abiertas y estructuradas para el personal del área de trefilados los cuales son 9 personas, con la finalidad de identificar la percepción que tiene el personal que opera el proceso de la efectividad de sus factores.

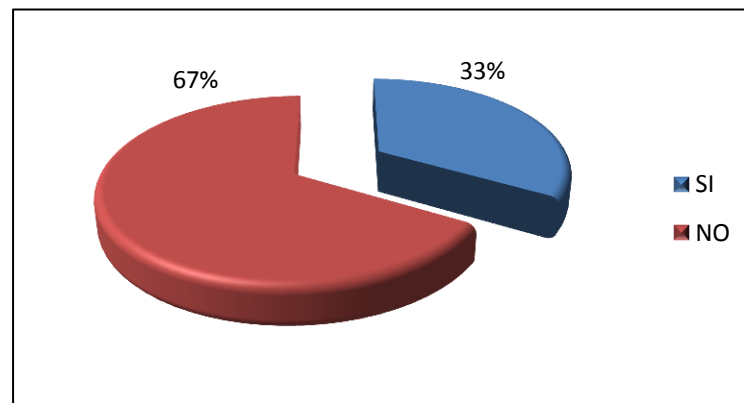
Se deben justificar las preguntas cuya respuesta inicial sea SI o No.

1.4.1 ¿De acuerdo a su percepción, ¿las características del producto cumple con los estándares establecidos de presentación final del producto?

TABLA 9 Estándares de presentación.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	33%
No	6	67%
Total	9	100%

GRÁFICO 24 Estándares de presentación.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

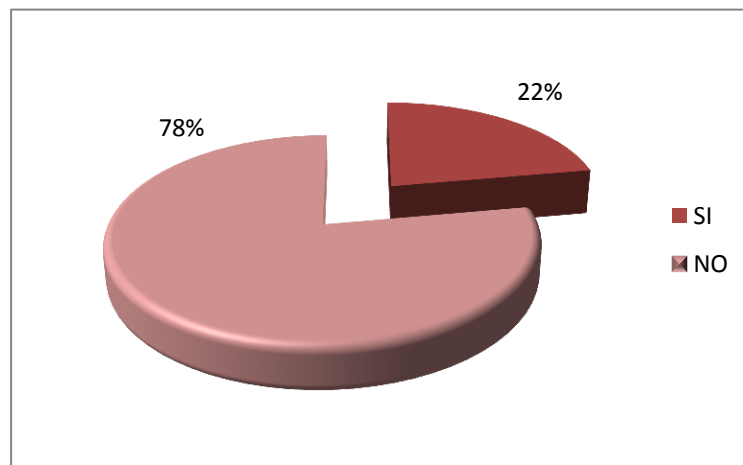
Del 33% de empleados que trabajan con este sistema de trabajo dieron como respuesta que si es aceptado el producto con una buena presentación, mientras que el 67% no están conformes ya que esto implica mucho tiempo de trabajo y el producto por su presentación no es muy aceptado en el mercado.

1.4.2 ¿Se siente conforme con el sistema de producción actual que existe en la línea?

TABLA 10 Producción actual.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	22%
No	7	78%
Total	9	100%

GRÁFICO 25 Producción actual.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

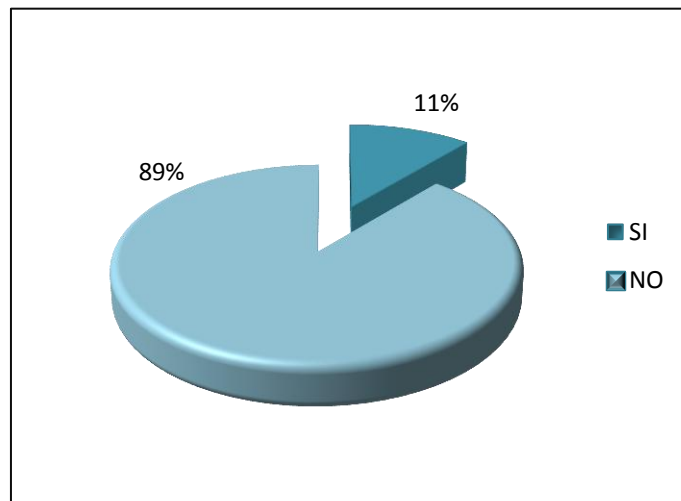
El 78% de los trabajadores, manifiestan que no se sienten conformes con el sistema actual de producción que existe en la línea de malla expandida. Por lo cual se debería tomar correctivos y encontrar el método más idóneo para esta actividad como la automatización del proceso de recogimiento de malla para un mejoramiento continuo de las actividades del proceso y capacitación del personal.

1.4.3 ¿Se están ejecutando acciones de mejora en el proceso actualmente?

TABLA 11 Mejora en el proceso.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	11%
No	8	89%
Total	9	100%

GRÁFICO 26 Mejora en el proceso.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

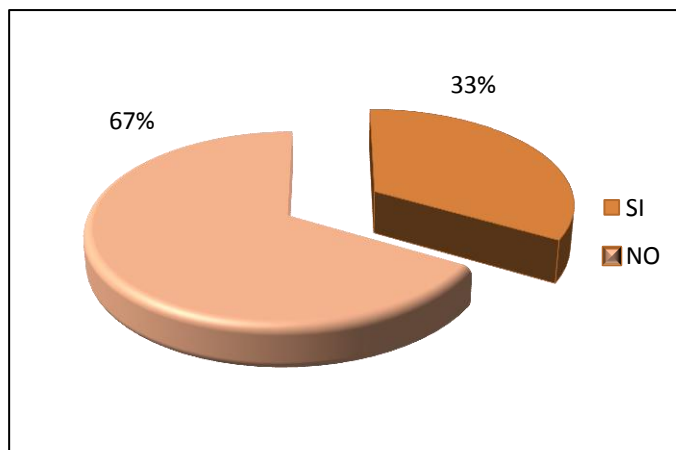
Del 89% de los trabajadores, manifiestan que no se han ejecutado acciones que mejore el desempeño de la producción lo cual uno de sus principales problemas es el tiempo que se pierde en ensamblar el producto y de esta manera no cumple con las facilidades y recursos necesarios para optimizar el tiempo y mejorar la calidad del producto lo cual no motiva un buen desenvolvimiento del personal en el área de trabajo.

1.4.4 ¿El proceso tiene una clara relación con la misión, visión, objetivos estratégicos y políticas de la institución?

TABLA 12 Relación del proceso.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	33%
No	6	67%
Total	9	100%

GRÁFICO 27 Relación del proceso.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

El 67% de los trabajadores, manifiestan que no se cumple en este proceso a cabalidad con lo que dice el reglamento. Por lo cual se debería tomar correctivos y aplicar lo que tipifica los estamentos en materia de mejora continua y de esta manera brindar un mejor producto de presentación al cliente y mejorar el nivel de calidad en el puesto de trabajo.

1.5 Cuestionario aplicado al jefe de producción.

PREGUNTA	RESPUESTA
1.- ¿Cree usted que el proceso de recogimiento de malla expandida se realiza de forma eficiente?	No; porque tenemos problemas de presentación final del producto por lo que se trabaja de forma manual.
2.- ¿Cuáles son los principales problemas que existe en la línea de malla expandida?	<ul style="list-style-type: none">• Retraso en el tiempo del producto procesado.• Falta de recursos.
3.- ¿Existe un sistema de control de producción para identificar las deficiencias en el proceso, y de esta manera encontrar las soluciones posibles para un mejoramiento continuo?	No, en este instante no por los cambios que ha venido dándose en la planta; pero se conocen cuales son y se trabaja en ello.
4.- ¿Qué opina acerca de las ventajas para la optimización del sistema de recogimiento de malla?	Muy Buena, porque se mejorará la presentación del producto y se obtendría un producto más competitivo.

FUENTE: Encuesta aplicada al jefe de producción.

REALIZADO POR: Carlos Carranza.

Del cuestionario aplicado se demuestra, que el estudio será un aporte de gran importancia para el mejoramiento y toma de decisiones ya que con la automatización del proceso se obtendrá un producto más competitivo evitando gastos innecesarios y un mejor aprovechamiento de los recursos para obtener un producto más competitivo.

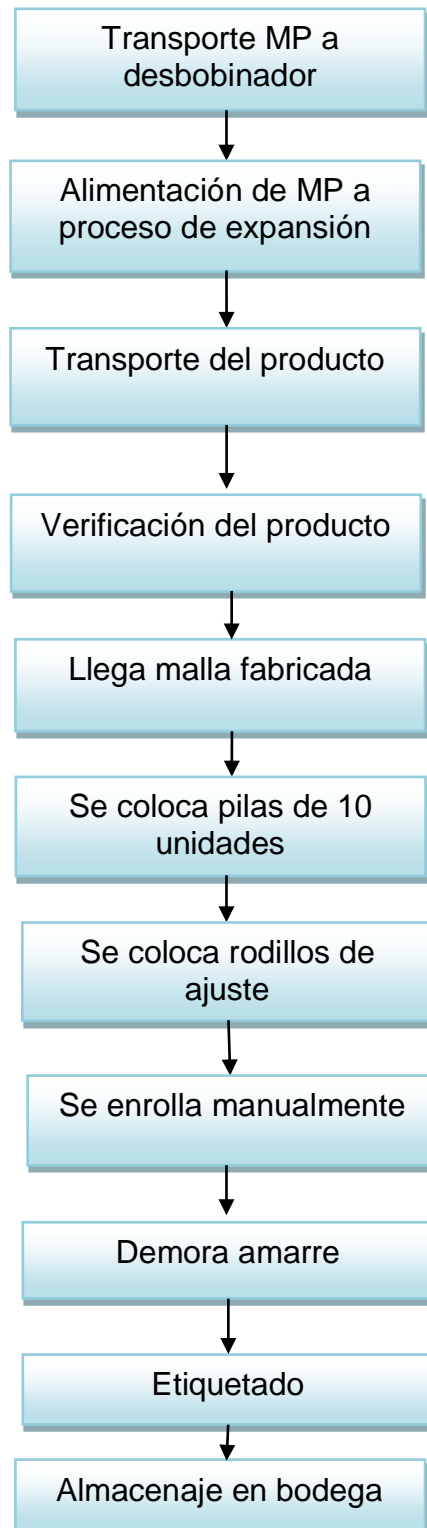
Debido a que la empresa no cuenta con datos históricos de tiempos en cada una de sus actividades productivas, se realizó una primera observación como punto de inicio del estudio.

Se tomó el tiempo a cada una de las operaciones en la estación de trabajo, que servirán de indicadores referenciales para la realización del estudio, determinando el tiempo por unidad lamina de acero, desde su inicio hasta su finalización, aplicando la técnica del cronómetro en cada observación realizada, de esta manera se elaboró los siguientes diagramas que serán indispensables para el desarrollo del proyecto investigativo previsto teniendo como resultado los siguientes:

- Diagrama de flujo de procesos.
- Diagrama de flujo o recorrido.
- Estudio de movimientos en las diferentes operaciones del proceso.

1.5.1 Flujograma de proceso.

Gráfico 28 Evaluación del actual proceso

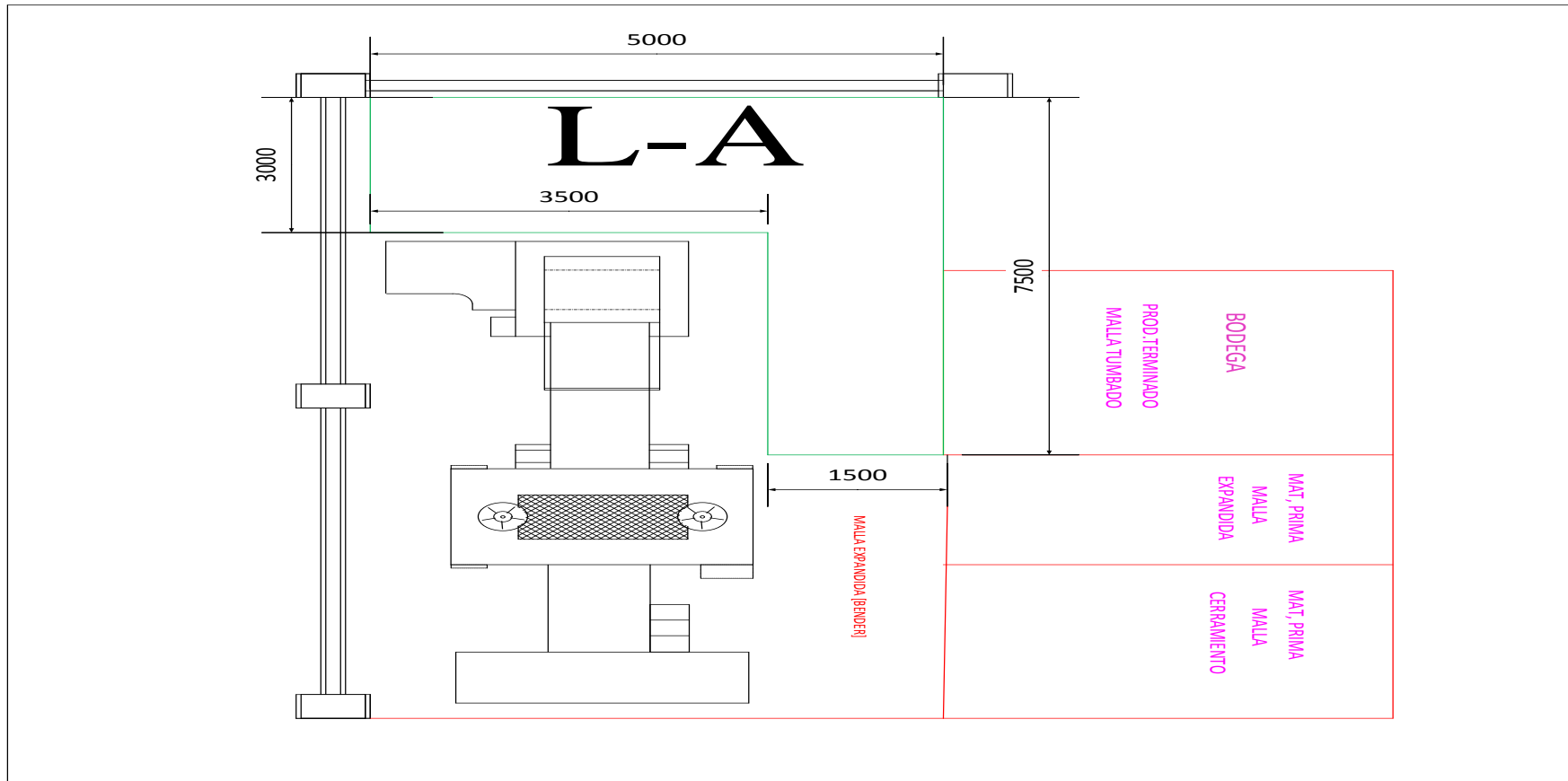


Fuente: ADELCA.
Realizado: Carlos Carranza.

1.5.2 *Layot área de malla expandida.*



ACERIAS DEL ECUADOR ADELCA C.A.
PLANO DE UBICACIÓN TREFILADOS
ÁREA: MALLA EXPANDIDA
NAVE: L-A









1.5.3 Diagrama de proceso actual de malla expandida.

GRÁFICO 29 Proceso de malla actual.

ACERIAS DEL ECUADOR ADELCA C.A.									
Método	Actual								
Área	TREFILADOS Malla Expandida								
Nombre de operación	Recogimiento de Malla Expandida								
Empieza	Bodega de MP								
Termina	Bodega de PT								
Analista	Carlos Carranza								
Fecha	02-Feb-12								
ACTIVIDADES	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	DISTANCIA METROS	CANTIDAD	TIEMPO SEG
DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO									
1 Transporte de MP a desbobinador							10.5		600
2 Alimentación MP a proceso de corte y expansión.							1.56		300
3 Transporte de producto							3		50
4 Verificación de producto conforme o no conforme.							1.72		50
5 Llega malla fabricada							2.50		25300
6 Se colocan en pilas de 10 unidades							0.45		3633
7 Se colocan los rodillos							1		300
8 Se enrolla manualmente									300
9 Demora Amarre									60
10 Etiquetado									40
11 Almacenaje en bodega							8		49

TIEMPO DE CICLO	30682	seg
	511.37	min
	8.52	horas
NUMERO DE UNIDADES	230	unidades
TIEMPO POR UNIDAD	133.40	seg/unid

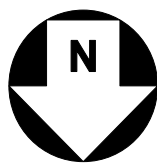
RESUMEN MÉTODO ACTUAL

OPERACIÓN	CANTIDAD
OPERACIÓN 	6
TRANSPORTE 	2
INSPECCIÓN 	0
DEMORA 	1
ALMACENAJE 	1
OPERACIÓN E INSPECCIÓN 	1
DISTANCIA EN METROS(m)	28.73metros
TIEMPO (min.)	511.37 min
CANTIDAD	230

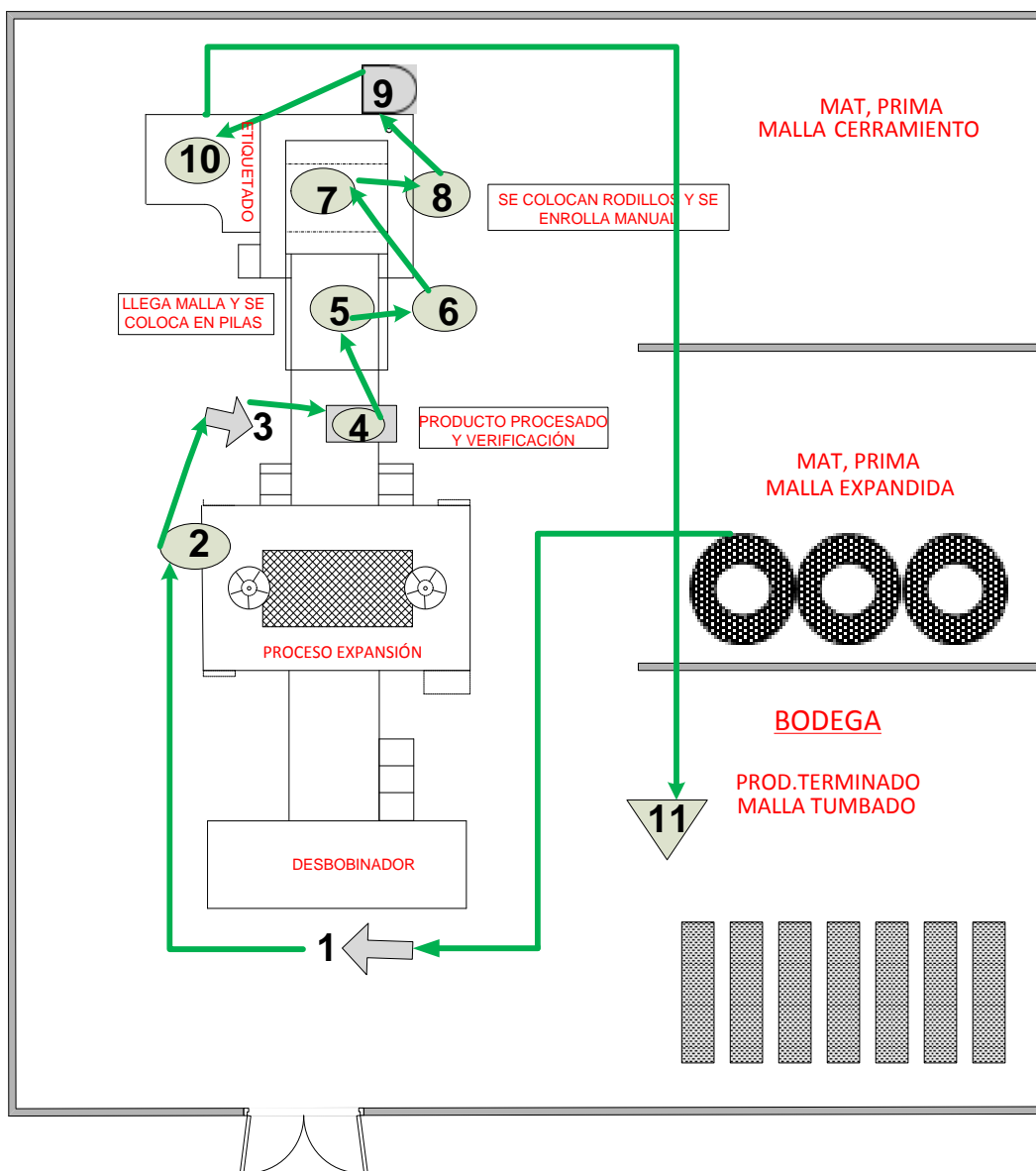
Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

GRÁFICO 30 Recorrido de malla actual.



ACERIAS DEL ECUADOR ADELCA C.A.
DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL
ÁREA: MALLA EXPANDIDA
NAVE: L-A



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

1.5.4 Análisis de los datos obtenidos mediante las observaciones del diagrama de procesos.

De acuerdo a los datos obtenidos de las observaciones realizadas en el diagrama de procesos tenemos que el tiempo de ciclo de todo el proceso productivo es de 30682 segundos, transformado a minutos tenemos 511.37min y pasado a horas obtenemos 8.52. Este tiempo de ciclo corresponde a una producción de 230 unidades de láminas de acero que corresponde a 23 rollos por turno.

Como podemos observar cada operación tiene una cierta diferencia de tiempo una de la otra tomando en cuenta que en algunas se presentan ciertos inconvenientes en la estación de trabajo durante el proceso de producción.

A continuación se describen todas las actividades en el proceso de malla expandida:

Tarea 1. Requisición de materia prima

En esta actividad la persona traslada la materia prima de la bodega que se encuentra a 10.5 metros de distancia, donde se encuentra las bobinas de acero SPCC SD (conforma la norma Japonesa Cold- reduced carbón Steel, sheet and strip (JIS G 3141) de 0.45 mm de espesor y .61m de ancho, aquí esta persona tiene que transportar la bobina en un coche metálico al desbobinador, incrementando el tiempo y produciendo fatiga en el trabajador.

Tarea 2. Desbobinador

Se coloca la bobina de acero en el desbobinador la cual pasa por un sensor para desenrollar la lámina de acero hacia la troqueladora.

Tarea 3. Corte y expansión

Después la lámina ingresa al proceso de corte y expansión donde existen dos cuchillas una para el corte y la otra para la expansión de la lámina.

Tarea 4. Material procesado

En este proceso el material continúa hacia la mesa para su inspección.

Tarea 5. Verificación del producto

Se hace la verificación del producto que se encuentre sin fallas de fabricación.

Tarea 6. Empaque

En esta actividad Pasa a la mesa de empaque donde se colocan pilas de 10 unidades.

Tarea 7. Rodillos de empaque

Se colocan los rodillos para su envoltura.

Tarea 8. Envoltura manual

En este proceso se enrolla manualmente el producto con dos operarios la cual tiene un tiempo de demora de 300 segundos que equivale a 5 minutos.

Tarea 9. Etiquetado

Finalmente se procede al etiquetado.

Tarea 10. Almacenamiento

Se almacena en bodega por parte del operario el cual genera en aumento de tiempo de 49 seg.

1.5.5 Estudio de movimientos en las diferentes operaciones del proceso.


DIAGRAMA BIMANUAL			
FECHA: 23-03-2012		ANALISTA: CARLOS CARRANZA	
ESTUDIO: MOVIMIENTOS		ÁREA: MALLA EXPAMDIDA	
HOJA N° 1 DE 1		EMPRESA: ADELCA C.A	
PROCESO: Materia prima, Ubicación en bobina			
		PIEZAS TRABAJADAS PIEZAS POR TRABAJAR	
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Coge bobina y ubica en el carrete	G	Coge bobina y ubica en el carrete	G
Empuja carrete con bobina de acero	M	Empuja carrete con bobina de acero	M
Baja bobina en el sitio correspondiente	RL	Baja bobina en el sitio correspondiente	RL
Ubica bobina en el desbobinador	PP	Ubica bobina en el desbobinador	PP

DIAGRAMA BIMANUAL			
FECHA: 23-03-2012		ANALISTA: CARLOS CARRANZA	
ESTUDIO: MOVIMIENTOS		ÁREA: MALLA EXPAMDIDA	
HOJA N° 1 DE 1		EMPRESA: ADELCA C.A	
PROCESO: Expansión			
		PIEZAS TRABAJADAS PIEZAS POR TRABAJAR	
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Toma fleje y ubica en la prensa	G	Toma fleje y ubica en la prensa	G
Inactiva		Pulsa mandos de operación	U

DIAGRAMA BIMANUAL			
FECHA: 23-03-2012		ANALISTA: CARLOS CARRANZA	
ESTUDIO: MOVIMIENTOS		ÁREA: MALLA EXPAMDIDA	
HOJA N° 1 DE 1		EMPRESA: ADELCA C.A	
PROCESO: Inspección, Malla fabricada			
CROQUIS		PIEZAS TRABAJADAS	
<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;">MAQUINA</div>		<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;">OPERARIO</div>	
PIEZAS POR TRABAJAR		PIEZAS POR TRABAJAR	
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Sujetar tabla contador de mallas	G	Control de producto	I
Soltar tabla de control	RL	Inactiva	

DIAGRAMA BIMANUAL			
FECHA: 23-03-2012		ANALISTA: CARLOS CARRANZA	
ESTUDIO: MOVIMIENTOS		ÁREA: MALLA EXPAMDIDA	
HOJA N° 1 DE 1		EMPRESA: ADELCA C.A	
PROCESO: Envoltura, Empacado			
CROQUIS		PIEZAS TRABAJADAS	
<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;">MAQUINA</div>		<div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;">OPERARIO</div>	
PIEZAS POR TRABAJAR		PIEZAS POR TRABAJAR	
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Inactiva		Coge malla fabricada	G
Ubicación de malla en rodillo 10 unidades	PP	Ubicación de malla en rodillo 10 unidades	PP
Procede a enrollar	A	Procede a enrollar	A
Sostiene envoltura	M	Procede amarrar	G
Ajuste	G	Ajuste	G
Etiquetado	H	Etiquetado	H

DIAGRAMA BIMANUAL			
FECHA: 23-03-2012		ANALISTA: CARLOS CARRANZA	
ESTUDIO: MOVIMIENTOS		ÁREA: MALLA EXPAMDIDA	
HOJA N° 1 DE 1		EMPRESA: ADELCA C.A	
PROCESO: Almacenamiento			
CROQUIS		PIEZAS TRABAJADAS	
MAQUINA		PIEZAS POR TRABAJAR	
OPERARIO			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Sujeta rollo terminado	G	Sujeta rollo terminado	G
Inactiva		Registra producto	H

Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

Realizado el análisis de movimientos, mano derecha y mano izquierda aplicando los therbligs que son los movimientos eficientes e ineficientes que realiza el operario en cada una de sus actividades, consideramos que:

Como cada tarea en el proceso se realiza en un período muy corto de tiempo los movimientos se efectúan de manera eficiente ya que cada trabajador realiza un máximo de cuatro movimientos en cada una de las estaciones de trabajo los cuales comprenden tomar, sujetar, colocar y preposicionar.

2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

La hipótesis con la que se trabajó durante el proyecto de investigación fue la siguiente.

¿A mayor optimización en el proceso, mejora la incidencia económica de la empresa “ADELCA”?

La situación actual del proceso de recogimiento de malla expandida y los constantes problemas que día a día ahí se presentan interfieren el flujo normal

de sus actividades, esta se manifiesta por existir movimientos repetitivos en el proceso, mala coordinación de tareas, entre otras.

Una vez realizado las observaciones de campo, se ha constatado que existe un tiempo elevado en la realización de las actividades en el proceso de recogimiento de malla, y es necesario realizar un estudio de tiempos y movimientos del puesto de trabajo que permitirá mitigar dichos inconvenientes, con la evaluación del proceso de recogimiento de malla actual permitirá desarrollar una propuesta de diseño de un proceso automatizado de recogimiento de malla expandida en el área de trefilados, esto permitirá dar solución a los problemas actuales y garantizar el bienestar de los obreros mejorando el nivel de producción y disminuyendo los costos operativos, aportando al desarrollo productivo de la empresa.

CAPITULO III

PROPUESTA.

1 TEMA.

Diseño de un recogedor de malla expandida de forma automatizada, que realice el trabajo de forma automática, para desarrollarse en el área de trefilados de la empresa ACERÍA DEL ECUADOR (ADELCA) C.A., en la parroquia de Alóag perteneciente al cantón Mejía, provincia de Pichincha en el periodo 2012.

2 PRESENTACIÓN.

Se realizará un estudio de tiempos en la planta de trefilados de la empresa “ADELCA” ubicada en la Parroquia de Alóag, con el fin de mejorar su productividad, y proponer un diseño automático en su fase de recogimiento de malla expandida y de esta manera dar solución a los problemas de baja producción y mejorar la presentación final del producto de esta forma mantener la calidad en cada operación para evitar pérdida de tiempo en el proceso final.

Para lo cual se va a aplicar la cronometrización de tiempos de producción en la estación de trabajo, con el método de regreso a cero. Así como también el estudio de los movimientos que es una técnica que permite el análisis de los movimientos eficientes e ineficientes que realiza el operario en sus actividades productivas.

Estas técnicas de estudio permitirá obtener gran cantidad de información sobre todo el proceso productivo del área de malla expandida y con su respectivo análisis detectar todo aquellos problemas, contratiempos que pueden estar retrasando el proceso de producción.

Con la información obtenida se realizará la toma de decisiones para sus respectivas correcciones y mejoramientos en el proceso que ayudarán a minimizar o a eliminar todas estas dificultades existentes, mejorando la eficiencia de la producción de malla expandida que será de gran beneficio para la empresa.

3 JUSTIFICACIÓN.

La productividad en las empresas ha sido afectada desde mucho tiempo atrás debido a que los sistemas de producción de la mayoría de estas no han tenido un adecuado estudio y planificación de las formas más óptimas para realizar estos procesos productivos en sus respectivos puestos de trabajo.

La presente propuesta está planteada de acuerdo a la realidad actual del área de producto terminado de malla expandida de la planta de trefilados de la empresa “ADELCA” ubicada en la parroquia de Alóag. En ésta los altos tiempos de producción que existen a diario impiden el flujo continuo de sus actividades ocasionando pérdida de tiempo, recursos, dinero, y malestar en sus trabajadores.

Estas adversidades son ocasionadas por la falta de coordinación de las actividades, además de la posibilidad de que los operadores de este proceso sufran a la larga enfermedades profesionales debido a la distribución inadecuada de las estaciones de trabajo, falta de un diseño automático para la mejora de la producción del proceso de recogimiento de malla, pues esto incide directamente en el tiempo de producción.

Por lo que se realizará una reestructuración en el sistema de producción, estandarización de tiempos y así mejorar su productividad, optimizando recursos e insumos que están inmersos en dicho proceso para obtener un producto más competitivo.

Dentro de este orden de ideas se trata de mejorar el proceso de producción de mallas expandidas de alta calidad para satisfacer la necesidad del cliente, logrando una productividad, rentabilidad y alcance del nivel de satisfacción en el mercado nacional e internacional, obteniendo nuevas y futuras tecnologías, teniendo como

consideración las leyes y reglamentos que establecen la protección como lo es la exigencia por parte del Ministerio de Trabajo.

Visto de esta forma la investigación se fundamenta en un proyecto factible; debido a que orienta su desarrollo en utilidad de recursos económicos, operativos, humanos, legales e igualmente de la colaboración, disposición e interés, por parte de directivos como el personal de la empresa en general, ante su mayor y mejor colaboración, a la evolución, creación de dicho sistema de gestión propuesto.

Por consiguiente, se verá beneficiada la organización en sus procesos, costos, productos y producción, igualmente brindará al personal mayor seguridad y salud ocupacional.

Como investigador de la Especialidad de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se ha escogido este tema de investigación porque se aplicaran diferentes metodologías en cuanto al campo, técnico.

4 OBJETIVOS.

4.1 *Objetivo general.*

- Mejorar la productividad en el área de trefilados de la empresa ADELCA, mediante la optimización del proceso de recogimiento de malla y la reestructuración en el proceso productivo para obtener una mejor eficiencia y producto más competitivo en el mercado.

4.2 *Objetivos específicos.*

- Desarrollar la propuesta de estudio que permita la optimización del proceso productivo de trefilados a través del diseño de un recogedor de malla expandida de forma automatizada y poder dar solución a los problemas actuales del proceso.

- Organizar las actividades de trabajo, mediante la planificación oportuna, para evitar fatiga, malestar y enfermedades profesionales en el personal que labora en esta sección.
- Realizar una reestructuración de la estación de trabajo del área de malla expandida de la planta de trefilados mediante diagramas de recorrido de producción para un mejor flujo en el proceso.

4.2.1 Impacto social.

Este proyecto permite obtener jornadas laborales más eficientes, beneficiando directamente en el ánimo y la psicología de los trabajadores pues ya no están expuestos a la incertidumbre de la culminación de sus actividades.

Ya que una persona agotada no realiza su trabajo de forma eficaz, teniendo un bajo rendimiento en su puesto laboral.

4.2.2 Impacto técnico.

Se direcciona directamente a la optimización del espacio, recorrido, y mediante un diseño de máquina se optimizará el mejoramiento del flujo del proceso manual a flujo automático.

4.2.3 Impacto económico.

La reestructuración en el sistema de producción del área de trefilados es importante ya que con una adecuada utilización de sus recursos y una correcta planificación se disminuirá costos de producción, y al mejorar su productividad se obtendrán mayores utilidades y competitividad del producto terminado, beneficiando de esta manera a la empresa y a sus trabajadores con la satisfacción de sus necesidades existentes.

5 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.

Toma de datos

- Cronometrización de todas las actividades del proceso de recogimiento de malla expandida.

Mejoras para el proceso de producción

Búsqueda de alternativas

- Determinar una solución al problema actual.
- Diseño de un recogedor de malla automático.
- Análisis financiero.
- Capacitación.

Desarrollo para la reducción del tiempo en el proceso

- Tareas eliminadas.
- Tareas mejoradas.
- Ahorro estimado de tiempo.

Cambios en el sistema de producción

- Diagrama de flujo de operaciones en el proceso de malla expandida.
- Diagrama de recorrido de la planta de producción.

5.1 Desarrollo de la propuesta.

Una vez entendido el proceso de recogimiento de malla es posible determinar los requerimientos de la automatización del proceso, el cual puede definirse de manera simple que tendrá que ser un proceso automatizado que realice el recogimiento o que pueda realizar los rollos de forma estándar y más rápidamente, con menor requerimiento de personal y determinando a cada operario a mantener una buena salud dentro de sus horarios de trabajo y así de esta manera mejorar el tiempo de elaboración del producto y tener una mejor calidad en la presentación final para su venta y exportación.

5.1.1 Toma de datos.

De acuerdo a la tabla Westinghouse, la cual nos muestra el número de observaciones necesarias que se deben realizar en función del ciclo de trabajo y del número de unidades que se trabajan anualmente, es aplicable en operaciones

muy repetitivas como es el caso del recogimiento de malla expandida, se procederá a realizar el cálculo con respecto a la misma.

TABLA 13 Tabla Westinghouse.

Cuando el tiempo por ciclo o pieza es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más 10,00 * año	1,000 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
0,020 horas	30	15	12
0,012 horas	40	20	15
0,008 horas	50	25	20
0,005 horas	60	30	25
0,003 horas	80	40	30
0,002 horas	100	50	40
1,000 horas	120	60	50
Menos de 0,002 horas	140	80	60

Fuente: García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo Medición del trabajo, Editorial McGraw-Hill, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. Duodécima edición 2009. México.

Realizado: Carlos Carranza.

Mediante el diagrama de flujo de proceso, presentado en el gráfico N° 29 en el cual se tomó el tiempo a cada una de las operaciones del proceso de malla expandida, en la estación de trabajo, ha servido de indicadores referenciales para la realización del cálculo de las observaciones, obteniendo los siguientes valores:

Tiempo de ciclo en minutos = 511.37 tiempo de ciclo del diagrama de proceso actual.

Número de operaciones = 11 número de operaciones de trabajo en el proceso actual.

Se procede a dividir el tiempo de ciclo para el número operaciones, así:

$$511.37 / 11 = 46.49$$

El resultado obtenido lo volvemos a dividir para sesenta, con lo cual obtendremos el tiempo en horas para la ubicación en la tabla, así:

$$46.49 / 60 = 0.774$$

Por lo general la producción de malla expandida sobrepasa las **10,000** unidades al año, con los datos obtenidos buscamos el número de horas que son **0,774** con la columna que atraviesa el rango de producción por año. Dando un promedio de 6 observaciones, pero se realizó **7** observaciones para obtener datos más exactos.

5.1.2 Cronometrización

Se realizó la toma de tiempos de cada una de las actividades de trabajo en el recogimiento de malla por el lapso de **3** días.

TABLA 14 Cronometrización de tiempos.

OBSERVACIÓN DE ESTUDIO DE TIEMPOS											
FECHA: 0/0/2012			ANALISTA CARLOS CARRANZA								
ESTUDIO			TAREAS VARIAS								
HOJA N° DE			INICIA TRANS MAT. PRIMA								
PROCESO RECOGIMIENTO DE MALLA			FINALIZA ALMACENAJE BODEGA								
TIEMPO SEGUNDOS			EMPRESA ADELCA								
N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMA	TC 1 SEG	TC 2 SEG	TC 3 SEG	TC 4 SEG	TC 5 SEG	TC 6 SEG	TC 7 SEG	PRM OBS
1	TRANSPORTE DE MP A DESBOBINADOR	X		600	580	598	579	599	600	597	593,29
2	ALIMENTACION MP A PROCESO DE CORTE Y EXPAN	X	X	300	300	300	300	300	300	300	300
3	TRANSPORTE DE PRODUCTO		X	50	50	50	50	50	50	50	50
4	VERIFICACION PRODUCTO CONFORME O NO	X		50	40	48	46	49	48	50	47,29
5	LLEGA MALLA FABRICADA		X	25300	25300	25300	25300	25300	25300	25300	25300
6	SE COLOCAN PILAS DE 10 UNIDADES	X		3633	3701	3600	3644	3635	3700	3633	3649,4
7	SE COLOCAN RODILLOS DE AJUSTE	X		300	280	306	300	300	282	304	296
8	SE PROCEDE A ENROLLAR	X		300	305	315	306	301	302	304	304,71
9	AMARRE	X		60	58	53	57	60	56	59	57,57
10	ETIQUETADO	X		40	45	40	41	40	44	42	41,71
11	ALMACENAJE EN BODEGA	X		49	55	50	51	50	53	50	51,14
TOTAL TIEMPO DE CICLO		30691.11		SEG							
		511.52		MIN							
		8.53		H							
TIEMPO POR UNIDAD		133.44		SEG							
HORA TOTAL DE 230 UNID		8.53		H							

Fuente: ADELCA.

De lo que obtuvo los siguientes datos:

Tiempo de ciclo total para 230 láminas de acero = 30691,11 segundos, 511,52 minutos, 8,53 horas. Lo que denota que el tiempo de producción sobrepasa las 8 horas laborables, cabe mencionar que no se tomó en cuenta la hora de almuerzo del personal.

5.2 Mejora para el proceso de producción.

5.2.1 Alternativas de mejora.

Debido a que en la realización del proceso de recogimiento de malla expandida presenta varios inconvenientes se propone diseñar un recogedor automático y ajustar el tiempo de trabajo en la troqueladora. A continuación se plantea los correctivos para solucionar estos problemas que aumentan el tiempo de producción.

5.2.2 Análisis del problema

Se considera a los siguientes como problemas principales que motivan la búsqueda de la optimización del proceso:

- El producto final no tiene buena presentación y no cumple estándares definidos por ser un proceso manual.
- Existe problemas musculares en muñecas y manos de los trabajadores lo que puede provocar enfermedades profesionales.
- Es un proceso lento que podría mejorar cambios con la automatización para incrementar la producción.
- Se producen cuellos de botella por la acumulación de producto terminado razón por la cual no se puede incrementar la producción.

Por tanto en base al análisis de situación actual del área de trefilados realizado en el anterior capítulo y su sistematización presentada es posible plantear el tema de la propuesta o la solución al problema.

5.2.3 Diseño de un recogedor automático.

Sus características de diseño serán las siguientes:

1. Maquinaria que disponga de un rodillo ajustable.
2. Disponga de vinchas que permitan asegurar la malla para su recogimiento.
3. Pueda ser accionada por un operario.
4. Disponga de una velocidad ajustable.
5. El etiquetado se realice de forma más segura.

5.2.4 Ajuste de tiempo de fabricación máquina troqueladora.

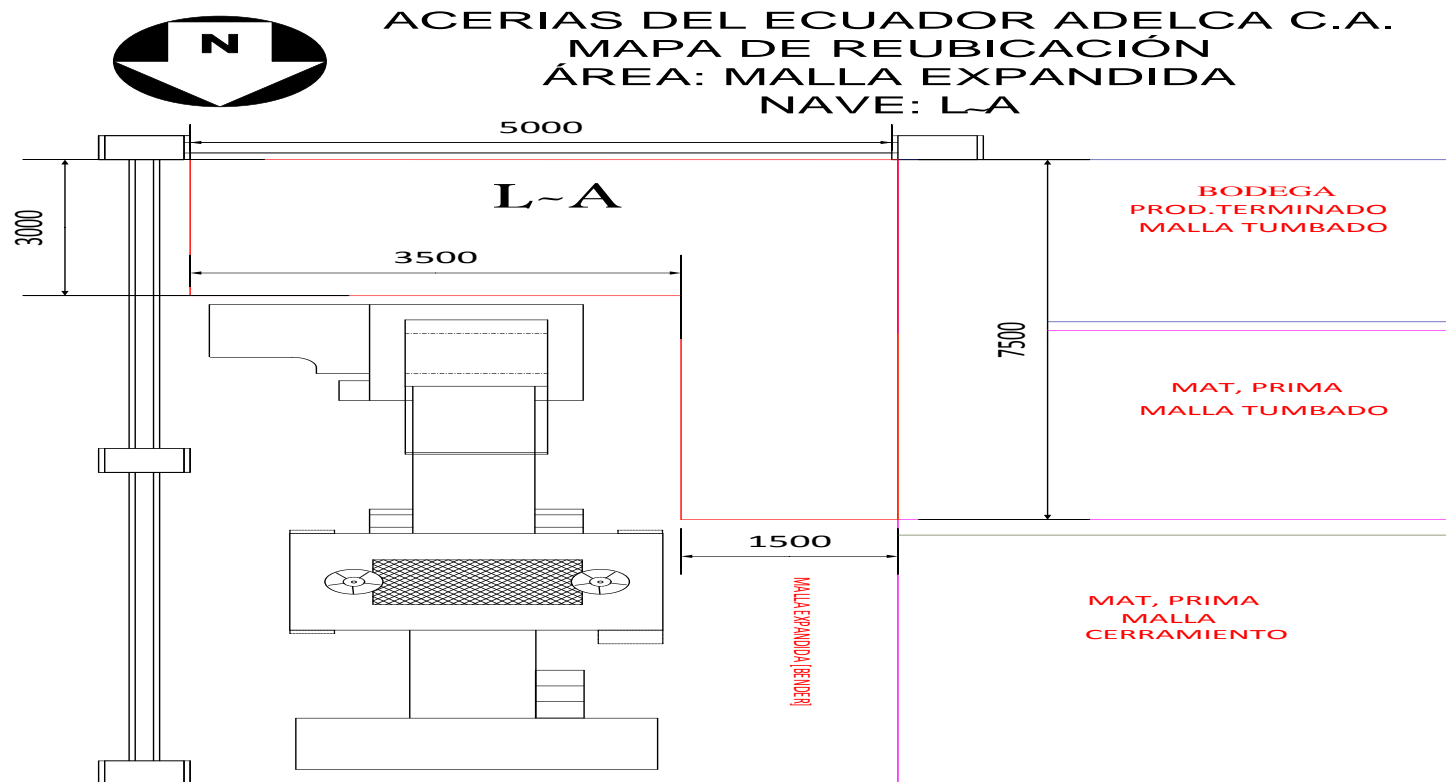
Se debe realizar un ajuste de tiempo en la máquina de proceso de fabricación de malla expandida puesto que es modificable ya que contara con un diseño de recogimiento de malla que necesitaría aumentar el número de producción de mallas fabricadas debido a que el proceso de recogimiento será automático. Este procedimiento debe realizarlo la persona encargada de mantenimiento.

5.2.5 Rediseño del área de malla expandida.

El rediseño consta en reubicar la materia prima puesto que esto conlleva mucho tiempo en traer e instalar en el desbobinador y que afecta en el proceso, también se reubicara la bodega donde se guarda el producto terminado ya que conlleva mucho tiempo en el almacenamiento del producto final.

En el grafico N° 31 se puede observar la reubicación del área de malla expandida para optimizar el tiempo de producción del proceso de malla.

GRÁFICO 31 Rediseño de área.

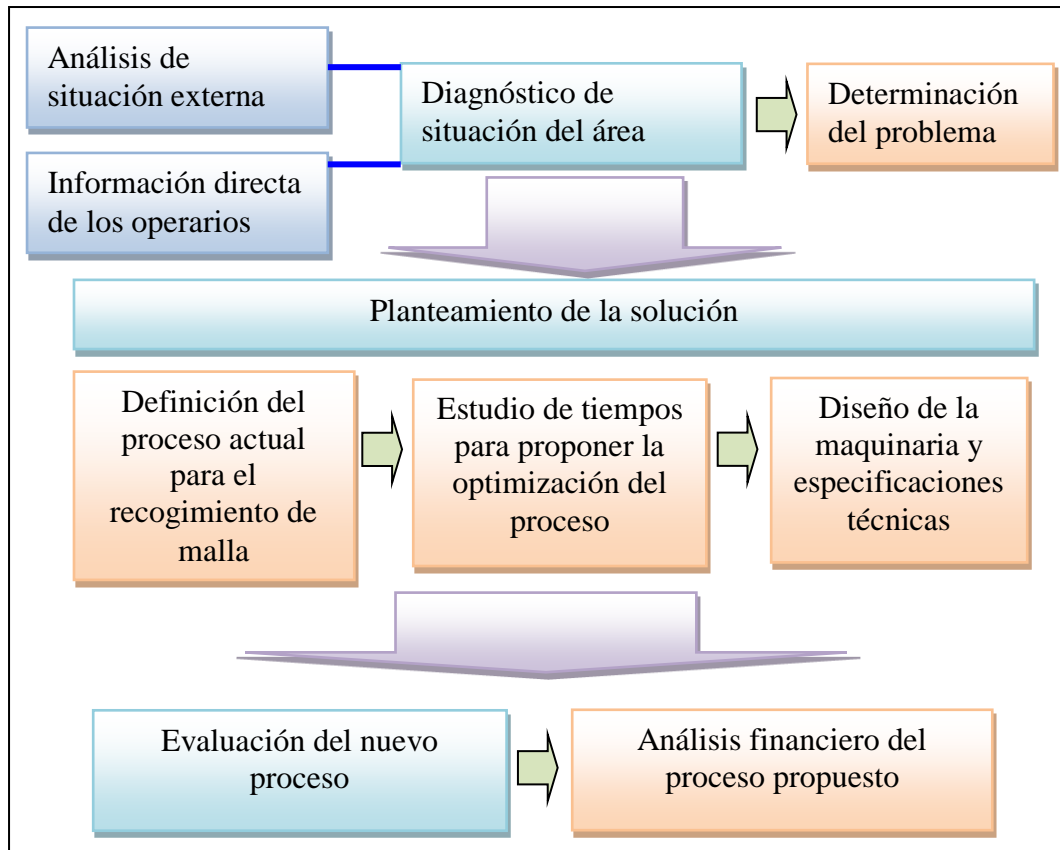


Realizado: Carlos Carranza.

5.2.6 Esquema de propuesta de optimización del proceso.

Se ha considerado a continuación un esquema que es necesario para lograr la optimización del proceso de recogimiento de malla expandida en el área de trefilados de la empresa ADELCA.

GRÁFICO 32 Esquema de propuesta.



Realizado: Carlos Carranza.

5.3 Datos de tiempo mejorado de acuerdo a lo planteado.

Los datos presentados a continuación se obtuvieron de acuerdo a los cambios que se pudieron realizar en el proceso de producción.

5.3.1 Desviación media

Es la media aritmética de las desviaciones de los valores que toma la variable con respecto a la media aritmética y se determina de la siguiente manera:

$$Dx = \frac{d}{n}$$

Dx = Desviación media

d = Sumatoria de las desviaciones

N = Número de casos

$$Dx = \frac{d}{n} \iff x = \frac{4153.03}{7} = \mathbf{593.29}$$

$$d1 = X - x \iff d1 = 593.229 - 593.228 \iff d1 = 0.02 \text{ etc.}$$

$$Dx = \frac{d}{n} \iff Dx = \frac{66.37}{7} = \mathbf{9.48}$$

5.3.2 *Datos cronometrados menos desviación media*

Estos nos sirven para determinar de qué manera los valores de la distribución de frecuencia se alejan del centro de la misma.

Promedio de datos – Dx

Promedio de datos = Sumatoria de datos cronometrados / para el número de observaciones.

Dx = Desviación media

$$\text{Promedio de datos} - Dx \iff 593.29 - 9.48 = \mathbf{583.81}$$

En la siguiente tabla se demuestra los datos restados de desviación media.

TABLA 15 Datos restados de desviación media.

N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMA	PROM. DE OBSERVACION SEG	DESVIACIÓN MEDIA	TOTAL MENOS DESVIACIÓN MEDIA	
1	TRANSPORTE DE MP A DESBOBINADOR	X		593.29	9.48	583.81	
2	ALIMENTACION MP A PROCESO DE CORTE Y EXPAN	X	X	300	0	300	
3	TRANSPORTE Y VERIFICACIÓN DE PRODUCTO		X	300	0	50	
4	LLEGA MALLA FABRICADA		X	47.29	0	47.29	
5	SE COLOCAN PILAS DE 10 UNIDADES	X		25300	37.50	25262.50	
6	SE PROCEDE A ENROLLAR	X		296	5.02	290.98	
7	AMARRE	X		304,71	2.50	302.21	
8	ETIQUETADO	X		57.57	2.05	55.52	
9	ALMACENAJE EN BODEGA	X		41,71	2.11	39.60	
				TIEMPO DE CICLO		SEG	26931.91
						MIN	448.87
						H	7.48
				TIEMPO POR UNIDAD		SEG	39.03
				HORAS TOTALES DE 690 UNIDADES		H	7.48

Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

5.3.3 *Tiempo normal*

TABLA 16 Tiempo normal de las operaciones de malla expandida.

N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMA	TIEMPO DE ACTIVIDADES EN SEGUNDOS	CALIFICACIÓN DEL OPERARIO	TIEMPO NORMAL POR ACTIVIDAD EN SEGUNDOS	
1	TRANSPORTE DE MP A DESBOBINADOR	X		583.81	100	583.81	
2	ALIMENTACION MP A PROCESO DE CORTE Y EXPAN	X	X	300	100	300	
3	TRANSPORTE Y VERIFICACIÓN DE PRODUCTO		X	50		50	
4	LLEGA MALLA FABRICADA		X	47.29		47.29	
5	SE COLOCAN PILAS DE 10 UNIDADES	X		25262.50	100	25262.50	
6	SE PROCEDE A ENROLLAR	X		290.98	100	290.98	
7	AMARRE	X		302.21	100	302.21	
8	ETIQUETADO	X		55.52	100	55.52	
9	ALMACENAJE EN BODEGA	X		39.60	100	39.60	
				TIEMPO DE CICLO		SEG	26931.91
						MIN	448.87
						H	7.48
				TIEMPO POR UNIDAD		SEG	39.03
				HORAS TOTALES DE 690 UNIDADES		H	7.48

Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

Este es el tiempo que requerirá un operario normal para realizar una tarea. La calificación asignada al personal es de 100% debido a que todos están familiarizados con el proceso correspondiente.

TN= Tiempo normal

TC= Tiempo cronometrado

C= Calificación del operario

Tiempo normal _____ 583.81

5.3.4 *Holguras*

Estos son tiempos añadidos al tiempo normal para hacer que el estándar sea práctico y alcanzable.

TABLA 17 Holguras, tolerancias o concesiones.

TABLA DE HOLGURAS	
SUPLEMENTOS CONSTANTES	
Necesidades personales	3
Fatiga básica	1
SUPLEMENTOS DE DESCANSO	
Suplementos por postura	
De pie	1

En el cuadro anterior se muestran el porcentaje de holguras dado al trabajador, de acuerdo a como realizan sus actividades en la estación de trabajo manual, obteniendo un total de **5%**, este valor es basado mediante tablas normalizadas de acuerdo a las necesidades de los diferentes procesos productivos.

5.3.5 Tiempo estándar

Es el tiempo que requiere un operario calificado y capacitado trabajando a un paso normal para realizar la operación.

Se debe considerar las holguras, concesiones o tolerancias que estén inmersos en la actividad que desarrolla el operario, de esta forma garantizar que no sobrepase ni disminuya los límites indispensables de la capacidad humana.

$$TE = TN + TN * HOLGURA$$

TE= Tiempo estándar

TN= Tiempo normal

%= Holguras, tolerancias

$$TE = 583.81 + 583.81 \times 0.05\%$$

$$TE = 624.64$$

TABLA 18 Tiempo estándar de las operaciones de malla expandida.

N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMA	TIEMPO DE ACTIVIDADES EN SEGUNDOS	% DE HOLGURA	TIEMPO NORMAL POR ACTIVIDAD EN SEGUNDOS
1	TRANSPORTE DE MP A DESBOBINADOR	X		583.81	0.06	613
2	ALIMENTACION MP A PROCESO DE CORTE Y EXPAN	X	X	300	0.06	315
3	TRANSPORTE Y VERIFICACIÓN DE PRODUCTO		X	50		50
4	LLEGA MALLA FABRICADA		X	47.29		47.29
5	SE COLOCAN PILAS DE 10 UNIDADES	X		25262.50	0.06	26525.63
6	SE PROCEDE A ENROLLAR	X		290.98	0.06	305.53
7	AMARRE	X		302.21	0.06	317.32
8	ETIQUETADO	X		55.52	0.06	58.30
9	ALMACENAJE EN BODEGA	X		39.60	0.06	41.85
				TIEMPO DE CICLO	SEG	28273.92
					MIN	471.23
					H	7.85
				TIEMPO POR UNIDAD	SEG	40.98
				HORAS TOTALES DE 690 UNIDADES	H	7.85

Fuente: ADELCA.
Realizado: Carlos Carranza.

5.4 Desarrollo para la reducción del tiempo en el nuevo proceso.

De acuerdo a los datos obtenidos en el gráfico N° 13, del trabajo de investigación realizado por el tesista, denota tareas del proceso que pueden ser eliminadas o mejoradas, que serán de beneficio para el incremento de la productividad en el proceso de recogimiento de malla expandida.

5.4.1 Tareas eliminadas.

Tarea N° 7. Rodillos de empaque

Se puede eliminar esta tarea a través de las vinchas de ajuste que se diseñó en el recogedor automático lo que genera pérdida de tiempo y movimientos improductivos.

Tarea N° 8. Envoltura manual

Este inconveniente se lo puede eliminar mediante la ejecución del sistema automático de recogimiento de malla el cual realizara el trabajo que se efectuaba de forma manual lo que generaba malestar a sus obreros y baja productividad por movimientos repetitivos.

5.4.2 Tareas mejoradas.

Tarea N° 1. Requisición de materia prima

En esta actividad fue rediseñada la ubicación de la materia prima lo que mejoró el tiempo en el nuevo proceso de fabricación y recogimiento de malla lo que hizo posible genera mayor productividad.

Tarea 4. Material procesado

En este proceso se disminuyó el tiempo de fabricación de mallas por lo que el proceso de empaque se automatizó.

Tarea 6. Empaque

En esta actividad se eliminó movimientos repetitivos mediante el diseño automático que se puso en marcha lo que genera una productividad de 69 rollos por turno.

Tarea 7. Rodillos de empaque

El rodillo ajustable tiene una velocidad de 30 rev por minuto.

Tarea 8. Envoltura

En este proceso se mejoró la presentación del producto terminado ya que cuenta con un ensamble estándar.

Tarea 10. Almacenamiento

Se almacena en un tiempo más debido a la reubicación del área evitando pérdidas de tiempo durante el proceso.

5.4.3 Diagrama de proceso propuesto de malla expandida.

GRÁFICO 33 Proceso de malla propuesto.




ACERIAS DEL ECUADOR ADELCA C.A.									
Método	Actual								
Área	TREFILADOS Malla Expandida								
Nombre de operación	Recogimiento de Malla Expandida								
Empieza	Bodega de MP								
Termina	Bodega de PT								
Analista	Carlos Carranza								
Fecha	02-Feb-12								
ACTIVIDADES	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	DISTANCIA METROS	CANTIDAD	TIEMPO SEG
DISTRIBUCIÓN DEL PROCESO									
1 Transporte de MP a desbobinador							10.5		300
2 Alimentación MP a proceso de corte y expansión.							0.50		120
3 Transporte de producto y verificación del producto si es conforme o no							1		45
4 Llega malla fabricada y se procede a colocar la vincha de seguridad para el proceso							0.45		16560
5 Presiona el pedal y se procede a enrollar									5
6 Se colocan pilas de 10 unidades									7866
7 Demora									5
8 Etiquetado									5
9 Almacenaje en bodega							2		5

TIEMPO DE CICLO	24911	seg
	415.18	min
	6.92	horas
NUMERO DE UNIDADES	690	unidades
TIEMPO POR UNIDAD	36.10	seg/unid

RESUMEN MÉTODO PROPUESTO

OPERACIÓN	CANTIDAD
OPERACIÓN 	6
TRANSPORTE 	2
INSPECCIÓN 	0
DEMORA 	1
ALMACENAJE 	1
OPERACIÓN E INSPECCIÓN 	1
DISTANCIA EN METROS(m)	14.45metros
TIEMPO (min.)	415.18 min
CANTIDAD	690

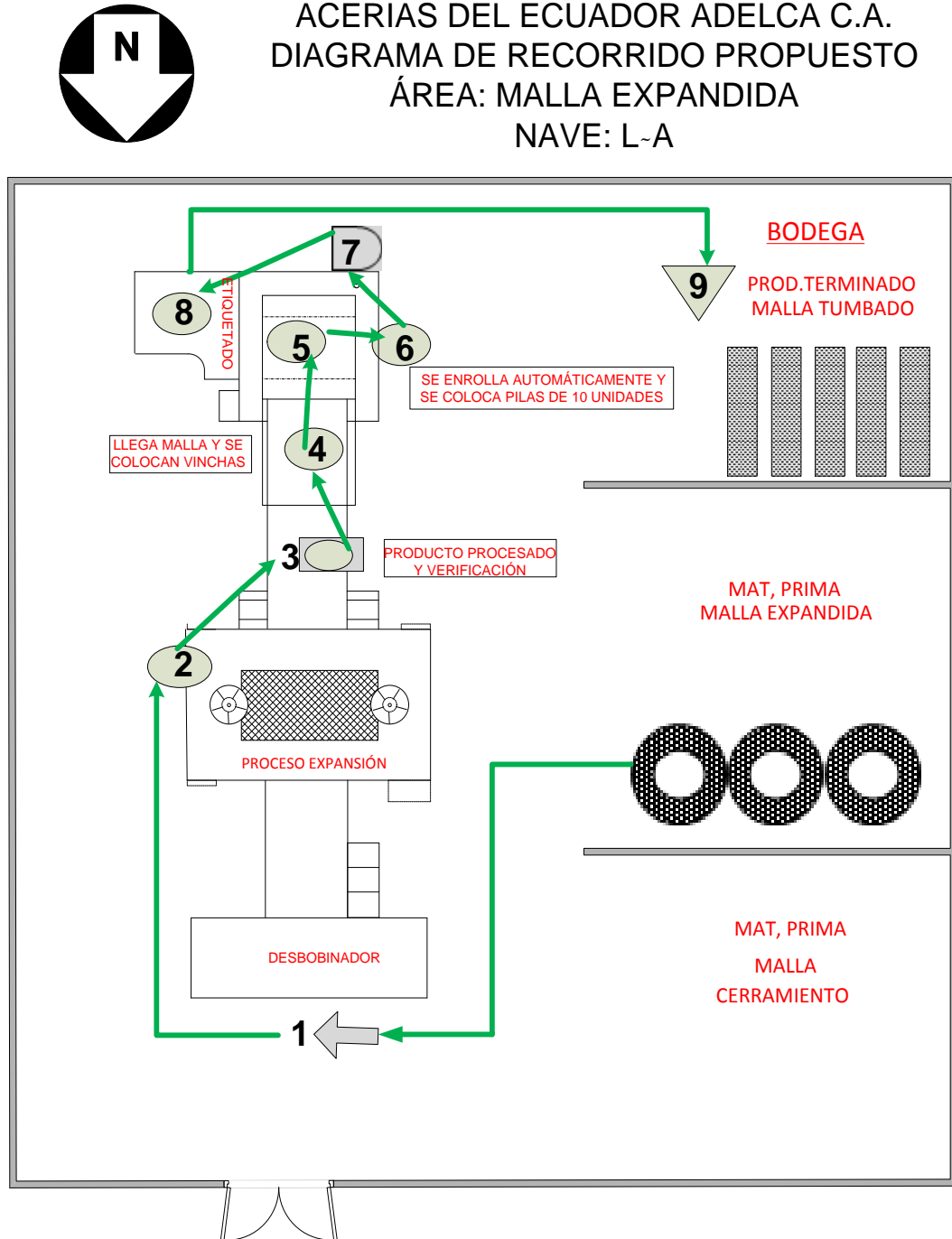
5.4.4 Diagrama hombre - máquina.

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA					
RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO			NRO:	
	ACT	PROPUEST	AHORA	1	DE 1
HOMBRE	350			TABLA DE ACTIVIDADES MULTIPLES	
MÁQUINA	24551			OPERACIÓN: PROCESO DE MALLA EXPANDIDA Y EMPAQUE	
REALIZADO POR: CARLOS CARRANZA				MÉTODO ACTUAL	
				PROPUESTO	
					
			ACTIVIDADES DE:		
TIEMPO	HOMBRE		MÁQUINA		
	Transporte de MP a desbobinador	300	ESPERAR	300	
	Alimentación MP a proceso de corte y expansión.	120	TRABAJANDO	120	
	Transporte de producto y verificación del producto si es conforme o no	45	ESPERAR	45	
	Llega malla fabricada y se procede a colocar la vincha de seguridad para el proceso	16560	TRABAJANDO	16560	
	Presiona el pedal y se procede a enrollar	5	TRABAJANDO	5	
	Se colocan pilas de 10 unidades	7866		7866	
	Demora	5	ESPERAR	5	
	Etiquetado	5			
	Almacenaje en bodega	5			

Fuente: ADELCA.

5.4.5 Diagrama de recorrido propuesto de malla expandida.

GRÁFICO 34 Recorrido de malla propuesto.

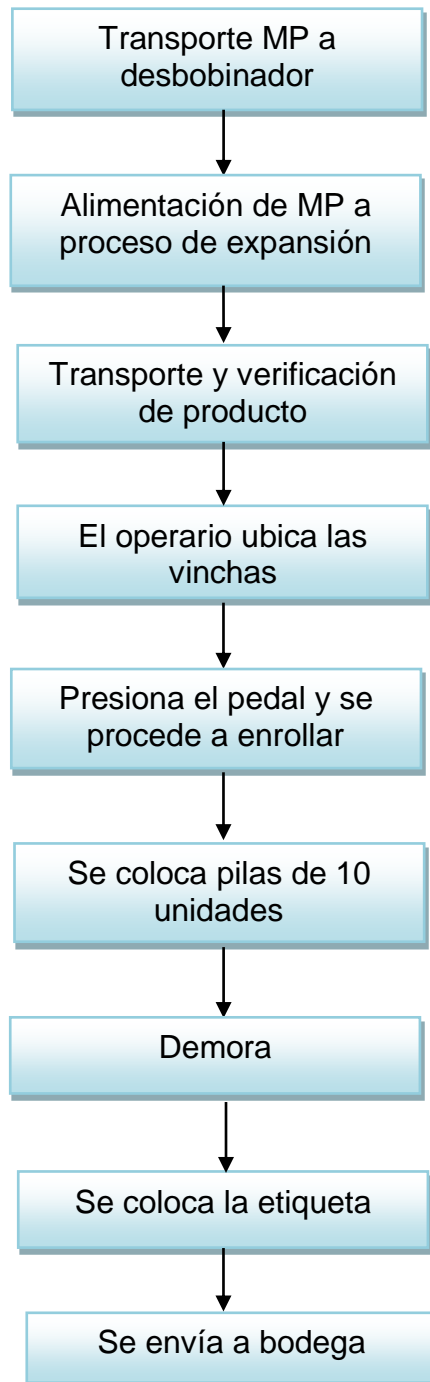


Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

5.4.6 Evaluación del nuevo proceso.

Gráfico 35 Evaluación del nuevo proceso



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

5.5 Diagrama estadístico de producción en un mes manual y automático.

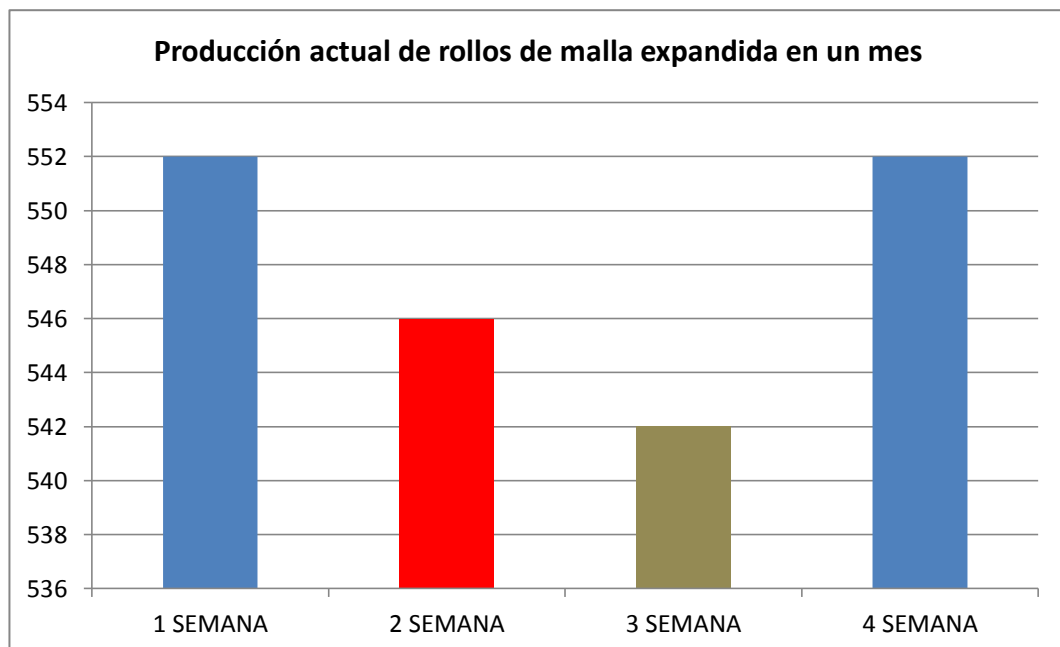
5.5.1 Producción manual.

TABLA 19 Tabla de frecuencias de producción mensual actual.

SEMANAS	ROLLOS	Fi A	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	FRECUENCIA%
1 SEMANA	552	552	0,25182482	0,25182482	25,18%
2 SEMANA	546	1098	0,24908759	0,50091241	24,91%
3 SEMANA	542	1640	0,24726277	0,74817518	24,73%
4 SEMANA	552	2192	0,25182482	1	25,18%
TOTAL	2192		1		100,00%

Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

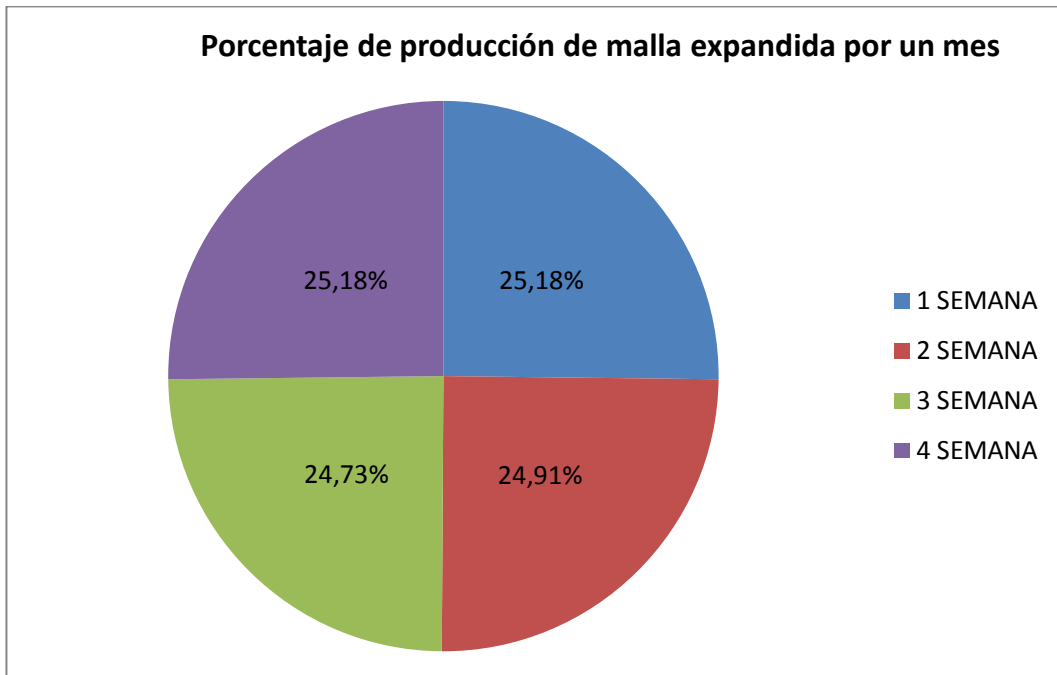


Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

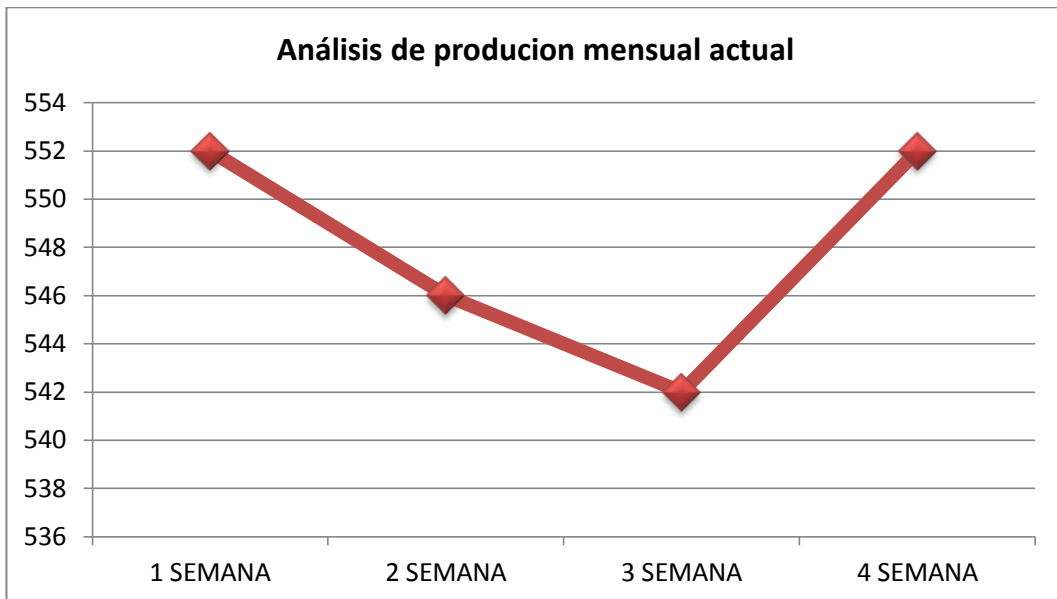
Como se observa en el tabla N°19 de barras, sectores y polígono de frecuencia la producción corresponde a un mes la primera y la cuarta semana genera **552**, mientras para la segunda semana se produce **546** rollos y finalmente la tercera

semana corresponden **542** rollos, debido a que el trabajo se lo efectúa de forma manual su producción es menor debido a los movimientos repetitivos de ensamblaje lo q causa fatiga muscular en los operadores.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

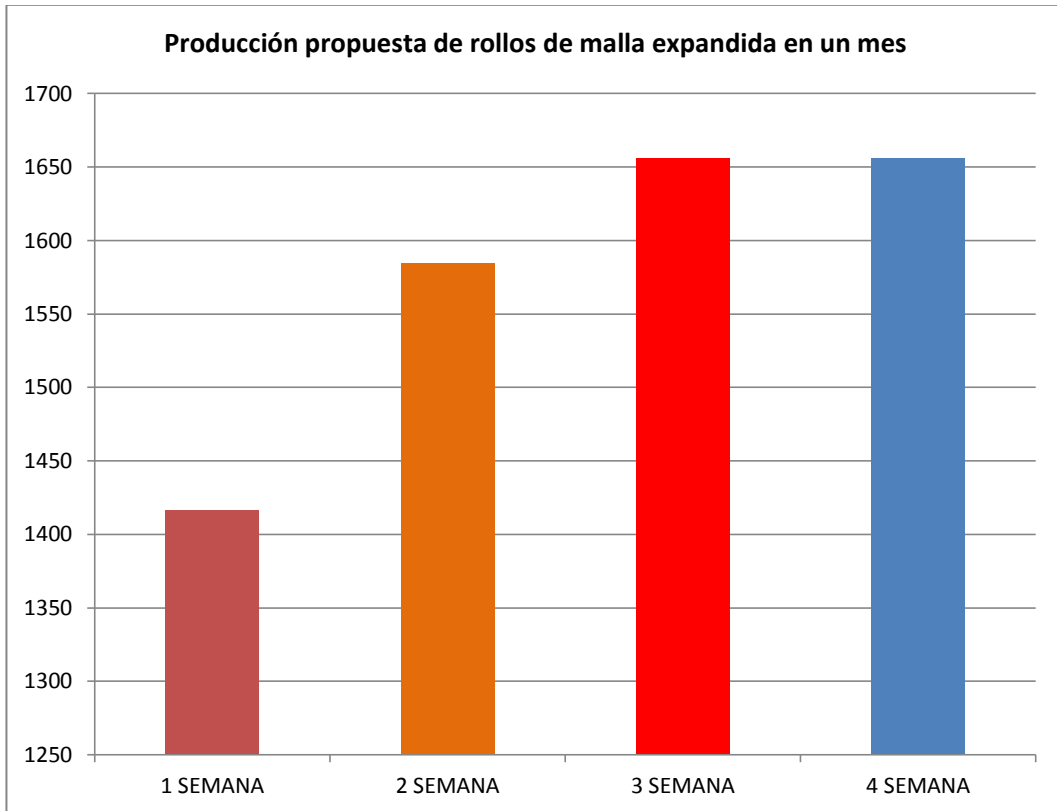
5.5.2 Producción automatizada.

TABLA 20 Tabla de frecuencias de producción mensual propuesta.

SEMANAS	ROLLOS	Fi A	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	FRECUENCIA%
1 SEMANA	1416	1416	0,2243346	0,2243346	22,43%
2 SEMANA	1584	3000	0,25095057	0,47528517	25,10%
3 SEMANA	1656	4656	0,26235741	0,73764259	26,24%
4 SEMANA	1656	6312	0,26235741	1	26,24%
TOTAL	6312		1		100,00%

Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.



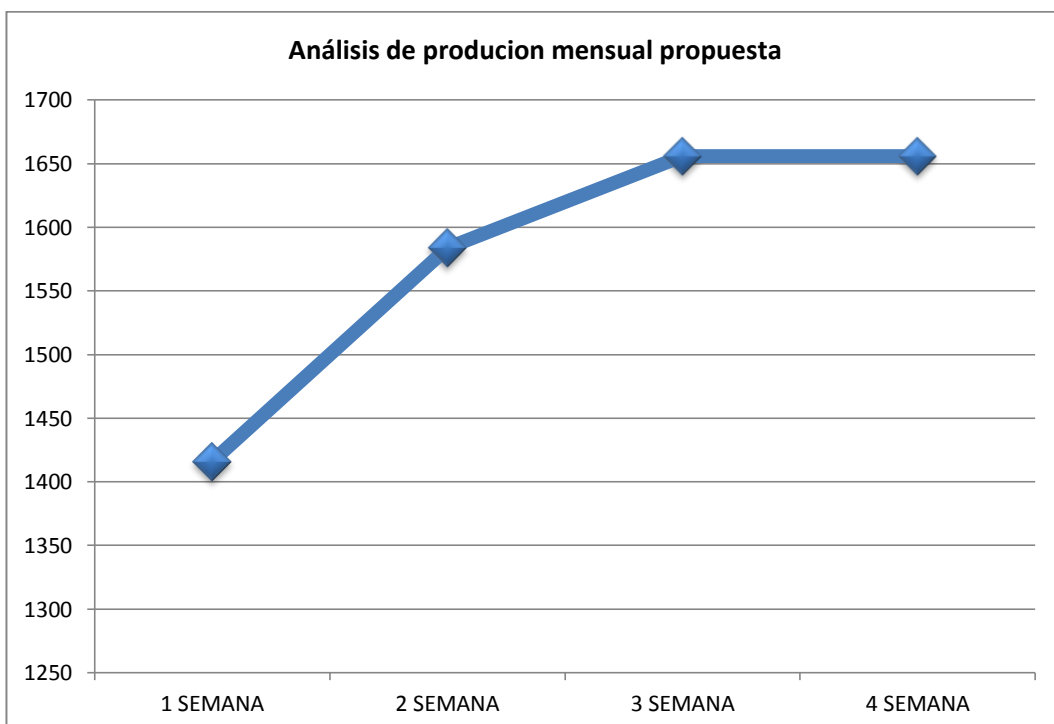
Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.



Fuente: ADELCA.

Realizado: Carlos Carranza.

Como se observa en la tabla N°20 de barras, sectores y polígono de frecuencia la producción corresponde a un mes lo que genera un **22.43%** para la primera semana que corresponden a **59** rollos por turno, **177** rollos al día y **1416** rollos a la semana mientras que para la segunda semana existe un **25.10%** que corresponden a **66** rollos por turno, **198** rollos al día y **1584** rollos a la semana, finalmente la tercera y cuarta semana genera un **26.24%** que representa a **69** rollos por turno, **207** rollos al día y **1656** rollos a la semana debido a que el trabajo se automatizó y se estandarizó el proceso en este nivel de producción.

5.5.3 Caracterización del nuevo proceso.

Responsable: Jefe de producción del área de trefilados

Cantidad de operarios: 1 trabajadores por turno

Tiempo (unidades* 8 horas): 415.18 min.

Cantidad de láminas por paquetes: 10 unidades

Tamaño de la malla: 610 x 2210 mm

TABLA 21 Matriz comparativa del proceso anterior con el nuevo proceso.

CARACTERÍSTICAS	PROCESO ANTIGUO	PROCESO NUEVO
Responsable	Jefe de producción	Jefe de producción, supervisa que se genere lo proyectado.
Cantidad de operarios	3 operarios por turno	1 operario por turno
Tiempo por rollo 8 horas	511.37 min.	415.18 min.
Cantidad de paquetes y tamaño de la malla	10 unidades por paquete, mallas de 610 x 2210mm (No hay cambios)	10 unidades por paquete, mallas de 610 x 2210mm.
Producción	23 rollos en 8 horas	69 rollos en 8 horas fijo.

Realizado: Carlos Carranza.

Como se observa, a través del nuevo proceso, el levantamiento de información que se ha realizado, ha podido lograr un incremento cerca de un 33% en la productividad con un proceso automático y fácil de operarlo, pero sobre todo disminuyendo la cantidad de personas requeridas y principalmente mejorando el nivel productivo logrando un trabajo efectivo y de calidad en la presentación del producto terminado.

5.5.4 Ahorro estimado de tiempo en diagramas de proceso

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos del tiempo de producción para una cantidad de 230 y 690 unidades de láminas de acero, tenemos:

El tiempo inicial para la producción de 230 láminas de acero era de **8,52 horas**, tomando en cuenta las mejoras propuestas se bajó el tiempo a **6,92 horas**, obteniendo un ahorro de **1,60 horas** en el proceso, e incrementando la productividad a 690 láminas que corresponde a 69 rollos por turno lo que representa el 33.33% más de producción.

Por lo que se propone implementar este tipo de diagrama de proceso de producción el cual está realizado en base a un proceso automático y a una nueva distribución de la planta eliminando movimientos repetitivos en el proceso, lo que brinda un buen ambiente de trabajo para los operarios del área de trefilados y un incremento en la producción de la sección de malla expandida de la empresa ADELCA.

5.5.5 Cálculo de la eficiencia del proceso

La eficiencia de la línea se obtuvo de acuerdo a los datos obtenidos con la eliminación y mejoramiento de las tareas descritas anteriormente, así como la estimación del tiempo normal, tiempo estándar con sus debidas holguras, obteniendo los siguientes resultados:

Sumatoria del tiempo de tareas = Tiempo de ciclo por unidad

Número de estaciones de trabajo (Net)=Sumatoria del tiempo de tareas/ Tiempo de ciclo.

Tiempo de ciclo (Tc) = Tiempo de producción disponible/ Demanda diaria de unidades.

TABLA 22 Eficiencia de la línea.

Tiempo de producción disponible	28800	Segundos
Demanda diaria de unidades	230	U
Sumatoria de tiempo de tareas	40.98	Seg/U
Número de estaciones de trabajo	1	U
Tiempo de ciclo	125.22	Segundos
Eficiencia de la línea	63,31%	%

Fuente: ADELCA
Realizado: Carlos Carranza.

Aplicando los datos correspondientes se ha notado una eficiencia del **63,31%** para la cantidad de 230 mallas de acero 8 horas diarias, con estos mismos datos se ha estimado un porcentaje de cuantas mallas más se pueden producir.

TABLA 23 Eficiencia de la línea con aumento de láminas de acero.

Tiempo de producción disponible	28800	Segundos
Demanda diaria de unidades	690	U
Sumatoria de tiempo de tareas	40.98	Seg/U
Número de estaciones de trabajo	1	U
Tiempo de ciclo	41.74	Segundos
Eficiencia de la línea	96,23%	%

Fuente: ADELCA
Realizado: Carlos Carranza.

Se ha aumentado la producción de unidades a **690** que corresponde a **69** rollos de malla expandida más por día con una eficiencia del **96,23 %** lo que representa una mejora en la productividad.

5.6 *Diseño de la maquinaria, materiales y especificaciones técnicas.*

De las características previas y a través del trabajo conjunto con el personal de ADELCA, el autor y un soporte externo ha sido posible obtener un diseño técnico de la maquinaria a través de las características que se presentan a continuación y el diseño que se presenta.

5.6.1 *Selección de materiales.*

Los materiales se seleccionan con el objetivo de elegir los adecuados, con la ayuda de especificaciones técnicas, normas y también a través de criterios de selección como:

- La facilidad de construcción y montaje para el funcionamiento óptimo de la máquina.
- Los costos, es un factor muy importante en el campo constructivo, como también la adquisición de materiales en el mercado local de los dispositivos a utilizar.
- La seguridad para el manejo del operario, para evitar cualquier accidente.

5.6.2 *Materiales para la construcción.*

Los materiales que se utilizaran son los siguientes:

CANTIDAD	DESIGNACIÓN	MEDIDAS
1	Assab 705	Ø 45mm x 1505mm
2	A. Trans Plancha	15mm x 500mm x 865mm
2	A. Trans Plancha	15mm x 500mm x 865mm
2	A. Trans Plancha	15mm x 500mm x 865mm
2	Perfiles Cuadrado	100mm x 100mm x 100mm
1	Assab 705	Ø 205mm x 80mm
3	Assab 705	Ø 100mm x 80mm
1	Assab 705	Ø 185mm x 55mm

1	Rodamiento	6016
1	Chumacera	SG56208
4	Ruedas de Caucho	Ø 120mm
1	Perfil C PN N°10	Longitud 200mm
2	Catalina	
1	K-100 Cuadrado	15mm x 15mm x 200mm
2	A. Trans Plancha	6mm x 600mm de Diámetro
1	Motoreductor Coaxial	380 RPM – 140mm
1	Variador 1 HP	220 V

5.6.3 Motor.

GRÁFICO 36 Motor.



Fuente: ADELCA.

TABLA 24 Especificaciones del motor.

MARCA	METALCORTE
TENSIÓN	220 V. 3~
CORRIENTE	2,9 A
POTENCIA	0,55 KW / ¾ Hp
COS θ	0,70
FRECUENCIA	60 Hz.

Fuente: METALCORTE S.A.

5.6.4 *Motoreductor.*

GRÁFICO 37 Motoreductor.



Fuente: ADELCA.

TABLA 25 Especificaciones del motoreductor.

MARCA	MOTOVARIO
TYPE	NA42
V	44,10

Fuente: METALCORTE S.A.

5.6.5 *Variador.*

GRÁFICO 38 Variador de frecuencia.



Fuente: ADELCA.

TABLA 26 Especificaciones del variador.

MARCA	SIEMENS
TYPE	SINAMIC G 110
POTENCIA	0,75 KW
CÓDIGO	6SL3211-0AB17-5VA1

Fuente: METALCORTE S.A.

5.6.6 Pistón.

GRÁFICO 39 Pistón.



Fuente: ADELCA.

TABLA 27 Especificaciones del pistón.

MARCA	FESTO
MODELO	25 - PPV

5.6.7 Estrangulador.

TABLA 28 Especificaciones del estrangulador.

MARCA	FESTO
MODELO	LRP-1/4
P1 Max	12 bar
P2 Max	4 bar

5.6.8 Assab 705¹².

GRÁFICO 40 Assab 705.



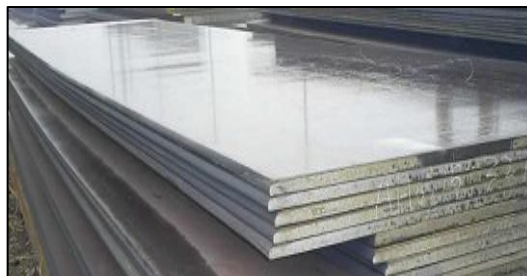
Fuente: ACEROSRAMIT.

Es un acero aleado al Cromo-Níquel-Molibdeno. Se suministra en estado bonificado, libre de tensiones internas para que no se combe o se deforme durante el maquinado. Se caracteriza por su gran tenacidad, templabilidad y resistencia a la torsión. Utilizado para piñones, tuercas, pasadores, ejes, barras de torsión, cigüeñales, engranajes para reductores. Este material es utilizado para la fabricación del rodillo que servirá como instrumento principal del recogedor automático de malla expandida.

Velocidad del rodillo: Ajustable de 0 – 30 rev x min.

5.6.9 K - 100.

GRÁFICO 41 K- 100.



Fuente: ACEROSRAMIT.

Es un acero al carbono Temple en agua. Combina alta dureza superficial con alta tenacidad en el núcleo Utilizado para trabajo en frío.

¹² <http://www.acerosramit.com/productos.html>

5.6.10 Construcción del recogedor de malla expandida.

De esta manera, con las medidas previamente dispuestas en el diseño se procedió a la construcción de la caja de almacenamiento mecánico (VER PLANOS N° 1, 2).

GRÁFICO 42 Construcción caja sistema mecánico.



Fuente: ADELCA.

Esta es la caja que almacena todo el sistema mecánico el cual albergara al motor, motoreductor, pistón, rodamiento, chumacera y el rodillo ajustable. Las medidas se ajustan de acuerdo a una posición ergonómica para la ejecución del proceso de recogimiento de malla expandida y sus medidas son de acuerdo a la medida de sus componentes dándole el espacio necesario para realizar los ajustes necesarios y el mantenimiento respectivo del equipo el material de construcción es 15mm de espesor su altura es de 100mm, ancho 360mm x 500mm.

GRÁFICO 43 Instalación sistema mecánico.



Fuente: ADELCA.

GRÁFICO 44 Rodillo ajustable.



Fuente: ADELCA.

Su material se de construcción Assab 705 ya que es libre de tensiones y deformaciones su medida es de 650mm de acuerdo a las especificaciones de la malla que se procesa (VER PLANOS N° 3, 4, 5, 6).

5.6.11 Maquinaria recogedora de malla expandida.

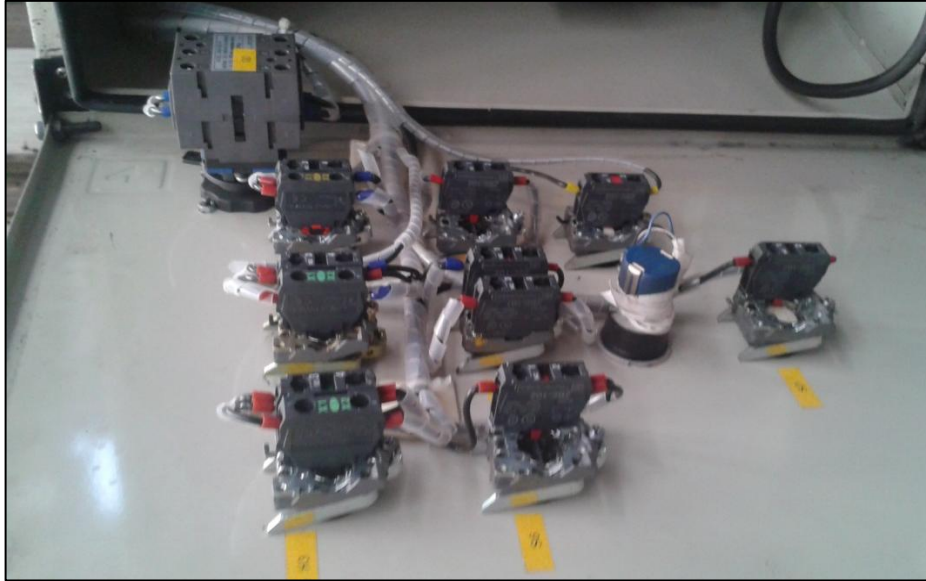
GRÁFICO 45 Maquinaria recogedora de malla implementada.



Fuente: ADELCA.

5.6.12 Construcción de caja de control.

GRÁFICO 46 Sistema electrónico.

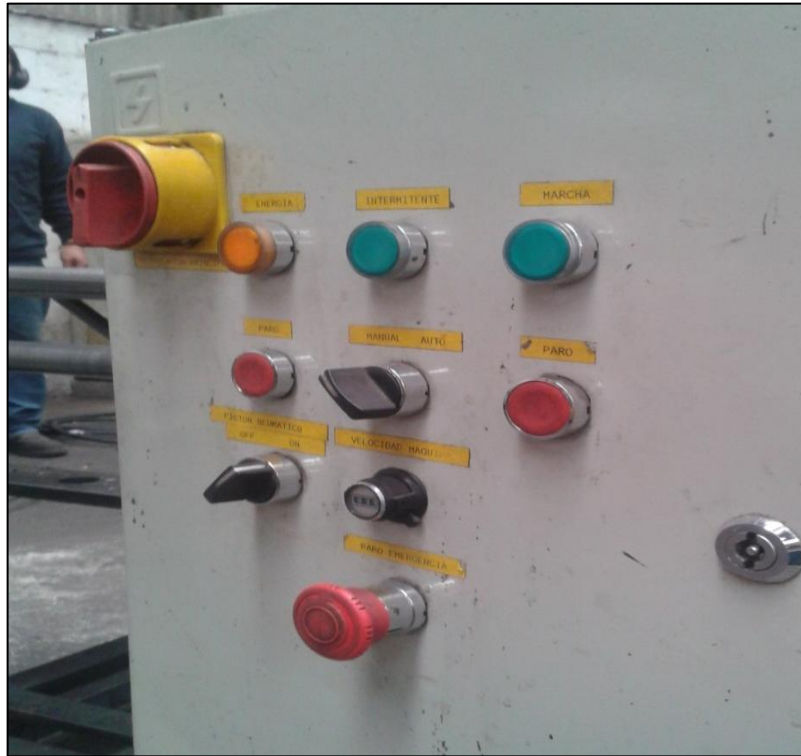


Fuente: ADELCA.

El tablero de control tiene una medida de 220mm de alto y 380mm de ancho su funcionamiento cuenta con contactores, reguladores de velocidad y donde principalmente se encuentra el variador de frecuencia que será el encargado de regular la velocidad necesaria para el óptimo trabajo sus funciones de trabajo se detalla en el grafico N° 47 y se detalla de la siguiente manera.

- Encendido y Apagado.
- Energía.
- Intermitente.
- Marcha.
- Paro.
- Manual Automático.
- Paro.
- Pistón Neumático.
- Velocidad de la Máquina.
- Paro de Emergencia.

GRÁFICO 47 Funciones de control del recogedor de malla.



Fuente: ADELCA.

En el grafico N°48 se demuestra la función que realiza el variador de frecuencia con todas sus funciones, siendo la función principal del recogedor de malla.

GRÁFICO 48 Mandos de control del recogedor de malla.



Fuente: ADELCA.

En el grafico N° 49 se demuestra la malla recogida con el nuevo proceso de trabajo lo que se puede observar a simple vista la calidad de su presentación contribuyendo de esta manera con un producto competitivo en el mercado y sobre todo siguiendo los lineamientos de mejora continua de la empresa dentro de sus procesos de producción.

GRÁFICO 49 Malla obtenida con la implementación.



Fuente: ADELCA.

6 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROCESO.

6.1 Presupuesto de inversión.

TABLA 29 Inversiones realizadas para el proceso automatizado.

Inversiones realizadas	Valor
Inversión maquinaria	12600
Capacitación	600
TOTAL	13250

Las inversiones para el diseño de una máquina que optimizara el proceso está centrada en dos aspectos, la construcción de la maquinaria y la capacitación al personal operativo más la documentación requerida de maquinaria.

6.2 Presupuesto de operación.

Para evaluar los presupuestos de operación es necesario definir de donde proceden los ingresos y los costos, los cuales se detallan como sigue:

6.2.1 Presupuestos de operación con el proceso actual.

Presupuesto de ingresos.

El presupuesto de los ingresos que obtiene la empresa previa al proceso actual estaba centrado en la producción de 23 rollos por turno, lo cual se detalla así:

TABLA 30 Cálculo de ingresos sin el proceso automatizado.

	Rollos por turno	Nº de turnos diarios	Días de producción anual	Producción anual	Precio por rollo	INGRESOS
Ingresos	23	3	365	25185	50	1'259.250

De esta manera, los ingresos anuales por el producto estimados para la empresa han sido alrededor de \$1'259.250 anuales.

Presupuesto de costos y gastos.

Los costos de mano de obra se pueden detallar como siguen:

TABLA 31 Cálculo de costos de mano de obra sin el proceso automatizado.

	Cantidad de operarios por turno	No de turnos diarios	Salario mensual (costo para ADELCA)	Meses anual	Total
Costos mano de obra	3	3	360	12	38880

Por tanto los ingresos sin la implementación se estiman como sigue:

TABLA 32 Resumen de ingresos y egresos sin el proceso automatizado.

Ingresos	Año 1
Ingresos	1259250
Costos de personal	38880
Costos de materia prima	869660
Beneficio directo	350.710

Como se observa en la tabla, los costos de materia prima son los más altos y de acuerdo a la información de la empresa se estiman en 55% de las ventas.

6.2.2 Presupuestos de operación con el proceso automatizado.

Luego de poner en marcha el proceso automático, la producción se incrementó a 69 rollos en 8 horas, por lo que se puede calcular los ingresos previstos, sin cambiar las demás variables:

TABLA 33 Cálculo de ingresos con el proceso automatizado.

	Rollos por turno	No de turnos diarios	Días de producción anual	Producción anual	Precio	Total
Ingresos	69	3	365	75.555	50	3'777.750

De igual manera los costos de mano de obra con el proceso automatizado son como se presenta en la siguiente tabla:

TABLA 34 Cálculo de costos de mano de obra con con el proceso automatizado.

	Cantidad de operarios por turno	No de turnos diarios	Salario mensual (costo para ADELCA)	Meses anual	Total
Costos directos	1	3	360	12	12960

Como se observa, la cantidad de personal disminuyó a 1 persona operativa en el área de malla expandida de trefilados.

A continuación se realizan los cálculos correspondientes al costo del mantenimiento mecánico, consumo de energía entre otros, para lo cual se han realizado los siguientes cálculos:

Mantenimiento mecánico:

Se realiza un mantenimiento mecánico de la máquina cada 8 semanas con un costo de \$250 por ocasión, por tanto:

$$\text{Mantenimiento mecánico} = 250 \times 6 = \mathbf{\$1500}$$

Gastos de mantenimiento:

Se utiliza para lubricación el cambio de aceite (ISO 68), mensualmente con un costo de \$35, por tanto:

$$\text{Cambio de aceite} = 35 \times 12 = \mathbf{\$420}$$

$$\text{Cambio de cuchillas mensual} = 65 \times 12 = \mathbf{\$780}$$

Consumo de energía:

La energía se consume a través de 2 partes: El motor principal y el recogedor de la siguiente manera: El motor consume 13 kw, se lo utiliza aproximadamente al 80% y produce las 24 horas al día y el costo del Kw hora es de \$0,0896 en el país, por tanto:

$$\text{Consumo motor principal} = (13\text{kw}) (24 \text{ h.}) (0,8 \text{ utilización}) (\$0,0896 \text{ por Kwh}) (12 \text{ meses}) = \mathbf{268,37}$$

$$\text{Recogedor (0,74 HP)} = (0,74\text{HP}) (0,75 \text{ Kw transformación HP-Kw}) (24 \text{ horas}) (80\% \text{ utilización}) (\$0,0896 \text{ por Kwh}) (12 \text{ meses}) = \mathbf{11,46}$$

TABLA 35 Cálculos realizados para la determinación de egresos con con el proceso automatizado.

Egresos de mantenimiento	Valor anual
Mantenimiento mecánico (cada 8 semanas)	1500
Gastos de mantenimiento (aceite ISO 68)	420
Cambio de cuchillas (mensual)	780
Motor principal (13 Kw)	268,37
Recogedor (0,74 HP)	11,46
TOTAL:	2979.83

TABLA 36 Resumen de ingresos y egresos con el proceso automatizado.

	Año 1
Ingresos	3'777.750
Gastos de personal	12960
Gastos materia prima	869660
Mantenimiento mecánico	2979.83
Beneficio directo	2'892.150,17

6.3 Evaluación de costos.

Por tanto es posible analizar la diferencia de costos anuales, también los beneficios adicionales que se obtiene con el proceso automatizado como se demuestra en la siguiente tabla:

TABLA 37 Diferencias alcanzadas en los beneficios y productividad de la empresa con el proceso automatizado.

Diferencia de beneficios	\$2'541.440.17
Incremento de productividad	33.33%
Disminución de gastos directos	59,0%

Como se observa, anualmente se obtiene **\$2'541.440.17** adicionales por la implementación realizada, esto se ha logrado debido a que la productividad se incrementó en un 33.33% y se logró disminuir la mano de obra. A su vez al analizar los gastos directos en relación a personal y otros gastos directos, sin tomar en cuenta la materia prima se puede observar que se logró disminuir costos en un 59%.

De esta manera, se ha podido verificar el mejoramiento del proceso automatizado, también de manera financiera.

6.3.1 Tiempo de recuperación de la inversión.

El tiempo de recuperación de la inversión del proceso automatizado más la capacitación se detalla de la siguiente manera:

TABLA 38 Recuperación de la inversión.

CANTIDAD EN ROLLOS	PRECIO	TOTAL	TURNOS PRODUCIDOS
264	\$50	13200	4

La inversión del proceso automatizado se recupera en un lapso de 3 turnos de trabajo de 8 horas laborables y 1 turno que produzca 57 rollos dando como resultado 264 rollos para posteriormente efectuar su venta y de esta manera recobrar la inversión que se puso en marcha dejando un utilidad anual de **\$2'541.440.17** en beneficio de la empresa.

6.4 *Beneficios a obtenerse en la empresa Adelca del proceso recogedor de malla expandida automático.*

En el desarrollo del diseño de un recogedor de malla expandida automatizado se ha identificado que los principales beneficios a obtenerse son:

- Incremento de la eficiencia y eficacia del desarrollo del proceso de recogimiento de malla expandida en el área de trefilados de ADELCA.
- Disminución de los costos de operación dando como resultado la obtención adecuada de los objetivos planteados.
- Control adecuado y oportuno del proceso de regimiento de malla expandida en la cual se podrá dar solución adecuada a los posibles problemas a presentarse.

6.5 *Principales beneficiados del proceso recogedor de malla expandida automático.*

Como se ha mencionado previamente y detallando este aspecto, los principales beneficiados del desarrollo del diseño de un recogedor de malla expandida automatizado identificados son:

- Los trabajadores del área de trefilados de ADELCA ya que su seguridad y salud ocupacional se verán garantizadas.
- El proceso de malla expandida tendrá la eficiencia y eficacia esperada, por lo tanto en general se puede mencionar como ente beneficiario será el área de producción.
- La empresa ADELCA, ya que en este proceso los costos operativos disminuirán aumentando la utilidad proyectada.
- La sociedad en general ya que las empresas y personas podrán contar con un producto de calidad y que a su vez garantice la calidad total del producto.

CONCLUSIONES.

- La información recopilada para la realización de este proyecto, a través de libros, folletos, y medios electrónicos, complementado con los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi se convierten en una guía de mucha importancia para la realización de la presente investigación, puesto que mediante el análisis de las técnicas y herramientas empleadas para el estudio de tiempos y métodos de trabajo para mejora de la producción, la comparación con trabajos anteriores y sus problemas existentes, fueron la pauta para la culminación del presente trabajo investigativo.
- La recolección de datos en el proceso de recogimiento manual de malla expandida arrojaron la necesidad de una reestructuración en sus actividades, puesto que el tiempo que tomaba realizarlas era demasiado alto, perjudicando a la empresa en costos de producción. Así también se obtuvo la información de las causas que ocasionaban los diferentes retrasos de producción que fue el punto de partida para proponer un diseño automático que remplace el trabajo actual y de esta forma mantener un flujo constante de sus actividades.
- Fue notoria la incertidumbre y desinterés de los trabajadores en el proceso manual, pues se presentaban muchos problemas en la realización de sus tareas, ocasionando en ellos fatiga, desánimo, malestar general y posibilidad de enfermedad profesional.
- El estudio realizado, proporciona una gran información que va desde diseño de puestos de trabajo, planimetría, hojas de procesos, diagramas de diagnóstico hombre máquina, diagramas de análisis del proceso, documentación necesaria para la toma de decisiones, el control de los recursos que facilita la planificación y programación de la producción.

RECOMENDACIONES.

- Para el proceso actual de recogimiento de malla se debe realizar un manual de instructivos y actividades, de esta manera las personas inmersas en este proceso tendrán detallado las condiciones y parámetros que deben emplearse en la realización de dichas actividades.
- Llevar historial de paros de producción por correcciones y daños en el proceso de recogimiento automático de mallas, para el análisis de la frecuencia que estos se presentan y con qué gravedad incide en la productividad para poder tomar decisiones o dar soluciones posibles a los problemas que se presenten.
- Buscar las mejores alternativas para optimizar los sistemas de producción anteriores al proceso de producto terminado mediante estudios de tiempos y movimientos los cuales llevan a determinar la situación actual y proponer las mejores alternativas para mejorar la producción y el desempeño de los trabajadores en sus puestos de trabajo.
- Aplicar el presente trabajo como base de futuros trabajos de investigación para el mejoramiento continuo de todas las áreas o procesos de la empresa ADELCA.

BIBLIOGRAFÍA CITADA.

- BEUNENS, Paul. **La Trefilación**. Belgica: Beakert, 1993.
- CHASE, Richard, F.Roberts JACOBS, y Nocholas AQUILANO. **Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva**. Chile: 10° Edición.Mc.Graw Hill.2005., 2005.
- FIGUERA VINUÉ, Pau. **Optimización de Productos y Procesos Industriales**. Barcelona (España): Planeta DeAgostini Profesional, S,L., 2006.
- GARCÍA CRIOLLO,Roberto. **Estudio del Trabajo.Ingeniería de Métodos**, Editorial Magraw-Hill Interamericana Editores, S,A de C.V. Duodécima edición 2009. México.
- GARCÍA, Angel Alonso. **Conceptos de Organización Industrial**. Barcelona (ESPAÑA): MARCOMBO,S.A., 1998.
- HODSON, William K. **Maynard-Manual del Ingeniro Industrial**, Editorial Magraw-Hill Interamericana Editores, S,A de C.V. Duodécima edición 2009. México.
- NIEBEL , Benjamín W. **Ingeniería Industrial:Métodos, estándares y diseño del trabajo**, Editorial Magraw-Hill Interamericana Editores, S,A de C.V. Duodécima edición 2009.
- PALACIOS, M. A. **Análisis del proceso industrial de trefilado húmedo para la reducción de alambres de acero para las soldaduras continuas**. CHILE: Universidad de Santiago de Chile., 2006.
- PÉREZ FERNÁNDEZ DE VELASCO, José Antonio. **Gestión por Procesos**. Madrid (España): ESIC EDITORIAL, 2007.
- RIVEROS, Hugo. **Administración de la producción II**. Bogotá: Unisur, Facultad de Ciencias Administrativas..., 1997.
- Scribd. «Scribd.com.» Scribd.com. 15 de Noviembre de 2012. <http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos> (último acceso: 14 de Enero de 2013).
- VILLAMIL, Martín Elías, y Gina María BERMÚDEZ. **Administración de la producción y las operaciones**. Bogotá: UNADEcacen, 2003.
- VILLOTA, Eduardo. **Texto Guía de Ingeniería de la Producción**. Santiago (CHILE): ANDALUS, 2000.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- BEUNENS, Paul. **La Trefilación**. Belgica: Beakert, 1993.
- CURIE M. "**Análisis y medición del trabajo**", Editorial Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V. Primera edición 1999, México.
- CHASE, Richard, F.Roberts JACOBS, y Nocholas AQUILANO. **Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva**. Chile: 10° Edición.Mc.Graw Hill.2005., 2005.
- FIGUERA VINUÉ, Pau. **Optimización de Productos y Procesos Industriales**. Barcelona (España): Planeta DeAgostini Profesional, S,L., 2006.
- GARCÍA CRIOLLO,Roberto. **Estudio del Trabajo.Ingeniería de Métodos**, Editorial Magraw-Hill Interamericana Editores, S,A de C.V. Duodécima edición 2009. México.
- GARCÍA, Angel Alonso. **Conceptos de Organización Industrial**. Barcelona (ESPAÑA): MARCOMBO,S.A., 1998.
- HODSON, William K. **Maynard-Manual del Ingeniero Industrial**, Editorial Magraw-Hill Interamericana Editores, S,A de C.V. Duodécima edición 2009. México.
- MEYERS,Fred E. **Estudio de Tiempos y Movimientos**, Editorial Pearson Educación de México, S,A. de C.V. Segunda edición 2002.
- NIEBEL , Benjamín W. **Ingeniería Industrial:Métodos, estándares y diseño del trabajo**, Editorial Magraw-Hill Interamericana Editores, S,A de C.V. Duodécima edición 2009.
- PALACIOS, M. A. **Análisis del proceso industrial de trefilado húmedo para la reducción de alambres de acero para las soldaduras continuas**. CHILE: Universidad de Santiago de Chile., 2006.
- PÉREZ FERNÁNDEZ DE VELASCO, José Antonio. **Gestión por Procesos**. Madrid (España): ESIC EDITORIAL, 2007.
- RIVEROS, Hugo. **Administración de la producción II**. Bogotá: Unisur, Facultad de Ciencias Administrativas..., 1997.
- Scribd. «Scribd.com.» Scribd.com. 15 de Noviembre de 2012. <http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos> (último acceso: 14 de Enero de 2013).

VILLAMIL, Martín Elías, y Gina María BERMÚDEZ. **Administración de la producción y las operaciones**. Bogotá: UNADEcacen, 2003.


VILLOTA, Eduardo. **Texto Guía de Ingeniería de la Producción**. Santiago (CHILE): ANDALUS, 2000.

ANEXOS.

ANEXO 1 Formas impresas para estudio de tiempos.

Nº de mediciones	Tiempo Inicio	Tiempo final	Tiempo Prom (min.)
CICLO 1			

ANEXO 4 Características de la malla expandida.

 <small>Acería del Ecuador</small>	PESO DEL ROLLO (Kg)			LONGITUD DE MALLA (m)			LONGITUD DE AVANCE	CONTADOR DE MALLA	
TIPO	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	NOMINAL	MINIMO	MAXIMO
NORMAL	6	6,15	6,3	2,2	2,21	2,22	0,7	420	490
SUPERIOR	7,9	8	8	2,2	2,21	2,22	0,7	555	585
REFORZADA	10,88	11	11	29,94	30	30,12	0,7	7300	8090

ANEXO 5 Ajuste del variador de frecuencia.



ANEXO 6 Construcción caja sistema mecánico del recogedor.



ANEXO 7 Materia prima bobinas de acero.



ANEXO 8 Desbobinador.



ANEXO 9 Malla producida almacenada.



ANEXO 10 Etiqueta malla expandida.



ANEXO 11 Definición de términos básicos.

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 y las demoras personales y los retrasos inevitables.

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS:

Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

EFICIENTES O EFECTIVOS:

De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y pre colocar en posición de naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar.

TREFILADO:

Proceso de fabricación de alambre mediante tracción, en que se le hace pasar por una serie de agujeros cónicos, cada vez más pequeños.

MALLA:

Grupo de filamentos metálicos o de fibras entretelados cilíndricamente para formar una protección mecánica o electrostática.

PRODUCCIÓN:

Acto de producir los productos, o la suma de todos los productos (bienes o servicios) producidos en una empresa.

PRODUCTIVIDAD:

Cociente resultante de dividir la producción (resultados obtenidos) entre los recursos (insumos utilizados). Mientras mayor sea la producción y menores los recursos (o costos) utilizados en ella, mayor será la productividad.

RECURSOS:

Elementos que serán utilizados en la producción de bienes o servicios, o que serán transformados en éstos.

OPERACIONES:

Actividades cuyos procesos combinan, separan, reforman y transforman insumos o recursos en productos (bienes o servicios).

CALIDAD:

La conformidad de un producto o servicio con un estándar previamente especificado.

CONTROLADOR:

Dispositivo con una salida que varía para regular una variable de control de una manera específica. Un controlador manual varía su salida automáticamente en respuesta a una entrada directa o indirecta de un proceso variable.

AUTOMATIZACIÓN:

Aplicación de las máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.

PLANOS.