

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**UNIDAD ACADÉMICA DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE  
LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA: “ANÁLISIS Y MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO  
DEL CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA  
UBICADO EN EL SECTOR EL NIÁGARA DE LATACUNGA  
COTOPAXI”**

**PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA.**

**AUTORES:**

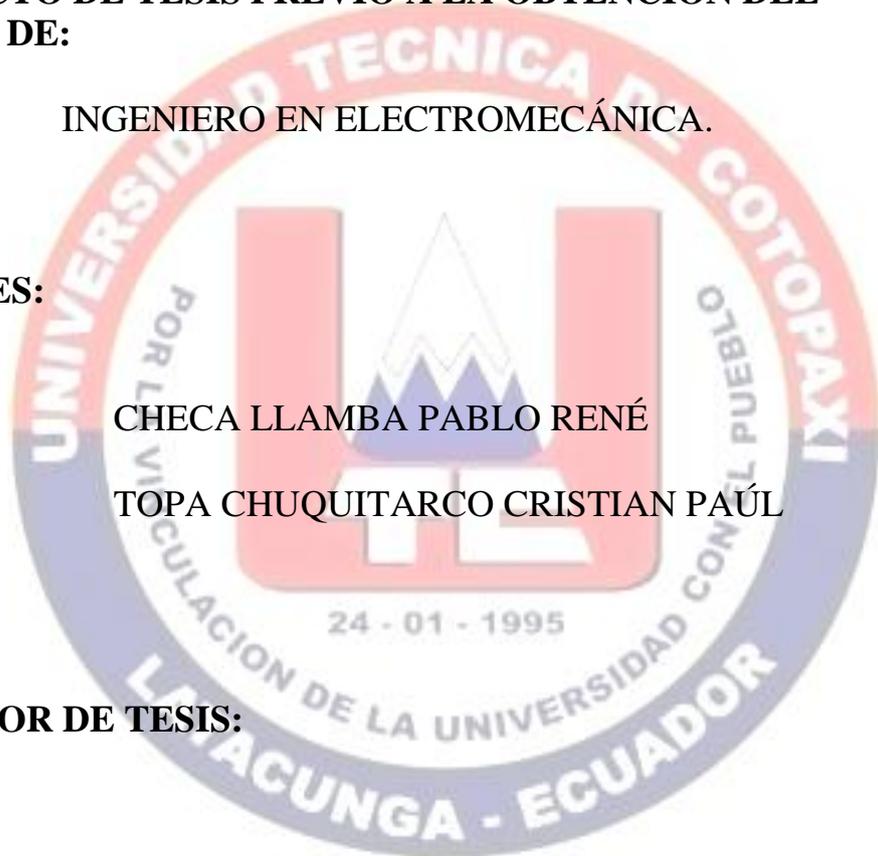
**CHECA LLAMBA PABLO RENÉ**

**TOPA CHUQUITARCO CRISTIAN PAÚL**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. HERNÁN NAVAS**

**LATACUNGA – ECUADOR  
ABRIL 2010**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación, redacción y propuesta es exclusiva autoría por parte de los investigadores: Checa Llamba Pablo y Topa Chuquitarco Cristian quienes nos responsabilizamos por las ideas y comentarios emitidos en la elaboración de este proyecto de tesis.

-----  
Checa Llamba Pablo René

C.C 050266955-9

-----  
Topa Chuquitarco Cristian Paúl

C.C 050292130-7

## CERTIFICADO

En cumplimiento a lo estipulado en el Capítulo IV, art. 26 literal H) del Reglamento Graduación en el nivel de Pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de director de tesis del tema “ANÁLISIS Y MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA, UBICADO EN EL SECTOR EL NIÁGARA DE LATACUNGA COTOPAXI” Propuesto por los Egdos. Checa Llamba Pablo René y Topa Chuquitarco Cristian Paúl, de la Ingeniería en la especialidad de Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficiente para ser sometida a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Académico de la unidad académica de la carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La claridad y veracidad de su contenido a más del desempeño y dedicación puesto por sus autores en cada etapa de su realización, merece especial atención y su consideración como trabajo de calidad.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acto de la defensa de tesis.

-----  
Ing. Hernán Navas

DIRECTOR DE TESIS

## **CERTIFICADO**

Por el presente tengo a bien certificar, que el trabajo con el nombre: “ANÁLISIS Y MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA UBICADO EN EL SECTOR EL NIÁGARA DE LATACUNGA COTOPAXI”, por parte de los señores egresados: Checa Llamba Pablo René y Topa Chuquitarco Cristian Paúl, lo realizaron con toda responsabilidad bajo mi supervisión y se cumplieron con las expectativas de mejorar la productividad.

Es todo cuanto puedo decir con honor a la verdad. Los interesados pueden hacer uso de este certificado como mejor convenga a sus intereses.

Atentamente

-----  
Ego. Jarol Ulloa  
050154334-2

Gerente CIIU

Latacunga, 12 de Abril del 2010

## CERTIFICADO

Por el presente tengo a bien certificar, que la traducción del idioma inglés del resumen de la tesis “ANÁLISIS Y MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA UBICADO EN EL SECTOR EL NIÁGARA DE LATACUNGA COTOPAXI” De los señores egresados: Checa Llamba Pablo René y Topa Chuquitarco Cristian Paúl, lo realizaron bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido bajo la estructura del lenguaje inglés.

Es todo cuanto puedo decir con honor a la verdad. El interesado puede hacer uso de este certificado como mejor convenga a su interés.

Atentamente

-----  
Lic. Mayra Alpusig  
C.C. 050221880-3  
Profesora de Ingles

Latacunga, 29 de Abril del 2009

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien me concedió la vida y me permitió alcanzar mi anhelo profesional.

De manera muy especial mi eterno reconocimiento, para quienes me apoyaron durante mis años de vida estudiantil; especialmente a los compañeros y docentes, de quienes llevo los mejores recuerdos. Quiero dejar constancia de mi profunda gratitud a la Universidad Técnica de Cotopaxi, quien me abrió las puertas para llenarme de conocimientos, cumplir mis metas e ideales y ser un profesional útil en la sociedad.

Pablo

La vida es un don maravilloso que Dios concede a cada ser humano; por ello mi sincero y eterno agradecimiento a nuestro creador.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi prestigiosa institución que me acogió en sus predios para cumplir con uno de los objetivos de mi proyecto de vida, el cual es obtener la Ingeniería. Además agradezco a todas las personas quienes estuvieron y están junto a mi persiguiendo este anhelado sueño, en especial al Sr. Jarol Ulloa que permitió que en las instalaciones de su Fábrica se desarrollara el proyecto de tesis; culminando así mi preparación como Ingeniero.

Cristian

## **DEDICATORÍA**

A MIS QUERIDOS PADRES, seres maravillosos que me dieron la vida, por confiar y darme el apoyo necesario aun quizá sin merecerlo y siempre me inculcaron desde niño los consejos más sabios con los cuales pude afrontar los problemas que a diario se presentaron en mi vida y gracias a ellos he logrado plasmar este sueño tan anhelado.

A todos quienes estuvieron en los momentos más duros y difíciles de mi vida ya que con su apoyo contribuyeron a la culminación de un objetivo el mismo que me propuse alcanzar con dedicación, perseverancia, respeto, puntualidad y disciplina.

Pablo

Las personas especiales en mi vida merecen el reconocimiento por lo mismo quiero dedicar este trabajo realizado con todo mi esfuerzo.

Agustina mi querida abuela quien con su ejemplo de lucha constante ha demostrado que todo se puede si se quiere y que todo en la vida se obtiene con sacrificio y dedicación.

Luís y Sonia mis queridos padres, quienes confiaron en mis capacidades y supieron darme siempre esas palabras de aliento que cuando más las necesité me ayudaron a seguir adelante y alcanzar mis metas estudiantiles.

En general a toda mi familia sin excepción, a los amigos quienes emprendieron conmigo el camino hacia la superación profesional.

Cristian

# ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	iii
CERTIFICACIÓN DE ENTREGA DEL TRABAJO.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL RESUMEN DE INGLES.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
INDICE DE CONTENIDOS.....	viii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix

## **CAPITULO I**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

Enfoques teóricos sobre análisis y mejoramiento del proceso productivo.

1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.1.1 Antecedentes de la Fábrica.....	2
1.2. PROCESOS PRODUCTIVOS.....	2
1.2.1. Proceso.....	2
1.2.2. Desarrollo de productos.....	4
1.2.3. Características del procesos.....	4
1.2.4. Clasificación de los procesos características.....	11
1.3. MEJORAMIENTO CONTINUO DE PROCESOS.....	14

1.3.1. Importancia del mejoramiento continuo.....	15
1.3.2. Ventajas y desventajas del mejoramiento continuo.....	15
1.3.3. Necesidades de mejoramiento.....	16
1.3.4. Directrices, políticas y sondeos de la compañía.....	16
1.3.5. Pasos para el mejoramiento continuo.....	18
1.4. HERRAMIENTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS.....	23
1.5. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	40
1.5.1. Tipos de distribución.....	41
1.5.1.1. Distribución por producto.....	41
1.5.1.2. Distribución por proceso.....	41
1.5.2. Gráficas de recorrido.....	45
1.5.3. Systematic layout planning (SLP).....	46
1.6. SISTEMAS DE DISEÑO, FABRICACIÓN E INGENIERÍA ASISTIDO POR COMPUTADORA.....	53
1.6.1. Sistema CAD.....	53
1.6.2. Sistema CAE.....	54
1.6.3. Sistema CAM.....	55
1.7. PINTURA ELECTROSTÁTICA.....	56
1.8. COLORES, SEÑALES Y SIMBOLOS DE SEGURIDAD.....	58
1.8.1. Terminología.....	58
1.8.1.1. Colores de seguridad.....	58
1.8.1.2. Símbolo de seguridad.....	59
1.8.1.3. Señal de Seguridad.....	59
1.8.1.4. Color de contraste.....	59
1.8.1.5. Señal de auxiliar.....	60
1.8.1.6. Distancia de observación.....	60

## **CAPÍTULO II**

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	61
--	----

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA.....	61
2.1.1. Centro de Ingeniería Industrial Ulloa (Breve Reseña Histórica).....	61
2.1.2. Ubicación.....	62
2.1.3. Instalaciones.....	62
2.1.4. Nave Industrial.....	63
2.1.5. Visión.....	65
2.1.6. Lema.....	65
2.1.7. Misión.....	65
2.1.8. Política Integral.....	65
2.1.9. Organigrama de la fábrica.....	66
2.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS EMPLEADOS Y TRABAJADORES DEL “CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA”.....	66
2.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENTREVISTA APLICADA AL GERENTE DE LA EMPRESA “CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA”.....	78
2.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	81
2.4.1. Enunciado.....	81
2.4.2. Resultados de la verificación.....	82
2.4.2.1. Decisión.....	82

### **CAPÍTULO III.**

PROPUESTA.....	83
3.1 PRESENTACIÓN.....	84
3.2 JUSTIFICACIÓN.....	85
3.3 OBJETIVOS.....	86
3.3.1. Objetivo general.....	86
3.3.2. Objetivos específicos.....	86
3.4 FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	87

3.5 IMPACTO.....	88
3.6 ANÁLISIS Y PROPUESTA DE LA MEJORA DE LA SITUACIÓN	
ACTUAL.....	89
3.6.1. En cuanto al entorno del taller.....	89
3.6.1.1 Establecimiento y delimitación de las áreas que conforman el	
proceso.....	89
3.6.1.2. Implantación de señales y símbolos de seguridad.....	90
3.6.2. En cuanto a la maquinaria.....	92
3.6.2.1. Implementación de un tablero de funcionamiento del horno	
de curado y monitoreo de la temperatura y tiempo.....	92
3.6.2.1.1. Dispositivos eléctricos y electrónicos utilizar.....	92
3.6.2.1.1.1. Descripción y selección del	
guardamotor.....	92
3.6.2.1.1.2. Descripción y selección del	
contactor.....	93
3.6.2.1.1.3. Descripción y selección de una	
PT100.....	96
3.6.2.1.2. Construcción del armario metálico.....	97
3.6.2.1.3. Ubicación de los dispositivos eléctricos y electrónicos	
con sus respectivas conexiones.....	98
3.6.2.1.4. Monitoreo de la temperatura y tiempo.....	99
3.6.2.1.5. Hardware de la tarjeta de adquisición de datos.....	100
3.6.2.1.5. Software de los microcontroladores.....	100
3.6.2.2. Reubicación de las máquinas.....	101
3.6.3. Cuanto se ha mejorado con la realización.....	106
3.6.4. En cuanto al área de pintura.....	106
CONCLUSIONES.....	140
RECOMENDACIONES.....	141
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	142

## ANEXOS

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Definición de proceso.....	3
Figura 1.2. Esquema de proceso lineal.....	12
Figura 1.3. Esquema de proceso intermitente.....	13
Figura 1.4. Pasos para el mejoramiento continuo.....	18
Figura 1.5. Diagrama de Matriz.....	26
Figura 1.6. Diagrama de Pareto.....	28
Figura 1.7. Diagrama causa – efecto (Ishikawa).....	30
Figura 1.8. Gráfica de GANTT para control de proyectos.....	31
Figura 1.9. Red que muestra la línea crítica.....	33
Figura 1.10. Conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según ASME.....	35
Figura 1.11. Estructura general de un curso grama analítico.....	36
Figura 1.12. Diagrama de Flujo de la distribución anterior para un grupo de operaciones del rifle Garand.....	38
Figura 1.13. Diagrama de flujo de la distribución revisada para un grupo de operaciones.....	39
Figura 1.14. Distribución por producto para los artículos A, B, C, D.....	43
Figura 1.15. Distribución por proceso para los artículos A, B, C, D.....	44
Figura 1.16. Gráfica de recorrido.....	46
Figura 1.17. Planeación sistemática de Layout.....	47
Figura 1.18. Diagrama de relaciones para Dorben Consulting.....	50
Figura 1.19. Aplicación de pintura electrostática.....	56
Figura 1.20. Símbolos Gráficos Normalizados.....	59
Figura 1.21. Señales de Seguridad.....	59
Figura 2.1. Instalaciones del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa.....	63
Figura 2.2. Nave industrial.....	64
Figura 2.3. Organigrama estructural del CIIU.....	66
Figura 3.1. Diagramas de mando y control de un motor monofásico.....	99
Figura 3.2. Tina de lavado sugerida.....	110

Figura 3.3. Estructura de un horno de secado propuesta.....	113
Figura 3.4. Equipo manual de recubrimiento OptiFlex F-estructura.....	118
Figura 3.5. Estructura de una cabina de pintura.....	120
Figura 3.6. Estructura del horno de curado.....	124
Figura 3.7. Estructura de un riel aéreo.....	127

**ÍNDICE DE CUADROS** **Pág.**

Tabla 1.1. Calificación de las relaciones de la planeación sistemática de la distribución.....	49
Tabla 1.2. Colores de Seguridad: Características, Significado e Indicaciones.....	58
Tabla 1.3. Colores de contraste.....	60
Tabla 2.2.1. Satisfacción por el trabajo que desarrolla.....	68
Tabla 2.2.2. Relación entre compañeros de trabajo.....	69
Tabla 2.2.3. Relación con los jefes.....	70
Tabla 2.2.4. Utilización del equipo de protección personal.....	71
Tabla 2.2.5. Orden y limpieza en la Planta.....	72
Tabla 2.2.6. Ubicación de señales de seguridad en las áreas de trabajo.....	73
Tabla 2.2.7. Existencia de herramientas adecuadas en las áreas de trabajo.....	74
Tabla 2.2.8. Adecuada distribución de máquinas y áreas de trabajo.....	75
Tabla 2.2.9. Existencia de suficientes tomas de energía eléctrica y aire.....	76
Tabla 2.2.10. Necesidad de una pantalla para controlar la temperatura del horno de curado.....	77
Tabla 3.1. Señales de seguridad acorde a las áreas de trabajo.....	90
Tabla 3.2. Elaboración de una silla antes.....	102
Tabla 3.3. Proceso en la elaboración de una silla antes.....	103
Tabla 3.4. Elaboración de una silla después.....	104
Tabla 3.5. Proceso en la elaboración de una silla después.....	105
Tabla 3.6. Indicaciones para la preparación del FOSFEX 90.....	109
Tabla 3.7. Indicación de la condiciones de operación.....	109
Tabla 3.8. Lista de materiales.....	110
Tabla 3.9. Costo de materiales.....	111
Tabla 3.10. Costo de la mano de obra.....	111

Tabla 3.11. Costos de energía.....	111
Tabla 3.12. Costo de la depreciación del equipo.....	112
Tabla 3.13. Costos de diseño de planos.....	112
Tabla 3.14. Costo de la ganancia.....	112
Tabla 3.15. Precio total de las tinas.....	112
Tabla 3.16. Lista de materiales.....	114
Tabla 3.17. Costo de materiales.....	114
Tabla 3.18. Costos de mano de obra.....	114
Tabla 3.19. Costos de energía.....	115
Tabla 3.20. Costos de depreciación del equipo.....	115
Tabla 3.21. Costo de diseño de planos.....	115
Tabla 3.22. Costo de la ganancia.....	115
Tabla 3.23. Costo total del producto.....	116
Tabla 3.24. Potencia que se consume por lado del horno.....	116
Tabla 3.25. Análisis del costo de energía al mes.....	116
Tabla 3.26. Costo del la recarga de gas.....	117
Tabla 3.27. Análisis del costo de consumo de gas al mes.....	117
Tabla 3.28. Comparación de precios.....	117
Tabla 3.29. Costo del quemador.....	117
Tabla 3.30. Lista de materiales.....	120
Tabla 3.31. Costos de materiales.....	121
Tabla 3.32. Costos de mano de obra.....	121
Tabla 3.33. Costos de energía.....	121
Tabla 3.34. Costos de depreciación de los equipos.....	122
Tabla 3.35. Costos de diseño de planos.....	122
Tabla 3.36. Costo de ganancia.....	122
Tabla 3.37. Costo total del producto.....	122
Tabla 3.38. Lista de materiales.....	125
Tabla 3.39. Costos de materiales.....	125
Tabla 3.40. Costos de mano de obra.....	125
Tabla 3.41. Costos de energía.....	126
Tabla 3.42. Costos de depreciación.....	126
Tabla 3.43. Costo de diseño de planos.....	126
Tabla 3.44. Costo de la ganancia.....	126
Tabla 3.45. Costo total del producto.....	127
Tabla 3.46. Lista de materiales.....	128
Tabla 3.47. Costos de materiales.....	128
Tabla 3.48. Costos de materiales.....	128
Tabla 3.49. Costos de energía.....	129
Tabla 3.50. Costos de depreciación del equipo.....	129
Tabla 3.51. Costos de diseño de planos.....	129
Tabla 3.52. Costo de la ganancia.....	129
Tabla 3.53. Costo total del producto.....	129
Tabla 3.54. Costo de la maquinaria y equipo existente.....	132
Tabla 3.55. Costo de la maquinaria y equipo a adquirir.....	133
Tabla 3.56. Costo de la mano de obra actual.....	134

Tabla 3.57. Costo de la mano de obra propuesta.....	135
Tabla 3.58. Costo de la infraestructura actual.....	135
Tabla 3.59. Costo de la operación mensual actual.....	136
Tabla 3.60. Costo de la operación mensual propuesto.....	137
Tabla 3.61. Estado de pérdidas y ganancias.....	138
Tabla 3.62. Análisis en base al VAN y TIR.....	139

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Pág.**

Gráfico 2.2.1. Satisfacción por el trabajo que desarrollan .....	68
Gráfico 2.2.2. Relación entre compañeros de trabajo.....	69
Gráfico 2.2.3. Relación con los jefes.....	70
Gráfico 2.2.4. Utilización del equipo de protección personal.....	71
Gráfico 2.2.5. Orden y limpieza en la Planta.....	72
Gráfico 2.2.6. Ubicación de señales de seguridad en las áreas de trabajo.....	73
Gráfico 2.2.7. Existencia de herramientas adecuadas en las áreas de trabajo.....	74
Gráfico 2.2.8. Adecuada distribución de máquinas y áreas de trabajo.....	75
Gráfico 2.2.9. Existencia de suficientes tomas de energía eléctrica y aire.....	76
Gráfico 2.2.10. Necesidad de una pantalla para controlar la temperatura del horno de curado.....	77

## **RESUMEN**

CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA. Es una solida fábrica ecuatoriana, pionera y competente en el mercado desde el 2006, la actividad industrial que desarrolla es la fabricación de productos metálicos.

Con el afán de tener una mejora en el proceso productivo en las instalaciones de la fábrica, se realizó, primeramente, el análisis de la ubicación de la maquinaria.

Luego del estudio se llego a la decisión de una reubicación de herramientas, equipos y maquinas, tomando en cuenta las necesidades y la situación actual por la cual está atravesando el proceso productivo y la nave industrial para obtener una mejora continua dentro del proceso de producción.

Una vez seleccionada las medidas, marca de los dispositivos, se empezó con la Construcción e implementación de un tablero de control del funcionamiento del horno de curado y monitoreo del mismo; a través de la temperatura, tiempo logrando obtener un mejor acabado de los productos metálicos.

Por último se llevó a cabo el diseño, dimensionamiento y cálculos para la línea de pintura electrostática tomando en consideración el espacio físico con la que cuenta la fábrica.

## **ABSTRACT**

INDUSTRIAL ENGINEERING CENTER ULLOA. Is an Ecuadorian factory, pioneer and leader in the market since 2006, the industrial activity that develops is the production of metallic products.

In order to have an improvement in the productive process in the installations of the factory, first we realize the location analysis of the machinery.

After the study we decided to realize a relocation of tools, equipments, teams and machinates, taking in account the necessities and the actual situation for which is crossing the productive process and the factory to get a continuous improvement inside the process of production.

Once selected the measures, marks of the devices, we began with the Construction and implementation of a control board of the ovens operation of cured and monitoring of the same one; through the temperature, time being able to obtaining a better finish of the metallic products

Finally we did the design, dimension and calculations for the line of electrostatic painting taking in consideration the physical space with which the factory has.

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad es frecuente que en las fábricas no se analicen las áreas de trabajo, que son parte primordial de un proceso productivo; por ello, las dificultades y necesidades que presenta el operario al realizar sus labores. Esta deficiencia limita el continuo desarrollo del proceso, hace que se utilicen métodos y técnicas que van encaminados a las mejoras continuas.

La fábrica Centro de Ingeniería Industrial Ulloa; aporta a la provincia de Cotopaxi con el diseño y construcción de sillas, mesas metálicas, guarda-choques, plataformas, estructuras metálicas, máquinas como por ejemplo: molino de tornillo sin fin. Sin embargo durante el desarrollo de nuestra investigación hemos encontrado falencias en las diferentes áreas de trabajo como la falta de orden y limpieza de las mismas. Además de la inadecuada distribución de las máquinas y equipos.

Por esta razón los investigadores han creído conveniente establecer una nueva distribución de las áreas de trabajo que permitirá mejorar; tiempo, mano de obra, calidad y relación directa con el proceso de productos metálicos.

La tesis realizada se refiere no sólo a aquellas teorías o ideas científicas que exponen los autores, sino a su vez al planteamiento y ejecución de soluciones prácticas para la mejora del proceso productivo.

Los investigadores ponen en consideración esta información teórica; la misma que servirá como fuente de consulta, guía técnica para que los estudiantes de ingeniería Electromecánica e Industrial aumenten el nivel de conocimientos en la mejora de procesos productivos.

Este trabajo de tesis tendrá óptima importancia, ya que permitirá a los trabajadores desarrollarse mejor; por disponer de instalaciones adecuadas para sus necesidades.

Con el objetivo de analizar y mejorar el proceso de producción de productos metálicos en el CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA, se logro incrementar la productividad, puesto que el funcionamiento correcto de sus áreas garantiza el aumento de la producción y calidad.

En la investigación se empleo el método científico ya que se partió de una necesidad sentida, se formulo el problema, se planteo la hipótesis, se recolectaron datos y se establecieron conclusiones.

La hipótesis planteada es: “Si se logra implementar una reestructuración y adecuación en el proceso de producción mediante un análisis adecuado y correcto, entonces mejorará la productividad de los productos metálicos del CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA”.

Este trabajo de investigación está desarrollado en tres capítulos, en el Capítulo I se da a conocer los antecedentes de la fábrica, y los conceptos técnicos que se aplicaran en el estudio del problema. En el Capítulo II se analiza las causas de los problemas. En el Capítulo III se da a conocer cada actividad realizada. En este capítulo tiene particular importancia el diseño de una línea de pintura que es una propuesta para mejorar la nave industrial y obtener un proceso continuo dentro de la fábrica.

## **CAPITULO II**

### **PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Para el desarrollo de este capítulo se acude a la colaboración de los empleados y trabajadores, personal administrativo, y la gerencia de la fábrica "Centro de Ingeniería Industrial Ulloa", a los cuales se realiza encuestas y entrevistas ya que conocen las necesidades y la situación actual por la cual está atravesando el proceso de productivo y la nave industrial.

En este capítulo se analiza los datos de la encuesta aplicada al personal, y la entrevista efectuada al Gerente del C.I.I.U.

#### **2.1 Caracterización del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa**

##### ***2.1.1. Centro de Ingeniería Industrial Ulloa (Breve Reseña Histórica).***

El Centro de Ingeniería Industrial Ulloa se constituye en Latacunga – Ecuador el 1 de agosto del 2006 como una fábrica dedicada a la elaboración de estructuras metálicas.

La razón fundamental para la que fue creada es por la construcción de todo el menaje e instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi y de ahí en adelante ampliando su capacidad de producción se dedica a la transformación de productos metálicos.

La fábrica CIIU; aporta a la provincia de Cotopaxi con el diseño y construcción de sillas, mesas metálicas, guarda-choques, plataformas, estructuras metálicas, máquinas como por ejemplo: molino de tornillo sin fin. Su producción lo realizan bajo pedido para clientes grandes, pequeños y medianos (Cámara de Comercio,

La Pradera, La ESPE-L, ferretería Los Nevados); es por ello que esta pequeña industria ha venido progresando a pesar que tiene pocos años de creación.

### ***2.1.2. Ubicación***

Las instalaciones industriales de la fábrica Centro de Ingeniería Industrial Ulloa se encuentra localizada al sur del Cantón Latacunga en la Provincia de Cotopaxi, Panamericana Sur, km 2 ½ vía a Ambato, las instalaciones ocupan un área de 1.300 m<sup>2</sup>.

Las instalaciones limitan al Norte con la industria Construcciones Ulloa, al Este con terrenos baldíos de Construcciones Ulloa, al Oeste la mueblería “Estilos” y al Sur “Talleres Santa María”

### ***2.1.3. Instalaciones***

La comercialización de su producto lo realiza desde las instalaciones que quedan ubicadas en la Planta.

La pequeña industria cuenta por el momento con una nave Industrial y una Oficina Administrativa, cabe mencionar que está en proceso la construcción de nuevas instalaciones dentro de la Planta.

**Figura 2.1.** Instalaciones del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa



**Fuente:** Grupo investigativo

#### ***2.1.4. Nave Industrial***

Tiene una altura entre 6 a 10 metros y el área aproximada es de 370 m<sup>2</sup>

Está conformado de una estructura metálica, cimentada, que consta de dos paredes laterales, dejando la pared frontal para la circulación del personal, permitiendo la circulación del aire, mejorando la ventilación e iluminación. Esta nave se divide en diferentes áreas como:

1. Almacenamiento de materia prima
2. Corte
3. Doblado
4. Taladrado y esmerilado
5. Ensamblaje
6. Pre-tratamiento
7. Secado manual (Boquilla con cilindro de gas)
8. Pintura Electrostática

9. Secado
10. Bodega
11. Vestidores

Los productos son fabricados en su nave industrial la misma que se encuentra adecuada y equipada para realizar sus respectivos productos.

La fábrica en su capacidad productiva tiene definido cada área de manufactura para la elaboración de su producto, fomentando de esta manera nuevos productos; como lo indica la figura y el diseño del plano. En el **ANEXO 4** se muestra los planos de la situación actual de las máquinas, equipos y estructura de la nave industrial.

**Figura 2.2.** Nave industrial.



**Fuente:** Grupo investigativo.

### ***2.1.5. Visión***

Destacarse en el mercado local, nacional e internacional como una fábrica innovadora y en constante crecimiento, ofreciendo productos de calidad para el Mercado Andino.

### 2.1.6. *Lema:*

“Nuestro mejor recurso, nuestro talento humano”

### 2.1.7. *Misión.*

Proporcionar y crear soluciones cumpliendo los requerimientos y necesidades de nuestros clientes.

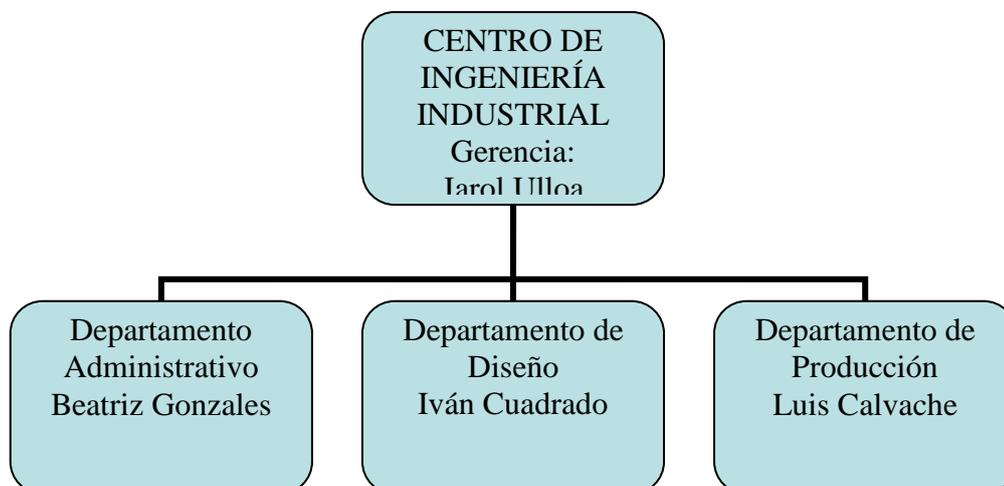
### 2.1.8. *Política Integral*

El Centro de Ingeniería Industrial elabora y comercializa sus productos de acuerdo a todos sus lineamientos establecidos:

1. Proveer productos que cumpla con las necesidades del cliente.
2. Mantener procesos productivos eficientes en términos de costo y tiempos de entrega.
3. El mejoramiento continuo de procesos, en concordancia con el medio ambiente y la sociedad.

### 2.1.9. *Organigrama de la Fábrica*

**Figura 2.3.** Organigrama estructural del CIU



**Fuente:** Grupo investigativo.

## **2.2. Análisis de los resultados de la encuesta aplicada a los empleados y trabajadores del “Centro de Ingeniería Industrial Ulloa”**

Para comprobar la hipótesis se realiza el siguiente cuestionario que está dirigido a cuatro trabajadores y dos empleados del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa. Sirve para determinar si las instalaciones de la nave industrial cuentan o no con la correcta ubicación de las máquinas y las herramientas necesarias para obtener productos de calidad.

Además se utiliza para conocer los problemas y necesidades presentes en el proceso productivo de esta empresa.

A continuación se presenta los resultados y análisis de las encuestas realizadas a los trabajadores y empleados.

El modelo de encuesta aplicada está disponible en el **ANEXO 1**, la misma que consta de diez preguntas y son de tipo abierta, cerrada y respuestas múltiples debido a que nos permite una mejor recolección de información.

## ENCUESTA PARA LOS EMPLEADOS Y TRABAJADORES

1. Le gusta el trabajo que Usted hace.

SI

NO

¿Por qué?

.....

.....

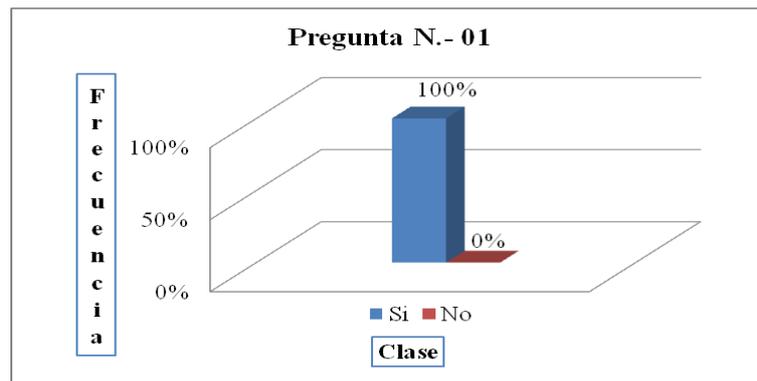
**Tabla 2.2.1.** Satisfacción por el trabajo que desarrollan

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Si	6	100%
b) No	0	0%
TOTAL	6	100%

**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Gráfico 2.2.1.** Satisfacción por el trabajo que desarrollan



**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigador

### Análisis

De los 6 empleados encuestados, el 100% opinan que si les gusta el trabajo que desarrollan.

2. ¿Cómo califica la relación con sus compañeros de trabajo?



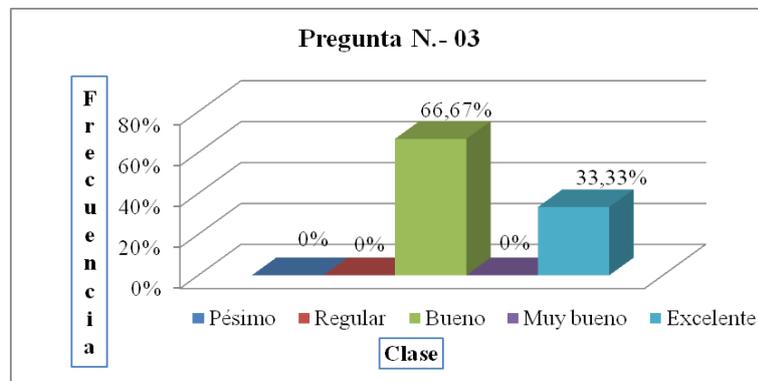
**Tabla 2.2.3.** Relación con los jefes

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Pésima	0	0%
b) Regular	4	66,67%
c) Bueno	0	0%
d) Muy bueno	2	33,33%
e) Excelente		
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Gráfico 2.2.3.** Relación con los jefes



**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigador

### Análisis

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que apenas el 33,33% de los empleados tienen una relación excelente con sus jefes y el 66,67% de los mismos consideran que su relación es buena

4. Usa usted equipo de protección personal adecuado

SI

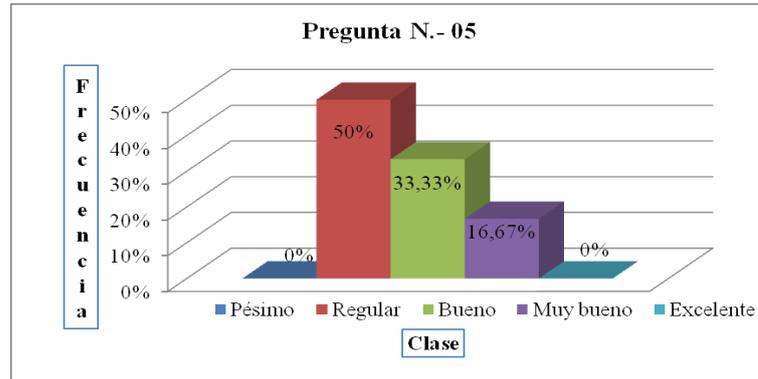
NO

**Tabla 2.2.4.** Utilización del equipo de protección personal

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Si	1	16,67%
b) No	5	83,33%
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>



**Gráfico 2.2.5. Orden y limpieza en la Planta**



**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Análisis**

Después de tabular las respuestas de los encuestados se puede apreciar que el 50% estiman que el orden y la limpieza en la Planta es regular, el 33,33% creen que es bueno, el 16,67% de los empleados consideran que es muy bueno.

6. Es necesario la existencia de señales de seguridad en las diferentes áreas de trabajo

SI

NO

¿Por qué?

.....  
 .....

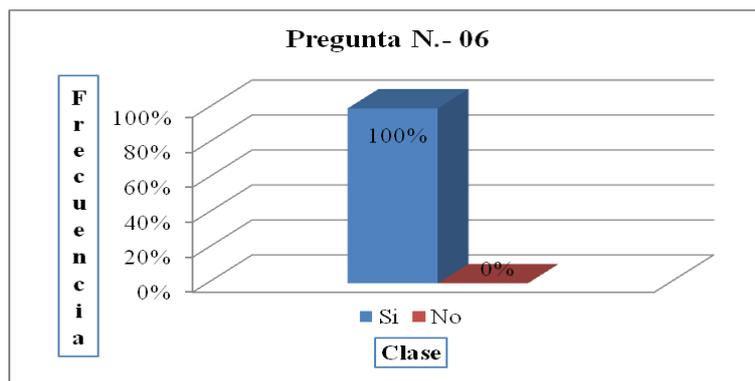
**Tabla 2.2.6. Ubicación de señales de seguridad en las áreas de trabajo**

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Si	6	100%
b) No	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Gráfico 2.2.6. Ubicación de señales de seguridad en las áreas de trabajo**



**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Análisis**

Con respecto a la necesidad de señales de seguridad el 100% de empleados y trabajadores están de acuerdo.

7. ¿Creé usted que la herramienta que existe en cada área de trabajo es la adecuada?

SI

NO

¿Por qué?

.....  
 .....

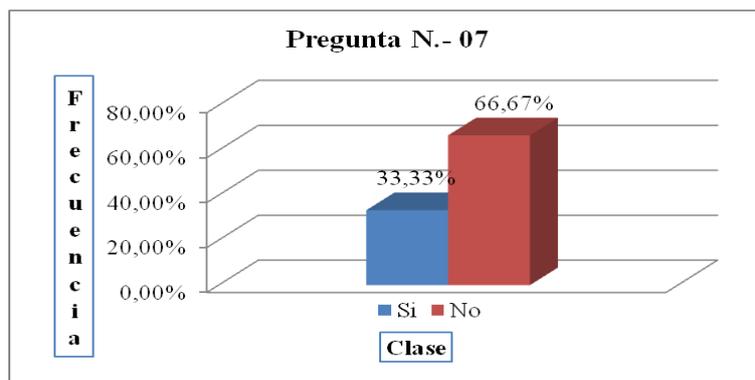
**Tabla 2.2.7.** Existencia de herramientas adecuadas en las áreas de trabajo

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Si	2	33,33%
b) No	4	66,67%
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Gráfico 2.2.7.** Existencia de herramientas adecuadas en las áreas de trabajo



**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigador

### Análisis

En base a los porcentajes obtenidos se observa que el 33,33% de los empleados manifiestan que si existe la adecuada herramienta en las áreas de trabajo y el 66,67% dicen lo contrario.

8. ¿Creé usted que está bien distribuidas las máquinas y las áreas de trabajo?

SI

NO

¿Por qué?

.....

.....

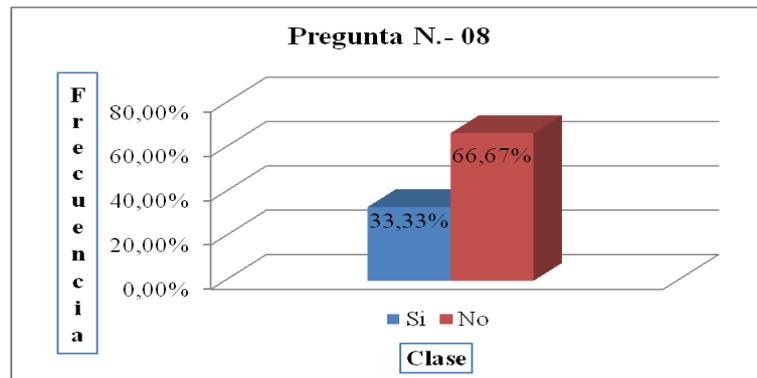
**Tabla 2.2.8.** Adecuada distribución de máquinas y áreas de trabajo

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Si	2	33,33%
b) No	4	66,67%
TOTAL	6	100%

**Fuente:** Empleados y trabajadores del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Gráfico 2.2.8.** Adecuada distribución de máquinas y áreas de trabajo



**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigado

### Análisis

Se infiere que del 100% de empleados encuestados, el 33,33% consideran que la distribución de las máquinas y áreas de trabajo están bien, el 66,67% manifiestan que está mal hecha esta distribución.

9. Existen las suficientes tomas de energía eléctrica y aire comprimido en las áreas de trabajo.

SI

NO

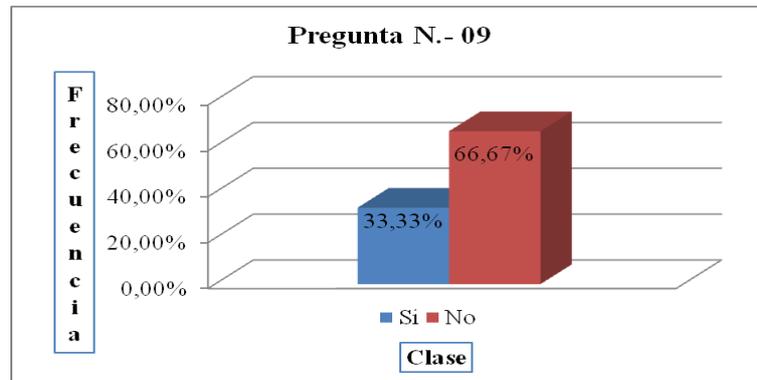
Tabla 2.2.9. Existencia de suficientes tomas de energía eléctrica y aire comprimido

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Si	2	33,33%
b) No	4	66,67%
TOTAL	6	100%

Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

Gráfico 2.2.9. Existencia de suficientes tomas de energía eléctrica y aire comprimido



Fuente: Investigación de los Autores

Elaborado por: Grupo Investigador

### Análisis

Referente a la existencia de suficientes tomas de energía eléctrica y aire comprimido en las áreas de trabajo, el 33,33% de encuestados manifiestan que si mientras que el 66,67 dicen lo contrario.

10. Es necesaria una pantalla para controlar la temperatura del horno de curado de pintura electrostática.

SI

NO

¿Por qué?

.....

.....

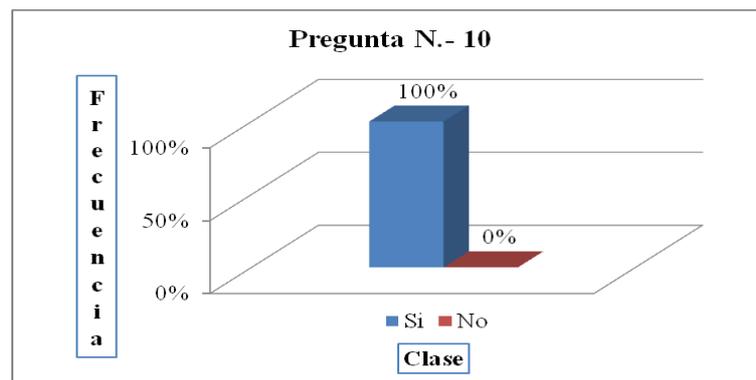
Tabla 2.2.10. Necesidad de una pantalla para controlar la temperatura del horno de curado

OPCIÓN	NÚMERO DE ENCUESTADOS	PORCENTAJE
a) Si	6	100%
b) No	0	0%
TOTAL	6	100%

**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigador

**Gráfico 2.2.10.** Necesidad de una pantalla para controlar la temperatura del horno



**Fuente:** Investigación de los Autores

**Elaborado por:** Grupo Investigado

### **Análisis**

Se puede notar que el 100% entre empleados y trabajadores están de acuerdo con la instalación de una pantalla de control de temperatura del horno de curado dentro del proceso de pintura electrostática.

La interpretación de las preguntas de la encuesta es describe en el **ANEXO 2**.

### **2.3. Análisis de los resultados de la entrevista aplicada al Gerente de la fábrica “Centro de Ingeniería Industrial Ulloa”**

Para una mejor verificación de la hipótesis se acude a la cooperación del Gerente General al mismo que se le realiza una entrevista ya que él conoce información sobre la situación de su manufactura “Centro de Ingeniería Industrial Ulloa”.

El modelo de la entrevista aplicada está disponible en el **ANEXO 1**, la misma que consta de diez preguntas y son de tipo abierta.

## **CUESTIONARIO DE LA ENTREVISTA**

1. Breve descripción acerca del proceso productivo.

### **Análisis**

El proceso productivo se basa en la construcción de estructuras y muebles metálicos, los mismos que cumplen con los principios y normas ya estandarizadas.

Dependiendo del tipo de producto se establece la secuencia del proceso, el mismo que tiende que desarrollarse en las diferentes áreas como son: almacenamiento de materia prima, corte, doblado, taladrado y esmerilado, ensamblaje, tratamiento, pintura, secado, tapizado - armado y bodega.

2. ¿Cuáles son los principales problemas que se le ha presentado dentro del proceso productivo?

### **Análisis**

El problema principal radica en la mano de obra a causa de la deficiencia en la capacidad de trabajo, falta de responsabilidad para realizar las tareas encomendadas, falta de conciencia para sacar productos de calidad.

3. ¿Cuáles son los productos que usted considera son tipo A o estrella de su fábrica?

### **Análisis**

Las estructuras y muebles metálicos son los productos que dejan mayores utilidades.

4. ¿Cómo cree que su fábrica puede llegar a ser más competitiva y eficiente?

#### **Análisis**

Con la aplicación práctica de la teoría científica, llegar a ser más técnicos para obtener productos de calidad a menor costo satisfaciendo las expectativas del cliente.

5. ¿Cuáles son sus expectativas al implementar la nueva nave industrial?

#### **Análisis**

Para complementar la línea de pintura y crear el área de tapizado.

6. En qué áreas siente que debería mejorar sus procesos.

#### **Análisis**

Existe una mayor deficiencia en el área de soldadura por que los trabajadores no aplican la técnica adecuada, realizan la actividad en base a la experiencia adquirida.

En el área de pintura por la carencia de personal adecuado.

7. De qué manera motiva a sus empleados y trabajadores.

#### **Análisis**

Desarrollo de confianza en ellos y por las remuneraciones económicas.

8. ¿Qué tipo de máquinas, herramientas o equipos forman parte del proceso productivo?

#### **Análisis**

Una de las principales máquinas es la dobladora electromecánica, dentro de los equipos de ensamblaje encontramos las sueldas eléctricas, MIG. El equipo de

pintura electrostática junto con el horno de curado son otros equipos de suma importancia que forman parte del proceso de producción.

9. ¿Qué le gusta y qué no le gusta de sus empleados?

#### **Análisis**

La solidaridad con la fábrica y la falta de responsabilidad en el trabajo.

10. Relátame la evolución de su fábrica en estos últimos años.

#### **Análisis**

La fábrica ha evolucionado de forma vertiginosa luego de dejar de arrendar el hangar del Sr. Bolívar Viteri en el sector La Laguna y al empezar a funcionar en sus instalaciones sede en la parcela el Niágara. Las expectativas se van cumpliendo día a día en base a la dedicación y el esfuerzo continuo.

La interpretación de las preguntas de la entrevista se muestra en el **ANEXO 2**.

## **2.4. Verificación de la Hipótesis**

### **2.4.1. Enunciado**

Si se logra implementar una reestructuración y adecuación en el proceso de producción mediante un análisis adecuado y correcto, entonces mejorará la productividad de los productos metálicos del CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA.

### **2.4.2. Resultados de la Verificación**

La verificación de esta hipótesis se lo realiza a través de tres puntos:

1. El análisis e interpretación de la encuesta aplicada al personal administrativo y operativo del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa. La diferencia de porcentajes obtenidas acerca de la falta de equipo de protección personal, orden y limpieza, señales de seguridad herramientas

de trabajo y la correcta ubicación de las máquinas; verifican la hipótesis planteada en la investigación.

2. El análisis e interpretación de los criterios expresados por el Gerente General del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa, permiten aceptar cualitativamente y cuantitativamente la hipótesis
3. Al ser sometida la hipótesis a un tratamiento técnico, por medio de análisis de las herramientas de mejoramiento de procesos, confirman la hipótesis de la investigación.

#### ***2.4.2.1. Decisión***

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas realizadas al personal de los diferentes departamentos y la entrevista aplicada al Gerente General del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa, se puede concluir que la implementación de una reestructuración y adecuación del proceso en base al análisis del mismo es de vital importancia para la mejorar la productividad.

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA**

El presente capítulo basa su estudio en el análisis de la ubicación, funcionamiento de las máquinas y equipos, que intervienen dentro del proceso de producción de productos metálicos.

Construcción e implementación de un tablero de control del funcionamiento del horno de curado y monitoreo del mismo; a través de la temperatura, tiempo logrando obtener un mejor acabado de los productos metálicos.

Así como también el diseño, dimensionamiento, y cálculos para una Línea de pintura electrostática.

Esta investigación se realizó tomando en cuenta las necesidades y la situación actual por la cual está atravesando el proceso productivo y la nave industrial.

### **3.1. Presentación**

El proyecto de investigación está dirigido a la mejora de la producción para obtener una mayor productividad, centrado en la aplicación de Técnicas para la solución de problemas, Análisis de la operación; alcanzando una Reestructuración de las instalaciones de la sección productiva.

Este trabajo de tesis tendrá óptima importancia, ya que permitirá a los trabajadores desarrollarse mejor; por disponer de instalaciones adecuadas para sus necesidades.

El proceso productivo como principal sujeto, debe enfrentar un cambio para lograr un alto grado de productividad aspirado tanto para la fábrica como por el grupo investigador.

La tesis realizada se refiere no sólo a aquellas teorías o ideas científicas que exponen los autores, sino a su vez al planteamiento y ejecución de soluciones prácticas para la mejora del proceso productivo.

Los investigadores ponen en consideración esta información teórica; la misma que servirá como fuente de consulta, guía técnica para que los estudiantes de ingeniería Electromecánica e Industrial aumenten el nivel de conocimientos en la mejora de procesos productivos.

### **3.2. Justificación**

Las grandes innovaciones tecnológicas experimentadas en los países desarrollados ha generado un aumento en la producción del sector industrial, actualmente está se realiza de forma automática y controlada disminuyendo así los procesos manuales.

Todos los procesos de la modernización en la industria requieren de una mejora continua, para obtener productos y servicios con un nivel de calidad satisfactorio, logrando así una posición competitiva.

El Ecuador cuenta en todo su territorio con pequeñas industrias, pero lastimosamente muchas de estas no analizan su proceso de producción para mejorarlo en un gran porcentaje su trabajo lo realizan de forma empírica es decir que ha pasado de generación en generación, esto nos permite entender que dichas fábricas no manejen un estándar en la calidad de sus productos, la cual impiden que contribuyan de mejor manera al progreso económico de nuestro país.

EL CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA creado hace tres años, realiza sus funciones como pequeña industria en el diseño y construcción de productos metálicos, aporta a la provincia de Cotopaxi, ya sea con la elaboración de sillas, mesas metálicas, guarda-choques, y estructuras metálicas en general. Su producción lo realizan bajo pedido para clientes grandes, medianos y pequeños (Cámara de Comercio, La Pradera, La ESPE-L, ferretería Los Nevados); es por ello que esta fábrica ha venido creciendo a pesar que tiene pocos años de creación.

Por tal razón se ha optado por realizar una investigación tecnológica previo a los conocimientos adquiridos, es apropiado e indispensable este aporte para una mayor seguridad y un buen manejo de las máquinas por parte de los trabajadores y un mejor desarrollo de la producción; ya que ofertaría productos metálicos que cumpla con estándares funcionales y estéticos.

Es imprescindible contar con herramientas metodológicas que permitan a la fábrica mostrar las diferentes actividades como: conocimientos, modernización, mediciones y controles de los procesos.

Este proyecto permitirá tener un mejor desenvolvimiento, mayor producción y mayores ingresos para la fábrica, como a su vez ganará mayor prestigio y apertura en el mercado.

### **3.3. Objetivos**

#### ***3.3.1. Objetivo general:***

Analizar y mejorar el proceso de producción de productos metálicos en el CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA, para incrementar la productividad.

#### ***3.3.2. Objetivos específicos:***

- Investigar los métodos y técnicas para la solución de problemas dentro de los procesos de producción.
- Analizar el proceso de producción del CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA mediante la aplicación herramientas para mejorar los procesos.
- Implementar un proceso adecuado, controlado para mejorar la producción de productos metálicos del CENTRO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ULLOA.

### **3.4. Factibilidad**

Esta propuesta es factible porque existe amplia información y la experiencia de los docentes ya que muchos de ellos ejercen su profesión en industrias como por ejemplo: Jefes de producción, mantenimiento, etc.; por tal razón tienen el conocimiento acerca de los procesos industriales. Mientras que el grupo investigador cuenta con las bases académicas necesarias, relacionadas con la aplicación de herramientas para mejorar la productividad.

En cuanto a los recursos económicos son financiados por el Gerente y el grupo investigador para su ejecución; con el propósito de beneficiar el desarrollo de la fábrica y que la biblioteca de la Universidad Técnica de Cotopaxi cuente con un documento de consulta sobre cómo mejorar la productividad en Industrias.

### **3.5. Impacto**

La realización de este proyecto es un aporte para la sección de producción del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa; por lo que tiene una gran acogida por parte de los empleados, trabajadores y Gerente, quienes contarán con un proceso adecuado y controlado por sus correctas instalaciones y distribución de las áreas de trabajo.

También se considera de gran importancia la implementación de un monitoreo del horno de curado a través de una tarjeta de adquisición de datos la cual permitirá realizar su visualización para tener un control de una parte del proceso (Curado de la pintura).

Este trabajo investigativo despierta un gran interés ya que amplía el conocimiento teórico-práctico en las personas que lo realizan, al igual que los estudiantes que accederán a esta información.

### **3.6. Análisis y Propuesta de Mejora de la Situación Actual**

De las herramientas utilizadas para mejorar los procesos se utiliza el Software de Métodos, Estándares y Diseño de Trabajo versión 1.0 (**ANEXO 3**) de esta manera se logra identificar tres problemas, los cuales se describen a continuación. También se incluye la propuesta de un proyecto para la sustitución del área pintura electrostática por una línea de pintura electrostática.

#### ***3.6.1. En cuanto al entorno del taller***

##### ***3.6.1.1. Establecimiento y delimitación de las áreas que conforman el proceso***

Los puestos de trabajo se han establecido mediante el análisis de los diagramas de flujo (Ver **ANEXO 3**) para que estos mantengan un orden secuencial y lógico, partiendo del espacio en m<sup>2</sup> del que dispone la nave industrial, de las máquinas y equipos necesarios para el desarrollo del proceso de producción y de las zonas de circulación para el manejo de materiales.

En el **ANEXO 4**, se muestra los LAYOUTs de la situación actual y propuesta del establecimiento y delimitación de las áreas de trabajo.

### 3.6.1.2. Implantación de señales y símbolos de seguridad

De acuerdo a las actividades a desarrollar en las diferentes áreas de trabajo se implantaron las siguientes señales de seguridad:

**Tabla 3.1.** Señales de seguridad acorde a las áreas de trabajo.

SEÑALES DE SEGURIDAD	ÁREAS DE TRABAJO
No fumar	Toda la nave industrial
Peligro de shock eléctrico	Caja de distribución
Protección obligatoria del cuerpo	Corte, Taladrado, Esmerilado, Ensamblaje, Doblado, Pintura electrostática
Usar careta de seguridad	Ensamblaje
Primeros auxilios	Herramientas y Vestidores
Usar protección respiratoria	Pintura electrostática
Usar protección para los oídos	Corte, Taladrado, Esmerilado, Ensamblaje
Usar guantes	Corte, Taladrado, Esmerilado, Ensamblaje, Doblado
Usar gafas	Corte, Taladrado, Esmerilado
Usar calzado de seguridad	Corte, Taladrado, Esmerilado, Ensamblaje, Doblado, Pintura electrostática
Extintor	Área de Pintura

**Elaborado por:** Grupo investigador.

Para la realización de la forma geométrica de las señales de seguridad y los símbolos gráficos se cumplió con lo establecido por la norma INEN 439, lo cual se encuentra en el **ANEXO 5**.

### *Cálculo de las áreas de las señales de seguridad.-*

Para realizar el cálculo del tamaño de una señal de seguridad se considera la distancia desde la cual la señal puede ser identificada.

Acorde a las dimensiones de la nave industrial la distancia adecuada es 11m, y el área de la señal de seguridad se cálculo utilizando la ecuación 1.4.

$$A = \frac{l^2}{2\,000}$$

$$A = (11\text{m})^2/2000 = 121\text{m}^2/2000 = 0,0605\text{m}^2$$

Si aplicamos el concepto de la ecuación anterior para determinar el tamaño de la señal la cual se deba observar desde una distancia de 11m, la misma debe tener una proporción con un valor que al multiplicar sus dimensiones vertical (a) y horizontal (b) de cómo resultado 0,0605 m<sup>2</sup> de superficie.

Los valores entonces son:

$$a = 0,30\text{m}$$

$$b = 0,20\text{m}$$

En el **ANEXO 5** se observa las señales de seguridad implementadas en las áreas de trabajo.

La forma geométrica de las señales de seguridad y los símbolos gráficos se realizaron utilizando el Software CorelDRAW X4.

### ***3.6.2. En cuanto a la maquinaria***

#### ***3.6.2.1. Implementación de un tablero de control de funcionamiento del horno de curado y monitoreo de la temperatura y tiempo***

##### ***3.6.2.1.1. Dispositivos eléctricos y electrónicos a utilizar***

Los dispositivos que hemos utilizado para la protección del funcionamiento del motor que forma parte en el quemador del horno de curado son:

##### ***3.6.2.1.1.1. Descripción y selección del guardamotor.-***

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación un guarda motor que límite la intensidad de corriente.

Los guarda motores son compactos y limitadores, realizando las siguientes funciones en el circuito principal.

- Evitan o limitan averías en caso de cortocircuito.
- Protegen contra sobre cargas a las derivaciones.
- Separan de la red durante los trabajos o en las modificaciones.

Los guardamotores brindan:

- Protección de los motores con su relé de sobre carga regulable.
- Protección contra corto cortocircuito con el disparador magnético fijo.

La selección del guardamotor está en función de la corriente de carga ( $I_a$ ).

La corriente límite de disparo está comprendida entre 1,05 y 1,20 veces el valor indicado, de acuerdo a la norma IEC 60947-4-1-1.

*Cálculo de la corriente de corte (Ic)*

$$I_c = 1,2 I_a$$

Ec. 3.6.

**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p.17.

Reemplazando los datos en la Ec. 3.6., obtenemos la corriente de corte:

$$I_c = 1,2 * 6 \text{ A}$$

$$I_c = 7,2 \text{ A}$$

Con el cálculo de la corriente de corte se selecciono el siguiente guardamotor:  
GV2ME16 TESYS TELEMECANIQUE.

#### ***3.6.2.1.1.2. Descripción y selección del contactor.-***

El contactor es un dispositivo designado a cerrar o interrumpir la corriente en uno o más circuitos eléctricos, que normalmente funcionan con mando a distancia, en lugar de ser operados manualmente.

Para la selección correcta del contactor, se tomo en cuenta los aspectos siguientes:

- a. El tipo y las características del motor que se desea controlar:
  - Potencia nominal: 1/2 HP 444, 5 W
  - Velocidad nominal: 1800 RPM
  - Corriente nominal: 3,5 A
  - Voltaje nominal: 127 V
  - Factor de Potencia: 1
- b. Las condiciones de explotación: ciclos de maniobras/hora, factor de marcha, corte en vacío o en carga, categoría de empleo, tipo de coordinación, durabilidad eléctrica deseada, etc.
- c. Las condiciones del entorno: temperatura ambiente.

### *Cálculo de la potencia activa*

$$P = UI \cos \phi$$

Ec.3.1.

**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p. 270.

Donde:

P = Potencia activa en vatios

U = Voltaje de entrada

I = Corriente

$\cos \phi$  = Factor de potencia

Reemplazando los datos en la Ec. 3.1., obtenemos la potencia activa:

$$P = 127 * 3,5 * 1$$

$$P = 444,5 \text{ W}$$

$$P = P_n = 444,5 \text{ W}$$

### *Cálculo de la potencia aparente*

$$S = UI$$

Ec. 3.2.

**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p. 270.

Donde:

S = Potencia aparente en voltamperios

Reemplazando los datos en la Ec. 3.2., obtenemos la potencia aparente:

$$S = 127 * 3,5$$

$$S = 444,5 \text{ VA}$$

### *Cálculo del rendimiento*

$$\eta = S/P$$

Ec.3.3.

**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p.270.

Donde:

$\eta$  = Rendimiento

Reemplazando los datos en la Ec. 3.3., obtenemos el rendimiento:

$$\eta = 444,5 \text{ W} / 44,5 \text{ VA}$$

$$\eta = \mathbf{1\%}$$

*Cálculo de la velocidad angular*

$$\omega = 2\pi n / 60$$

Ec. 3.4.

**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p.273.

Donde:

$\omega$  = Velocidad angular en radianes por segundo

$n$  = Velocidad de rotación en vueltas por minuto

Reemplazando los datos en la Ec. 3.4., obtenemos la velocidad angular:

$$\omega = (2 * 3,1416 * 1800) / 60$$

$$\omega = \mathbf{188,5 \text{ rad/s}}$$

*Cálculo del par nominal*

$$T_n = P_n / \omega_n$$

Ec. 3.5.

**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p. 273.

Donde:

$T_n$  = Par nominal del motor en newtons - metros

$P_n$  = Potencia nominal del motor en vatios

$\omega_n$  = Velocidad angular nominal del motor en radianes por segundo

Reemplazando los datos en la Ec. 3.5., obtenemos el par nominal:

$$T_n = 444,5 \text{ W}/188,5 \text{ rad/s}$$

$$\mathbf{T_n = 2,36 \text{ Nm}}$$

*Cálculo de la corriente de arranque (Ia)*

$$I_a = 1,6$$

Ec. 3.6.

**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p. 35.

Reemplazando los datos en la Ec. 3.6., obtenemos la corriente nominal:

$$I_a = 1,6 * 3,5 \text{ A}$$

$$\mathbf{I_a = 6 \text{ A}}$$

De acuerdo a la corriente de arranque (Ia), y las otras características descritas, el contactor seleccionado es: LC1D12 AC3 TESYS TELEMECANIQUE con una bobina 120V TESYS TELEMECANIQUE LC1D09.

### ***3.6.2.1.1.3. Descripción y selección de un PT100.-***

Este sensor consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohms( $\Omega$ ) y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

Un Pt 100 es un tipo particular de RTD (Dispositivo Termo Resistivo) que normalmente se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja de aluminio (cabezal).

En el momento de comprar un Pt100 se debe tener presente que existen distintas calidades y precios para el elemento sensor que va en el extremo del Pt100. Los de mejor calidad están hechos con un verdadero alambre de platino, en tanto que

existen algunos sensores económicos hechos en base a una pintura conductora sobre un sustrato de alúmina (cerámicas). Estos últimos son menos precisos.

Dado que en bodega del Centro de Ingeniería Industrial Ulloa se dispone de un Pt100, el mismo que cumple con los requerimientos fundamentales será utilizado para la implantación del control de temperatura del Horno de curado.

#### *Adquisición de los dispositivos a utilizar*

Los dispositivos que hemos utilizado en la implementación del tablero de control se los adquirió en la Empresa MERCURIO de la ciudad de Latacunga dichos dispositivos son:

Un contactor LC1D12 AC3 TESYS TELEMECANIQUE, una bobina 120V TESYS TELEMECANIQUE LC1D09, un bloque asociación 6V2AF3, un guardamotor GV2ME16 TESYS TELEMECANIQUE, una luz electrónica CAMSCO verde, rojo de 110 V, alambre sólido 14.

En Bodega del Centro de Ingeniería Industrial se cuenta con un Pt100.

#### ***3.6.2.1.2. Construcción del armario metálico.***

Para la construcción de la estructura del armario utilizamos media plancha de tol Alusin (área 0,61 m<sup>2</sup>) y un pedazo de plancha de acero inoxidable.

Las dimensiones de la caja son:

Ancho (a) = 20cm

Largo (l) = 20cm

Alto (h) = 1,03m\*0,95m

Espesor (e) = 1/32pulgada = 0,8mm

Las dimensiones de la tapa superior son:

$$a = 23,5 \text{ cm}$$

$$l = 20,7 \text{ cm}$$

$$e = 1/16 \text{ pulgada} = 1,5 \text{ mm}$$

En el **ANEXO 6**, se puede mostrar las fotografías más relevantes del armario metálico construido.

### ***3.6.2.1.3. Ubicación de los dispositivos eléctricos y electrónicos con sus respectivas conexiones.***

La ubicación de los dispositivos eléctricos lo realizamos dentro de un armario metálico, estos elementos son: el contactor, guardamotor (Ver **ANEXO 6**).

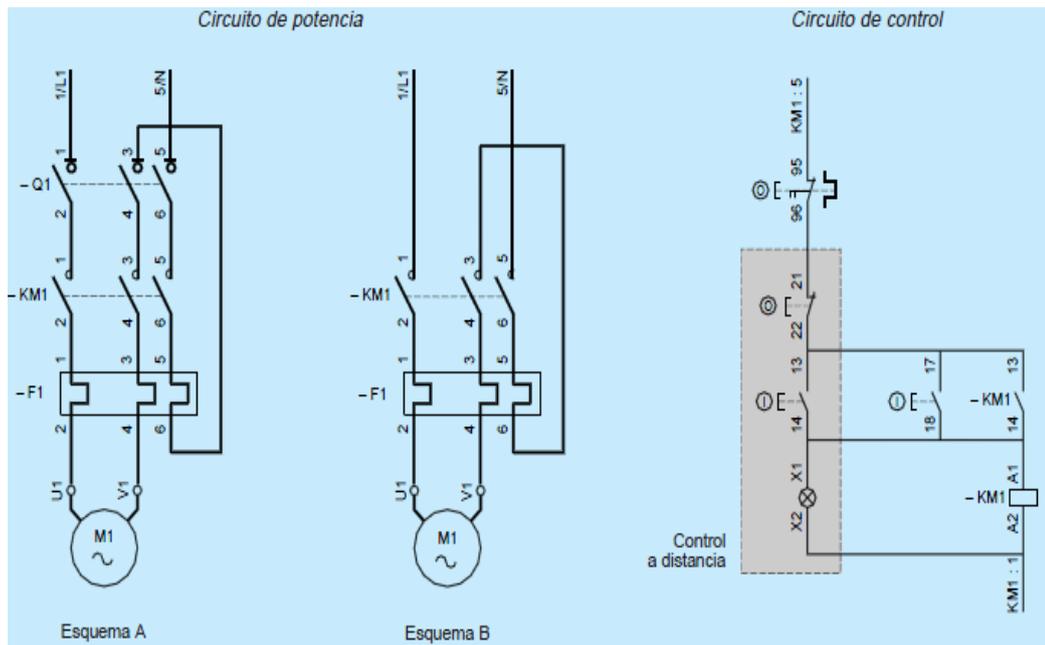
Los dispositivos de protección se montaron sobre un riel metálico ( $a=5\text{mm}$ ;  $b=37\text{mm}$ ;  $c=15\text{cm}$ ;  $e=1/16$  pulgada), acoplado a una placa de  $18*20\text{cm}$  sujetos con tornillos autoroscante de  $1/4$  pulgada.

Posteriormente se ubico en la parte superior del armario un visualizador de temperatura PT 100. Uno de los terminales de la termocupla tipo K es conectado al visualizador para la verificación constante de la temperatura.

Finalmente colocamos: una luz piloto verde, pulsadores abiertos y cerrados, para la puesta en marcha del motor.

Para el montaje de los dispositivos eléctricos se utilizo los siguientes circuitos:

**Figura 3.1.** Diagramas de mando y control de un motor monofásico.



**Fuente:** Manual electrónico Telemecanique, p. 195.

#### **3.6.2.1.4. Monitoreo de la Temperatura y Tiempo.**

Para el diseño de la aplicación se debe separar inicialmente el trabajo del microcontrolador del que realiza Matlab, para finalmente acoplarlos y realizar las pruebas respectivas. Lo que si se debe tomar en cuenta son las características generales que poseerá la tarjeta y la comunicación y son las que se detallan a continuación:

- Velocidades de trabajo a 2400
- Longitud de los datos en bits: 8 y 9
- Paridad par
- Entradas analógicas para un máximo de 4.5V a 5.5V
- Visualización de los datos adquiridos de una forma comprensible para cualquier tipo de operador.
- Protocolo de comunicación

### ***3.6.2.1.5. Hardware de la tarjeta de adquisición de datos.***

Para la adquisición de datos, seguimiento y el control de la temperatura de la PT100, se ha realizado un circuito integrado. La cual dichos datos que obtendremos mediante este circuito integrado serán transformados de (señal analógica) en lenguaje de maquina (señal digital).

Con la salida de la nueva señal habilitaremos las compuertas de entrada al computador, una vez realizado esto, empezamos la programación en matlab para la obtención de la curva requerida, y así lograr la comprensión y el trabajo que realiza el horno de curado.

La tarjeta de adquisición de datos posee básicamente los siguientes elementos:

- 1 Microcontrolador 16F628A
- 1 Diodo de silicio
- 1 Swich reset
- 1 Transceiver
- 1 Oscilador M 4000 da pulsos de reloj
- 2 Condensadores cerámicos
- 1 Diodo led.
- 1 Puerto DV9.
- 3 resistencias

La configuración del microcontrolador PIC16F628A y del Transceiver está en el **ANEXO 6**.

En el **ANEXO 6** se encuentra el diagrama esquemático de la placa diseñada.

### ***3.6.2.1.5. Software de los microcontroladores.***

Para el desarrollo del software de los microcontroladores se realizó en el programa principal y luego se separó el análisis en los siguientes puntos:

- Recepción y verificación de la dirección del microcontrolador
- Recepción y verificación de la velocidad de comunicación

- Recepción y verificación de la longitud de los datos
- Recepción y verificación del tipo de paridad
- Recepción y verificación de las entradas analógicas
- Recepción y verificación de que se desea leer datos del microcontrolador
- Lectura de datos del ADC y almacenamiento en los bancos
- Construcción de la trama ASCII y envío de los datos al computador
- Creación del bit de paridad

Cada uno de estos puntos se desarrollan en el **ANEXO 6** en subrutinas independientes, con el objetivo de brindar una mayor facilidad en la depuración del programa final.

#### ***3.6.2.2. Reubicación de las máquinas.***

Con el establecimiento y delimitación de las áreas que conforman el proceso se realizó la reubicación de las máquinas, tomando en cuenta las dimensiones de las mismas y de la nave industrial (Ver fotos en el **ANEXO 4**).

### 3.6.3. Cuanto se ha mejorado con la realización

Tabla 3.2. Elaboración de una silla antes.

#### CRONOGRAMA DE ELABORACIÓN DE SILLAS ANTES

MARZO

Hora	1era. Semana						2da. Semana					
	L 1	M 2	M 3	J 4	V 5	S 6	L 8	M 9	M 10	J 11	V 12	S 13
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
Hora	3era. Semana						4ta. Semana					
	L 14	M 15	M 16	J 17	V 18	S 19	L 21	M 22	M 23	J 24	V 25	S 26
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
Hora	5ta. Semana											
	L 28	M 29	M 30	J 31	V 1	S 2						
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.3.** Elaboración de una silla antes

PROCESO DE UNA SILLA							
Descripción de actividades	Tiempo		Referencia	Capacidad del horno	Tiempo (semanal)	Número de procesos	Cantidad al mes
	(min)	(h)					
Elaboración	41,27	0,69		40	27,6	5	200
Pintado	11,37	0,19		40	7,6	5	200
Curado	70,23	1,17		40	1,17	5	200
Trasporte	0,65	0,01	5	40	0,4	5	200

**Elaborado por:** Grupo investigador.

## CRONOGRAMA DE ELABORACIÓN DE SILLAS DESPUÉS

**Tabla 3.4.** Elaboración de una silla después

MARZO

Hora	1era. Semana						2da. Semana					
	L 1	M 2	M 3	J 4	V 5	S 6	L 8	M 9	M 10	J 11	V 12	S 13
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
Hora	3era. Semana						4ta. Semana					
	L 15	M 16	M 17	J 18	V 19	S 20	L 21	M 22	M 23	J 24	V 25	S 26
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
Hora	5ta. Semana											
	L 28	M 29	M 30	J 31	V 1	S 20						
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.5.** Elaboración de una silla después

PROCESO DE UNA SILLA							
Descripción de actividades	Tiempo		Referencia	Capacidad del horno	Tiempo (semanal)	Número de procesos	Cantidad al mes
	(min)	(h)					
Elaboración	18	0,3		40	12	7	280
Pintado	6,72	0,11		40	4,4	7	280
Curado	26,3	0,44		40	0,44	7	280
Trasporte	0,89	0,01	7	40	0,4	7	280

**Elaborado por:** Grupo investigador.

El proyecto fue un éxito puesto que se logra producir 80 sillas más. Y con la implementación de la Línea de pintura se llegara a la cantidad de 630 sillas al mes.

***3.6.4. En cuanto al área de pintura***

***DISEÑO DE UN PROYECTO PARA LA SUSTITUCIÓN  
DEL ÁREA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA POR  
UNA LÍNEA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA***

**I.- Datos Generales**

***1.- Nombre de la Fábrica u Organismo solicitante***

Centro de Ingeniería Industrial Ulloa.

***2.- Nombre y puesto del responsable del Proyecto***

Egresado Cristian Topa

Egresado Pablo Checa

***3.- Nacionalidad de la Fábrica***

Ecuatoriana

***4.- Actividad principal de la Fábrica***

Diseño y construcción de productos metálicos

***5.- Cámara o Asociación a la que pertenece la Fábrica u Organismo  
indicando:***

***Número de registro y fecha de ingreso***

La Fábrica no se encuentra inscrita en la Cámara de la Pequeña Industria.

## **II.- Ubicación y descripción general de la Obra o actividad Proyectada**

### ***1.- Nombre del Proyecto***

Sustitución del área pintura electrostática por una línea de pintura electrostática, en el Centro de Ingeniería Industrial Ulloa, localizada al sur del Cantón Latacunga en la Provincia de Cotopaxi, Panamericana Sur, km 2 ½ vía a Ambato, las instalaciones ocupan un área de 1.026 m<sup>2</sup>.

### ***2.- Ingeniería del Proyecto***

#### ***Descripción General***

Desde el 2007 los productos metálicos se pintan en un área dentro de la nave industrial del CIU, con pintura electrostática a través de un proceso que inicia con el desengrase del material sumergiendo en tinas con sustancias químicas, acto seguido el material es secado manualmente para quitar la humedad a fin de prepararlo para recibir la pintura, la cual se aplica con un equipo de pintura electrostática, posteriormente se envía el material a un horno de secado para obtener así el producto terminado.

El proceso detallado es un proceso sencillo de la aplicación de la pintura electrostática.

La gran desventaja del método de pintura antes descrito es el **DESPILFARRO DE LA PINTURA EN POLVO** en el área laboral con su consecuente traslado a la atmósfera, así como el **INCORRECTO TRATAMIENTO DEL MATERIAL**.

Consciente de dichas desventajas y en afán de contribuir al mejoramiento del proceso productivo se decidió realizar el diseño de un proyecto para la sustitución del área pintura electrostática por una línea de pintura electrostática, mediante las siguientes consideraciones:

- a. Conocimiento del proceso.
- b. Dimensiones del área de trabajo.
- c. Dimensiones de las máquinas, equipos, accesorios y elementos.
- d. Capacidad máxima de producción.

### ***Descripción del proceso, maquinaria y demás materiales***

El proceso dentro de una línea de pintura electrostática está conformado de las siguientes etapas:

#### ***1. Tratamiento de Superficies (Preparación del metal a pintar***

La calidad final del proceso de pintado electrostático depende principalmente del pre tratamiento de limpieza y desfosfatisación que se le realice al producto, dado que las superficies a pintar deben estar perfectamente desengrasadas, limpias, libres de polvo, aceite, grasa, oxido y suciedad.

Aplicación de Fosfato de Zinc y otros como sustancias anticorrosivas.

#### ***Actual:***

Existe una tina de lavado de 62 cm de ancho, 3,6 m de largo, y 62 cm de alto, constituida de plancha de acero al carbono de espesor = 1/8 pulgada (3,175mm), recubierto con fibra de vidrio, ver planos en el **ANEXO 4**.

#### ***Propuesto:***

Para el proceso de tratamiento de los productos elaborados se requiere:

- Tina para Desengrase Químico KLEANEX KS - 100
- Tina para Enjuague

- Tina para Fosfatizado FOSFEX 90

**FOSFEX 90** constituye una óptima base para pinturas, esmaltes, aceites, entre otras, y por el alto poder protector a la oxidación que imparten a las superficies ferrosas.

**Tabla 3.6.** Indicaciones para la preparación del FOSFEX 90.

PREPARACIONES DEL FOSFEX 90	
Remover herrumbre, óxidos y grasas sobre hierro.	1 parte de FOSFEX 90 3 partes de agua
Para Fosfatizar hierro y acero	1 parte de FOSFEX 90 5 partes de agua
Para limpiar y brillar aluminio	1 parte de FOSFEX 90 8 partes de agua

**Fuente:** [http://www.bycsasa.com/2008/fichas\\_tecnicas/fosfatos/FOSFEX%2090.pdf](http://www.bycsasa.com/2008/fichas_tecnicas/fosfatos/FOSFEX%2090.pdf)

Puede aplicarse manualmente por medio de brocha, pistola, trapo, etc. ó por inmersión.

**Tabla 3.7.** Indicación de la condiciones de operación.

CONDICIONES DE OPERACIÓN	
TEMPERATURA	18 – 50 °C, para limpieza de piezas difíciles, con herrumbre y grasas pesadas.
TIEMPO	5 – 30 Minutos

**Fuente:** [http://www.bycsasa.com/2008/fichas\\_tecnicas/fosfatos/FOSFEX%2090.pdf](http://www.bycsasa.com/2008/fichas_tecnicas/fosfatos/FOSFEX%2090.pdf)

- Tina para Enjuague

***Diseño de las tinas.-***

Para la selección de las tinas de tratamiento del Proceso de Pintura se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

Dimensiones máximas de las piezas metálicas o productos elaborados (a=1,2, l=2,5, h=1,2) metros.

Tipo de sustancias a contener: KLEANEX KS – 100, agua, FOSFEX 90  
 Peso por kilogramo del acero: \$ 1,3

La tina debe tener las siguientes dimensiones:

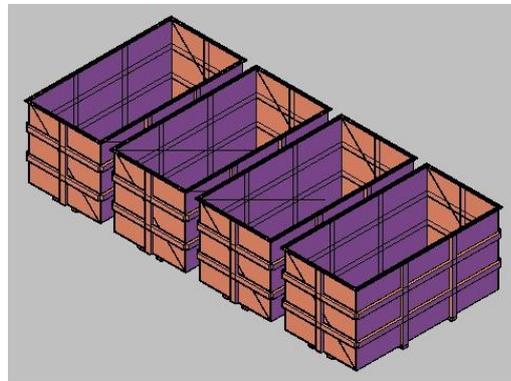
a = 1,5 m

l = 3m

h = 1,5 m

e = 1/8 pulg. (3,175mm)

**Figura 3.2.** Tina de lavado sugerida.



**Elaborado por:** Grupo investigador.

***Determinación del costo de la tina de lavado.-***

**Tabla 3.8.** Lista de materiales.

Producto: Tina de lavado

<b>Listado de materiales</b>			
Cantidad	Descripción	Tipo	Dimensiones/Cantidad
9	Plancha de acero	ASTM-A-36	(1,22*2,44*0,00317)m
2	Tarro de pintura	Esmalte	3,785 litros
2	Galón de thinner		3,785 litros
2	Caja de electrodos	AWS E-6011	20Kilos
	Revestimiento	Fibra de Vidrio	18m <sup>2</sup>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.9.** Costo de materiales.

<b>a. Costo de materiales directos</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
9	Plancha de acero ASTM-A-36	\$ 103,75	\$ 933,75
2	Tarro de pintura esmalte	\$ 30,28	\$ 60,56
2	Galón de thinner	\$ 6,00	\$ 12,00
2	Caja de electrodos	\$ 52,00	\$ 104,00
18	Revestimiento de fibra de vidrio	\$ 100,00	\$ 1.800,00
	Total	\$ 292,03	\$ 2.910,31

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.10.** Costo de la mano de obra.

<b>b. Costo de la mano de obra</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
24	horas de armado	\$ 2,50	\$ 60,00
3	horas de pintado	\$ 2,50	\$ 7,50
16	horas en colocar fibra de vidrio	\$ 2,50	\$ 40,00
	Total	\$ 7,50	\$ 107,50

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.11.** Costos de energía.

<b>c. Costos indirectos</b>				
Energía				
Cantidad	Descripción	Vatios(KW)	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
4	horas del uso del banco de corte	1,8	\$ 0,0823	\$ 0,59
4	horas del usos de la moradora	0,72	\$ 0,0823	\$ 0,24
8	horas del uso de la suelda eléctrica	1,76	\$ 0,0823	\$ 1,16
2	horas del uso del compresor	1,5	\$ 0,0823	\$ 0,25
	Total	5,78	\$ 0,3292	\$ 2,24

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.12.** Costo de la depreciación del equipo.

Depreciación del equipo productivo					
Cantidad	Descripción	Precio del equipo(USD)	Período(años)	Por día	Por horas
8	horas del uso de la suelda eléctrica	680	5	\$ 0,02	\$ 0,0052
2	horas del uso del compresor	2000	5	\$ 0,05	\$ 0,0038
	<b>Total</b>	<b>2680</b>			<b>\$ 0,0090</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.13.** Costos de diseño de planos.

<b>d. Costo de los planos</b>	
5% del total de inversión fija	\$ 151,00

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.14.** Costo de la ganancia.

<b>e. Ganancia</b>	
25% del total de inversión	\$ 792,76

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.15.** Precio total de las tinas.

<b>COSTO TOTAL</b>	
Costo de producción	\$ 3.963,82
IVA	12%
<b>PVP</b>	<b>\$ 4.439</b>

Tinas	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
4	\$ 4.439	\$ 15.855

Elaborado por: Grupo investigador.

Los planos de diseño de las tinas se encuentran en el **ANEXO 4**.

***Equipo de Protección Personal.-***

El Equipo de Protección personal que debe contar esta área es la siguiente:

Ventilación: La necesaria

Protección respiratoria: Emplear mascara para su manipulación

Protección de los ojos: Emplear gafas

Protección de la piel: Uso de guantes y delantal plástico para manejo de productos químicos.

## **2. Pre secado**

Una vez que el material está completamente limpio y preparado se introduce a un horno (túnel) de secado cuya función consiste en eliminar la humedad antes de aplicar la pintura.

### **Actual:**

El proceso de pre secado se realiza de forma manual a través de una boquilla conectada a un cilindro de gas de 45kg, 18m<sup>3</sup> y 504 000kcal.

### **Propuesto:**

Determinación del tamaño del horno de secado

Tamaño de la silla: 0,17m<sup>3</sup>

Total de sillas: 90

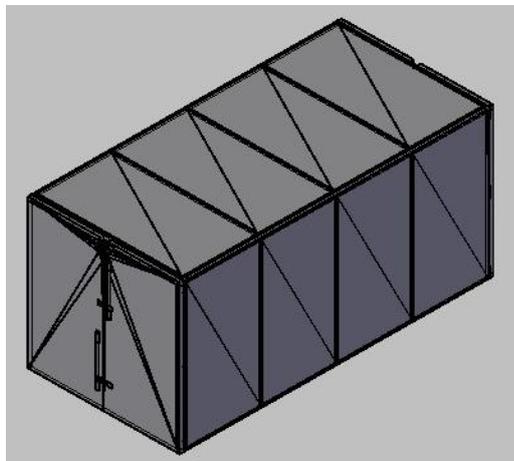
Dimensión del horno= 90\*0,17m<sup>3</sup>=15,3m<sup>3</sup>

Un horno de las siguientes características:

Dimensiones: a = 2m, l = 4m, h = 2m

Funcionamiento mediante un sistema a gas o eléctrico

**Figura 3.3.** Estructura de un horno de secado propuesta.



**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.16.** Lista de materiales.

<b>Listado de materiales</b>			
Cantidad	Descripción	Tipo	Dimensiones/Cantidad
64	Plancha lineal de aluzinc	ASTM-A-792	(1*1,22*0,0008)m
3	Plancha de acero inoxidable	AISI-304	(1,22*2,44*0,003)m
13	Tubo cuadrado de acero	ASTM-A-36	(2*2*1/16)pulg. L=6m
8	Rollo	Fibra de vidrio	(10*1)m e=5cm
1860	Tornillo	Autoroscante	1/4pulg.
1	Tarro de pintura	Esmalte	3,785litros
1	Galón	Thinner	3,785litros
12	Bisagras		Ø=2cm L=14,08
4	Picaportes		Ø=2,5cm L=71
2	Fundas de electrodos	AWS E-6011	5Kilos

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.17.** Costo de materiales.

<b>a. Costo de materiales directos</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
64	Plancha lineal de aluzinc	\$ 23,00	\$ 1.472,00
3	Plancha de acero inoxidable	\$ 103,85	\$ 311,55
13	Tubo cuadrado de acero	\$ 19,19	\$ 249,47
8	Rollo	\$ 75,00	\$ 600,00
1860	Tornillo	\$ 0,10	\$ 186,00
1	Tarro de pintura	\$ 30,28	\$ 30,28
1	Galón de thinner	\$ 6,00	\$ 6,00
12	Bisagras	\$ 2,50	\$ 30,00
4	Picaportes	\$ 5,00	\$ 20,00
2	Fundas de electrodos	\$ 13,00	\$ 26,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 277,92</b>	<b>\$ 2.931,30</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.18.** Costos de mano de obra.

<b>b. Costo de la mano de obra</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
192	horas de armado	\$ 2,50	\$ 480,00
3	horas de pintado	\$ 2,50	\$ 7,50
	<b>Total</b>	<b>\$ 5,00</b>	<b>\$ 487,50</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.19.** Costos de energía.

<b>c. Costos indirectos</b>				
Energía				
Cantidad	Descripción	Vatios(KW)	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
2	horas del uso del banco de corte	1,8	\$ 0,0823	\$ 0,30
4	horas del usos de la moradora	0,72	\$ 0,0823	\$ 0,24
4	horas del uso de la suelda eléctrica	1,76	\$ 0,0823	\$ 0,58
2	horas del uso del compresor	1,5	\$ 0,0823	\$ 0,25
20	horas del usos del taladro	0,72	\$ 0,0823	\$ 1,19
	<b>Total</b>	<b>6,5</b>	<b>\$ 0,4115</b>	<b>\$ 2,54</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.20.** Costos de depreciación del equipo.

Depreciación del equipo productivo					
Cantidad	Descripción	Precio del equipo(USD)	Período(años)	Por día	Por horas
4	horas del uso de la suelda eléctrica	\$ 680,00	5	\$ 0,02	\$ 0,0026
2	horas del uso del compresor	\$ 2.000,00	5	\$ 0,05	\$ 0,0038
	<b>Total</b>	<b>\$ 2.680,00</b>			<b>\$ 0,0064</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.21.** Costo de diseño de planos.

<b>d. Costo de los planos</b>	
6% del total de inversión fija	\$ 205,28

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.22.** Costo de la ganancia.

<b>e. Ganancia</b>	
25% del total de inversión	\$ 906,66

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.23.** Costo total del producto.

<b>COSTO TOTAL</b>	
Costo de producción	\$ 4.533
IVA	12%
<b>PVP</b>	<b>\$ 5.077</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

***Selección del sistema del horno.-***

Se realizó una comparación en base a la economía, dicha tabla se muestra a continuación:

El análisis del sistema está diseñado para un horno de secado

***Horno con sistema de calentamiento mediante resistencias eléctricas***

**Tabla 3.24.** Potencia que se consume por lado del horno.

<b>POR LADO</b>	
Distancia(cm)	Potencia(KW)
200	60
200	60
400	120

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.25.** Análisis del costo de energía al mes

<b>ANÁLISIS DEL COSTO DE ENERGÍA</b>						
Vatios	Precio(1KW/h)	horas de trabajo(día)	horas de trabajo(mes)	Precio por hora	Precio por día	Precio por mes
60	\$ 0,0823	8	22	\$ 5	\$ 40	\$ 109
60	\$ 0,0823	8	22	\$ 5	\$ 40	\$ 109
120	\$ 0,0823	8	22	\$ 10	\$ 79	\$ 217
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 435</b>

<b>COSTO TOTAL DE LOS CUATRO LADOS</b>	<b>\$ 1.738,18</b>
--	--------------------

**Elaborado por:** Grupo investigador.

### ***Horno con sistema de calentamiento mediante quemador a gas***

**Tabla 3.26.** Costo del la recarga de gas.

TODO EL VOLUMEN	
Peso(kg)	Precio de recarga(USD)
15	\$ 8

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.27.** Análisis del costo de consumo de gas al mes

ANALISIS DEL COSTO DE CONSUMO DE GAS							
Cilindro	# Quemadas	Tiempo de un proceso(horas)	Tiempo (horas)	Total de cilindros	Precio por hora	Precio por día	Precio por mes
\$ 8	4	0,25	1	2	\$ 8	\$ 64	\$ 1.408,00

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.28.** Comparación de precios.

DIFERENCIA DE COSTOS	
Resistencias	\$ 1.738,18
Gas	\$ 1.408,00
Ahorro	\$ 330,18

**Elaborado por:** Grupo investigador.

En base a los costos obtenidos de selecciona el **Sistema De Quemador A Gas.**

**Tabla 3.29.** Costo del quemador.

Producto	Precio(USD)	IVA (12%)	Precio total(USD)
Quemador	\$ 1.500	\$ 180	\$ 1.680

**Elaborado por:** Grupo investigador.

### ***3. Aplicación de Pintura Electrostática (Pintado de la pieza misma)***

Con el material seco y limpio (preparado) se procede al servicio de pintura, el cual se realiza en forma rápida y expedita, en un ambiente limpio y libre de impurezas que puedan contaminar el proceso.

En el servicio de pintura se utiliza:

Equipo de aplicación de pintura electrostática

**Actual:**

Una unidad de control OptiStar con caja metálica y cable de alimentación (1).

Un carro móvil con soporte para pistola y manguera (4).

Un depósito de polvo fluidizado (5).

Un inyector con enchufe rápido (3).

Una pistola manual OptiSelect con cable de pistola, manguera polvo, manguera de aire de limpieza y conjunto de boquillas (2).

Mangueras neumáticas para aire de conducción, aire suplementario y aire fluidización (6).

**Figura 3.4.** Equipo manual de recubrimiento OptiFlex F-estructura.



**Fuente:** Manual de recubrimiento por polvo OptiFlex F. p. 9.

**Propuesto:**

El equipo con el que cuenta si es el adecuado, el mismo puede ser utilizado para el proceso de la línea de pintura electrostática.

Además se requiere otro equipo de las mismas características.

Precio del equipo de pintura: \$ 7 000 USD

***Cabina de pintado.-***

Acto seguido el material se introduce a una cabina de aplicación con recuperación de polvo y proyectores electrostáticos; la cual consiste en un circuito cerrado de aplicación y recuperación de pintura por lo que no tiene emisiones a la atmósfera ni chimeneas de desfogue, esto es en la caseta de pintura electrostática existe una tolva que contiene la pintura en polvo, la cual se bombea a través de pistolas electrostáticas que llevan aire y electricidad el aire tiene como función pulverizar la pintura mientras que la electricidad se utiliza para adherir la pintura al producto metálico, en el proceso de proyección de polvo que se efectúa en la cabina una parte no se deposita sobre la pieza metálica y cae lentamente en el suelo de la cabina, un sistema de aspersion colocado en el interior evita que el polvo salga de ésta y mantiene una velocidad de aire constante en todo lo alto de la cabina. El suelo de la cabina está formado por un tapiz rodante que transporta todo el polvo depositado hasta un borde aspirador que lo traslada al sistema de recuperación, el polvo no depositado en la pieza es aspirado por un aspirador centrífugo y transportado a un ciclón de donde se transporta a una criba situada en el depósito del equipo de aplicación por un sistema de transporte neumático de esta manera se constituye el ciclo cerrado.

***Actual:***

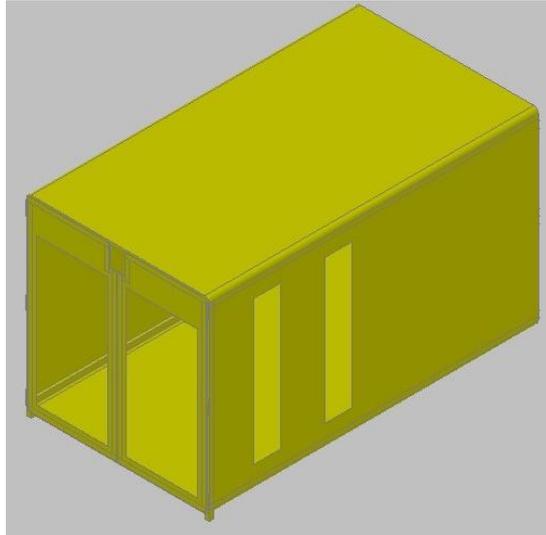
El proceso de pintura no cuenta con una cabina de pintura.

***Propuesto:***

Para la selección de la cabina se toma en cuenta las siguientes características:

- ✓ Tamaño de la cabina de pintura.
- ✓ Dimensiones de las piezas más grandes que se produzcan.
- ✓ Dispuesto de un monorriel aéreo de manera que sea fácil colgar las piezas y deslizarlas hacia dentro de la cabina y hacia fuera.

**Figura 3.5.** Estructura de una cabina de pintura.



**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.30.** Lista de materiales.

Producto: cabina de pintura

<b>Listado de materiales</b>			
Cantidad	Descripción	Tipo	Dimensiones/Cantidad
6	Plancha de acero	ASTM-A-36	(1,22*2,44*0,003)m
12	Plancha de aluzinc	ASTM-A-792	(1*1,22*0,0008)m
1	Plancha de acero	ASTM-A-36	(1,22*2,44*0,002)m
2	Tubo cuadrado de acero	ASTM-A-36	(2*2*1/16)pulg. L=6m
4	Platinas de acero	ASTM-A-36	(2*1/8)pulg. L=6m
300	Tornillo	Autoroscante	1/4pulg.
12	Bisagras		Ø=2cm L=14,08
2	Fundas de electrodos	AWS E-6011	5Kilos
4	Vidrios	Sílice	
2	Caneca de pintura	Esmalte	20litros
1	Caneca de thinner		20litros

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.31.** Costos de materiales.

<b>a. Costo de materiales directos</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
6	Plancha de acero	\$ 103,75	\$ 622,50
12	Plancha de aluzinc	\$ 23,00	\$ 276,00
1	Plancha de acero	\$ 49,07	\$ 49,07
2	Tubo cuadrado de acero	\$ 19,19	\$ 38,38
4	Platinas de acero	\$ 10,47	\$ 41,88
300	Tornillo	\$ 0,10	\$ 30,00
12	Bisagras	\$ 2,50	\$ 30,00
2	Fundas de electrodos	\$ 13,00	\$ 26,00
4	Vidrios	\$ 10,00	\$ 40,00
2	Caneca de pintura	\$ 160,00	\$ 320,00
1	Caneca de thinner	\$ 30,00	\$ 30,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 421,08</b>	<b>\$ 1.503,83</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.32.** Costos de mano de obra.

<b>b. Costo de la mano de obra</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
144	horas de armado	\$ 2,50	\$ 360,00
16	horas de pintado	\$ 2,50	\$ 40,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 5,00</b>	<b>\$ 400,00</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.33.** Costos de energía.

<b>c. Costos indirectos</b>				
Energía				
Cantidad	Descripción	Vatios(KW)	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
8	horas del uso del banco de corte	1,8	\$ 0,0823	\$ 1,19
1	horas del usos de la moradora	0,72	\$ 0,0823	\$ 0,06
2	horas del uso de la suelda eléctrica	1,76	\$ 0,0823	\$ 0,29
16	horas del uso del compresor	1,5	\$ 0,0823	\$ 1,98
16	horas del usos del taladro	0,72	\$ 0,0823	\$ 0,95
	<b>Total</b>	<b>6,5</b>	<b>\$ 0,4115</b>	<b>\$ 4,46</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.34.** Costos de depreciación de los equipos.

Depreciación del equipo productivo					
Cantidad	Descripción	Precio del equipo(USD)	Período (años)	Por día	Por horas
2	horas del uso de la suelda eléctrica	680	5	\$ 0,02	\$ 0,0013
16	horas del uso del compresor	2000	5	\$ 0,05	\$ 0,0304
	Total	2680			\$ 0,0317

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.35.** Costos de diseño de planos.

<b>d. Costo de los planos</b>	
6% del total de inversión fija	\$ 114,50

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.36.** Costo de ganancia.

<b>e. Ganancia</b>	
25% del total de inversión fija	\$ 505,70

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.37.** Costo total del producto.

<b>COSTO TOTAL</b>	
Costo de producción	\$ 2.529
IVA	12%
<b>PVP</b>	<b>\$ 2.832</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

#### **4. Secado al Horno (Horneado del producto pintado)**

Una vez pintadas las estructuras, éstas son instaladas en el horno para realizar la cocción necesaria que permite la total adherencia de la pintura a la pieza de metal para una terminación definitiva.

¿A qué temperatura se debe hornear las piezas pintadas?

Hay que establecer una cosa a estas alturas la pintura con base EPOXICA es lejos de mayor adhesión y durabilidad que la de base POLIESTER naturalmente es más

cara llegando a costar aproximadamente el doble, o más aun y no es fácil encontrarla en el mercado. CUIDADO, que existe una pintura que se llama híbrida que es una mezcla de ambas. En todo caso en la etiqueta del producto deberá especificar las características del producto, y de que está compuesto. Evitar pinturas con rotulaciones adjetivas, por ejemplo: Interior- Exterior, afecta a los rayos ultra violetas, no afecta etc.

Hay que hacer caso al fabricante de la pintura. El peligro reside en hornear las piezas a una temperatura menor. Estas así se presentan excelentes, pero se saltan. (Se sale la pintura).

Las pinturas finas y caras se hornean a 150 grados, y las baratas hasta 210 grados. La duración del horneado depende del espesor de la pieza metálica. Teóricamente basta con que la pieza llegue a la temperatura para que el proceso químico de curado se produzca.

Para chapas y aceros de 1,5 mm de espesor la duración será aproximadamente 17 min. Para aceros hasta 5 mm de espesor, la duración del horneado será 30 min. Para trozos mayores, la duración será mayor, teniendo por ejemplo que piezas de acero de 30 mm de espesor no es raro hornear por una hora.

Notar que la pintura se funde y gela (secarse) a 120 grados, por lo que muchas veces las piezas son retiradas antes que el metal alcance la temperatura de destino. Por tanto en esta situación todavía no se ha producido el verdadero y ansiado "ANCLAJE"(fijar firmemente la pintura en la pieza metálica). De esta manera la pintura se sale y se salta.

### ***Actual***

Contamos con un horno de 3, 5 metros de largo, 2,3 metros de ancho y 2,4 metros de alto.

### ***Propuesto***

Horno de polimerización que es de combustión indirecta y cuenta con 2 quemadores de gas natural, con capacidad de 1,256 Mega Joules/hr. Cada uno y tiene la finalidad de cocer el producto metálico ya pintado a fin de impregnar la pintura al material.

Se requiere un horno de las siguientes características:

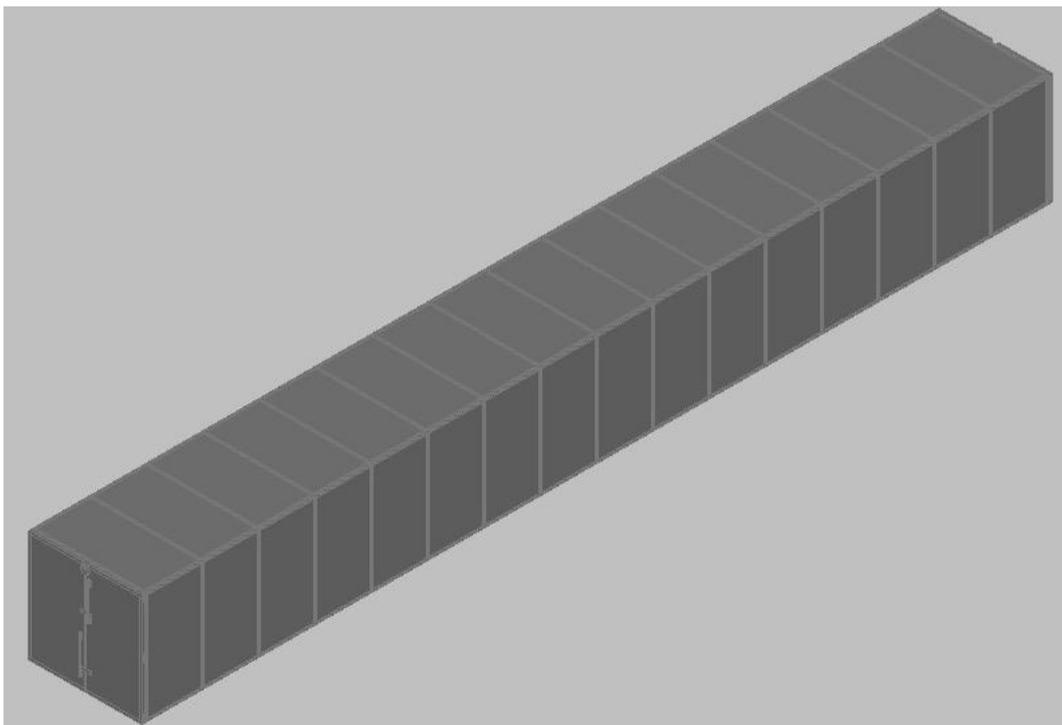
Dimensiones:

$a = 2 \text{ m}$

$h = 2 \text{ m}$

$l = 20 \text{ m}$

**Figura 3.6.** Estructura del horno de curado.



**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.38.** Lista de materiales.

Producto: estructura de un horno de curado

<b>Listado de materiales</b>			
Cantidad	Descripción	Tipo	Dimensiones/Cantidad
254	Plancha lineal de aluzinc	ASTM-A-792	(1*1,22*0,0008)m
12	Plancha de acero inoxidable	AISI-304	(1,22*2,44*0,003)m
30	Tubo cuadrado de acero	ASTM-A-36	(2*2*1/16)pulg. L=6m
26	Rollo	Fibra de vidrio	(10*1)m e=5cm
6416	Tornillo	Autoroscante	1/4pulg.
1	Caneca de pintura	Esmalte	20litros
3	Galón de thinner		3,785litros
12	Bisagras		Ø=2cm L=14,08
4	Picaportes		Ø=2,5cm L=71
2	Caja de electrodos	AWS E-6011	20Kilos

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.39.** Costos de materiales.

<b>a. Costo de materiales directos</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
254	Plancha lineal de aluzinc	\$ 23,00	\$ 5.842,00
12	Plancha de acero inoxidable	\$ 103,85	\$ 1.246,20
30	Tubo cuadrado de acero	\$ 19,19	\$ 575,70
26	Rollo	\$ 75,00	\$ 1.950,00
6416	Tornillo	\$ 0,10	\$ 641,60
1	Caneca de pintura	\$ 160,00	\$ 160,00
3	Galón de thinner	\$ 6,00	\$ 18,00
12	Bisagras	\$ 2,50	\$ 30,00
4	Picaportes	\$ 5,00	\$ 20,00
2	Caja de electrodos	\$ 52,00	\$ 104,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 446,64</b>	<b>\$ 10.587,50</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.40.** Costos de mano de obra.

<b>b. Costo de la mano de obra</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
576	horas de armado	\$ 2,50	\$ 1.440,00
48	horas de pintado	\$ 2,50	\$ 120,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 5,00</b>	<b>\$ 1.560,00</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.41.** Costos de energía.

<b>c. Costos indirectos</b>				
Energía				
Cantidad	Descripción	Vatios(KW)	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
8	horas del uso del banco de corte	1,8	\$ 0,0823	\$ 1,19
16	horas del usos de la moradora	0,72	\$ 0,0823	\$ 0,95
48	horas del uso de la suelda eléctrica	1,76	\$ 0,0823	\$ 6,95
8	horas del uso del compresor	1,5	\$ 0,0823	\$ 0,99
80	horas del usos del taladro	0,72	\$ 0,0823	\$ 4,74
	<b>Total</b>	<b>6,5</b>	<b>\$ 0,4115</b>	<b>\$ 14,81</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.42.** Costos de depreciación.

Depreciación del equipo productivo					
Cantidad	Descripción	Precio del equipo(USD)	Período (años)	Por día	Por horas
48	horas del uso de la suelda eléctrica	680	5	\$ 0,02	\$ 0,0311
8	horas del uso del compresor	2000	5	\$ 0,05	\$ 0,0152
	<b>Total</b>	<b>2680</b>			<b>\$ 0,0463</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.43.** Costo de diseño de planos

<b>d. Costo de los planos</b>	
6% del total de inversión fija	\$ 729,74

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.44.** Costo de la ganancia.

<b>e. Ganancia</b>	
25% del total de inversión fija	\$ 3.223,03

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.45.** Costo total del producto.

<b>COSTO TOTAL</b>	
Costo de producción	\$ 16.115
IVA	12%
<b>PVP</b>	<b>\$ 18.049</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

### **5. Sistema de riel aéreo.-**

Posteriormente el trasportador que consiste en una cadena transporta los productos metálicos que salen del horno de polimerización a la zona de descarga de material como producto terminado.

#### **Actual**

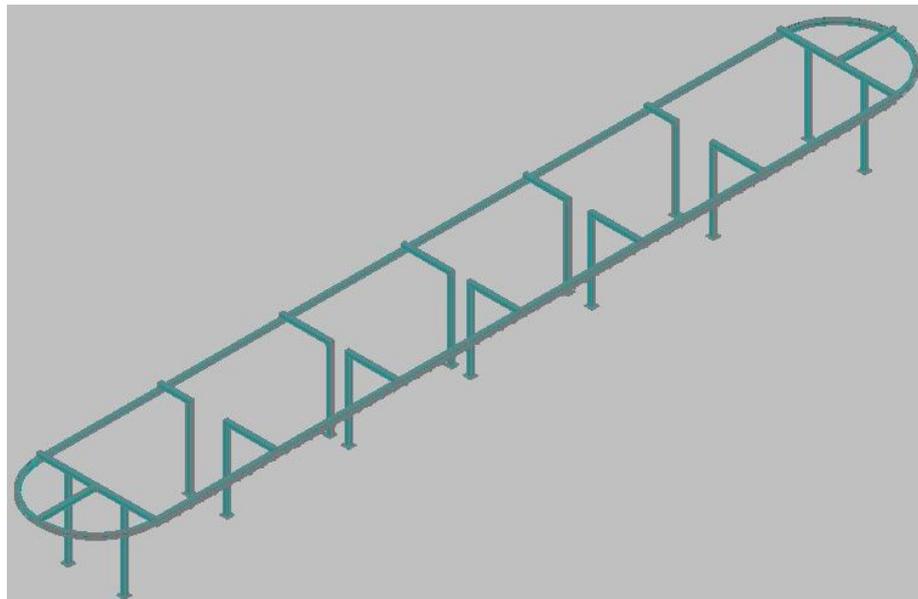
No cuenta con este sistema.

#### **Propuesto**

El área del riel debe ser de 70,99 m<sup>2</sup>

Carga de trabajo: 300 kg

**Figura 3.7.** Estructura de un riel aéreo.



**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.46.** Lista de materiales.

Producto: riel aéreo y bases

<b>Listado de materiales</b>			
Cantidad	Descripción	Tipo	Dimensiones/Cantidad
17	Canales "U" de acero	A-37	(A=100; B=50; e=6)mm L=6m
17	Correas "C" de acero	A-37	(A=100; B=50; C=15; e=3)mm L=6m
28	Plancha de acero	ASTM-A-36	(20*20)cm, e=13mm
1	Ángulo "L" de acero	A-37	(A=50; B=50; e=5)mm L=6m
56	Perno		1pulgada
3	Caja de electrodos	AWS E-6011	20Kilos
2	Caneca de pintura	Esmalte	20litros
1	Caneca de thinner		20litros

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.47.** Costos de materiales.

<b>a. Costo de materiales directos</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
17	Canales "U" de acero	\$ 74,38	\$ 1.264,46
17	Correas "C" de acero	\$ 43,12	\$ 733,04
28	Plancha de acero	\$ 5,72	\$ 160,16
1	Ángulo "L" de acero	\$ 31,32	\$ 31,32
56	Perno	\$ 1,00	\$ 56,00
3	Caja de electrodos	\$ 52,00	\$ 156,00
2	Caneca de pintura	\$ 160,00	\$ 320,00
1	Caneca de thinner	\$ 30,00	\$ 30,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 397,54</b>	<b>\$ 2.750,98</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.48.** Costos de materiales.

<b>b. Costo de la mano de obra</b>			
Cantidad	Descripción	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
288	horas de armado	\$ 2,50	\$ 720,00
48	horas de pintado	\$ 2,50	\$ 120,00
	<b>Total</b>	<b>\$ 5,00</b>	<b>\$ 840,00</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.49.** Costos de energía.

<b>c. Costos indirectos</b>				
Energía				
Cantidad	Descripción	Vatios(KW)	Precio C/U(USD)	Precio total(USD)
48	horas del uso del banco de corte	1,8	\$ 0,0823	\$ 7,11
32	horas del usos de la moradora	0,72	\$ 0,0823	\$ 1,90
56	horas del uso de la suelda eléctrica	1,76	\$ 0,0823	\$ 8,11
24	horas del uso del compresor	1,5	\$ 0,0823	\$ 2,96
8	horas del usos del taladro	0,72	\$ 0,0823	\$ 0,47
	<b>Total</b>	<b>6,5</b>	<b>\$ 0,4115</b>	<b>\$ 20,56</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.50.** Costos de depreciación del equipo.

Depreciación del equipo productivo					
Cantidad	Descripción	Precio del equipo(USD)	Período (años)	Por día	Por horas
56	horas del uso de la suelda eléctrica	680	5	\$ 0,02	\$ 0,0362
24	horas del uso del compresor	2000	5	\$ 0,05	\$ 0,0457
	<b>Total</b>	<b>2680</b>			<b>\$ 0,0819</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.51.** Costos de diseño de planos.

<b>d. Costo de los planos</b>	
6% del total de inversión fija	\$ 216,70

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.52.** Costo de la ganancia.

<b>e. Ganancia</b>	
25% del total de inversión fija	\$ 957,08

**Elaborado por:** Grupo investigador.

**Tabla 3.53.** Costo total del producto.

<b>COSTO TOTAL</b>	
Costo de producción	\$ 4.785
IVA	12%
<b>PVP</b>	<b>\$ 5.360</b>

**Elaborado por:** Grupo investigador.

Cadena de acero al carbón 10\*3cm, e = 3/8pulg. (9,525mm), l = 49m

Costo del producto: \$ 2.478

**6.- Capacidad proyectada**

Producción de seiscientos treinta (630) sillas al mes

**7.- Vida útil del Proyecto**

25 años

**8.- Programa de trabajo**

El proyecto está programado para ejecutarse en 1 año, de acuerdo a las siguientes etapas:

- ✓ Ingeniería
- ✓ Preparación del sitio
- ✓ Cimentación
- ✓ Estructura metálica
- ✓ Instalación de maquinaria
- ✓ Pruebas y arranque

**9.- Ubicación física del Proyecto**

PROVINCIA: Cotopaxi

MUNICIPIO: Latacunga

LOCALIDAD: Sector El Niágara

LOCALIZACIÓN: Panamericana Sur, km 2 ½ vía a Ambato

**10.- Situación legal del predio**

El predio es propiedad del Sr Jaro Ulloa, desde el 16 de octubre de 2006

**11.- Superficie requerida**

La superficie requerida para la construcción del proyecto es un total de 348 metros cuadrados.

### ***12.- Colindancia del predio y actividad que se desarrolla***

El área propuesta para la construcción de la nueva línea de pintura electrostática base polvo se ubica dentro de las propias instalaciones del centro de Ingeniería Industrial Ulloa, en la cual se realiza el proceso de producción de estructuras metálicas.

A su vez la planta industrial de CIU., se encuentra dentro del sector El Niágara siendo sus colindancias las siguientes:

- ✓ Al Poniente por la parte frontal Mueblería “Estilos”
- ✓ Al oriente en la parte posterior terrenos baldíos de Construcciones Ulloa
- ✓ Al norte por la parte lateral la empresa Construcciones Ulloa
- ✓ Al sur por la parte lateral “Talleres Santa María”

### ***13.- Requerimientos de mano de obra***

En la operación de la nueva línea de pintura:

- ✓ Un supervisor
- ✓ Dos pintores
- ✓ Bodeguero

## ***III. Estudio económico***

### ***Objetivos:***

- Establecer el monto determinado de los recursos económicos para la ejecución del nuestro proyecto.
- Asignar el dinero de acuerdo a las necesidades de: maquinaria, materia prima, mano de obra, instalaciones y equipo, etc.

*Determinación de los Costos*

**Tabla 3.54.** Costo de la maquinaria y equipo existente.

**MAQUINARÍA Y EQUIPOS EXISTENTES EN LA FÁBRICA**

CANTIDAD	ITEM	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
1	Tina de lavado	\$ 500,00	\$ 500,00
1	Horno de curado	\$ 4.500,00	\$ 4.500,00
1	Compresor de 125 PSI	\$ 900,00	\$ 900,00
1	Compresor de 2000 PSI	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
3	Pistola	\$ 37,00	\$ 111,00
1	Equipo de pintura electrostática	\$ 7.500,00	\$ 7.500,00
1	Taladro de banco	\$ 180,00	\$ 180,00
1	Estante	\$ 200,00	\$ 200,00
1	Esmeril	\$ 250,00	\$ 250,00
1	Soldadora eléctrica	\$ 500,00	\$ 500,00
1	Soldadora MIG 250A	\$ 2.700,00	\$ 2.700,00
1	Soldadora MIG 315A	\$ 4.500,00	\$ 4.500,00
1	Soldadora de punto	\$ 3.700,00	\$ 3.700,00
1	Equipo oxiacetileno	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
1	Entenalla	\$ 80,00	\$ 80,00
1	Troqueladora	\$ 500,00	\$ 500,00
1	Amoladora	\$ 270,00	\$ 270,00
1	Taladro manual	\$ 120,00	\$ 120,00
1	Mesa de Trabajo	\$ 70,00	\$ 70,00
4	Grapadoras	\$ 300,00	\$ 1.200,00
1	Dobladora electromecánica	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
1	Herramientas de trabajo	\$ 500,00	\$ 500,00
3	Caja Epoxi Poliester Gofrado Cobre viejo(25Kg)	\$ 146,00	\$ 438,00
4	Desoxidante	\$ 180,00	\$ 720,00
<b>SUMA TOTAL SISTEMA COMPLETO</b>			<b>\$ 40.939,00</b>

MONTAJE (MO)			
8%	Costo de flete(transporte)	\$ 3.275,12	\$ 3.275,12
5%	Costo de montaje	\$ 2.046,95	\$ 2.046,95
<b>MONTO TOTAL</b>		<b>\$ 5.322,07</b>	<b>\$ 5.322,07</b>

**SISTEMA COMPLETO CON FLETE Y MONTAJE \$ 46.261,07**

Elaborado por: Grupo investigador.



Tabla 3.56. Costo de la mano de obra actual.

<b>COSTO DE MANO DE OBRA ACTUAL</b>		
		TRABAJADOR
<b>NÚMERO DE TRABAJADORES</b>		3
<b>SUELDOS</b>		
Salarios		240,00
Sobretiempos	10,00%	24,00
Comisiones	0,00%	
<b>BENEFICIOS SOCIALES</b>		
Indemnizaciones	0,00%	0,00
aporte patronal IESS	0,00%	0,00
fondo de reserva	0,00%	0,00
decimo tercer sueldo	0,00%	0,00
decimo cuarto sueldo		0,00
Vacaciones	0,00%	0,00
<b>OTROS</b>		
Paseo		0,00
ropa de trabajo		0,00
<b>TOTAL UNITARIO</b>		<b>264,00</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>792,00</b>
		<b>792,00</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

Tabla 3.57. Costo de la mano de obra propuesta.

<b>COSTO DE MANO DE OBRA PROPUESTA</b>		
		TRABAJADOR
<b>NÚMERO DE TRABAJADORES</b>		5
<b>SUELDOS</b>		
Salarios		240,00
Sobretiempos	10,00%	24,00
Comisiones	0,00%	
<b>BENEFICIOS SOCIALES</b>		
indemnizaciones	5,00%	12,00
aporte patronal IESS	12,15%	29,16
fondo de reserva	8,33%	19,99
decimo tercer sueldo	8,33%	19,99
decimo cuarto sueldo		20,00
Vacaciones	4,17%	10,00
<b>OTROS</b>		
Paseo		3,58
ropa de trabajo		7,50
<b>TOTAL UNITARIO</b>		<b>386,22</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>1.931,10</b>
		<b>1.931,10</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

Tabla 3.58. Costo de la infraestructura actual.

<b>COSTO INFRAESTRUCTURA ACTUAL</b>			
AREA	COSTO UNIT	COSTO TOTAL	
(\$/m2)			
<b><u>ACTIVOS FIJOS</u></b>			
	<b><u>AREA</u></b>	<b><u>COSTO/m2</u></b>	
TERRENO	1300 m2 x	30 \$/m2	= \$ 39.000,00
EDIFICACION	3 x	8333	= \$ 24.999,00
			<b>\$ 63.999,00</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

En la propuesta no se va a invertir en la infraestructura dado que la Fábrica cuenta con las instalaciones adecuadas para la implementación del proyecto.

**Tabla 3.59.** Costo de la operación mensual actual.

COSTOS DE OPERACIÓN MENSUAL ACTUAL						
PRODUCCIÓN SILLAMES 200 CANT						
		CONSUMO UNITARIO	COSTO UNITARIO	COSTO POR KG		TOTAL COSTO
<b>COSTOS FIJOS</b>						
1	MANO DE OBRA					\$ 792,00
2	DEPRECIACIONES EQUIPO	5 años				\$ 771,02
3	MANTENIMIENTO					\$ 0,00
4	SEGUROS		2,00%			\$ 15,42
5	ARRIENDO					\$ 0,00
<b>TOTAL FIJOS</b>						<b>\$ 1.578,44</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
1	MATERIA PRIMA					
	Tubo cuadrado	30X50X0,9mm	3,43 Kg/Kg	1,40 \$/kg	4,80	\$ 960,40
	Tubo redondo	30X3	6,90 Kg/Kg	1,40 \$/kg	9,66	\$ 1.932,00
	Tubo redondo	13mm	0,86 Kg/Kg	1,40 \$/kg	1,20	\$ 240,80
	Platina	13X3mm	1,00 Kg/Kg	1,40 \$/kg	1,40	\$ 280,00
	<b>SUBTOTAL PESO POR KILO</b>		<b>12,1900 Kg/Kg</b>			<b>\$ 3.133,20</b>
2	OTROS MATERIALES					
	Regatones		6	0,25 USD	1,50	\$ 300,00
	Pintura normal		1	1,00 USD	1,00	\$ 200,00
	Pintura electrostática		0,13	2,00 USD	0,26	\$ 52,00
	Tapizado		1	8,00 USD	8,00	\$ 1.600,00
	<b>SUBTOTAL COSTO COMPONENTES</b>					<b>\$ 2.152,00</b>
3	COMBUSTIBLES					
	GAS		0,25	8,00	2,00	\$ 400,00
4	SERVICIOS					
	ENERGIA		0,20 kw-h/Kg	0,0823 \$/kw-h	0,0165	\$ 3,29
	AGUA		27,00 m3/Kg	0,040 \$/m3	1,0800	\$ 216,00
						<b>\$ 619,29</b>
5	VENTAS					\$ 0,00
<b>TOTAL VARIABLES</b>						<b>\$ 5.904,49</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
1	ADMINISTRATIVOS		5,0%			\$ 78,92
2	FINANCIEROS					\$ 0,00
3	GASTOS DE VENTAS			1,0%		\$ 74,83
4	DEPRECIACIONES INFRAESTRUCTURA	5 años				\$ 1.066,65
5	OTROS COSTOS			0,5%		\$ 7,89
<b>TOTAL ADMINISTRATIVOS</b>						<b>\$ 1.228,29</b>
<b>TOTAL COSTOS OPERATIVOS</b>						<b>\$ 8.711,22</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.60.** Costo de la operación mensual propuesto.

PROD SILLAMES 630 CANT

<b>COSTOS DE OPERACIÓN MENSUAL ACTUAL</b>						
		<u>CONSUMO UNITARIO</u>		<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>COSTO POR KG</u>	<u>TOTAL COSTO</u>
<b>COSTOS FIJOS</b>						
1	MANO DE OBRA					\$ 1.931,10
2	DEPRECIACIONES EQUIPO	5 años				\$ 1.944,71
3	MANTENIMIENTO					\$ 0,00
4	SEGUROS			2,00%		\$ 38,89
5	ARRIENDO					\$ 0,00
<b>TOTAL FIJOS</b>						<b>\$ 3.914,71</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
<b>1 MATERIA PRIMA</b>						
	Tubo cuadrado	30X50X0,9mm	3,43	Kg/Kg	1,40 \$/kg	4,80 \$ 3.025,26
	Tubo redondo	30X3	6,90	Kg/Kg	1,40 \$/kg	9,66 \$ 6.085,80
	Tubo redondo	13mm	0,86	Kg/Kg	1,40 \$/kg	1,20 \$ 758,52
	Platina	13X3mm	1,00	Kg/Kg	1,40 \$/kg	1,40 \$ 882,00
	<b>SUBTOTAL PESO P</b>		<b>12.1900</b>	<b>Kg/Kg</b>		<b>\$ 9.869,58</b>
<b>2 OTROS MATERIALES</b>						
	Regatones		6		0,25 USD	1,50 \$ 945,00
	Pintura normal		1		1,00 USD	1,00 \$ 630,00
	Pintura electrostática		0,02		2,00 USD	0,04 \$ 25,20
	Tapizado		1		8,00 USD	8,00 \$ 5.040,00
	<b>SUBTOTAL COSTO COMPONENTES</b>					<b>\$ 6.640,20</b>
<b>3 COMBUSTIBLES</b>						
	GAS		0,25		8,00	2,00 \$ 1.260,00
<b>4 SERVICIOS</b>						
	ENERGIA		0,20	kw-h/Kg	0,0823 \$/kw-h	0,0165 \$ 10,37
	AGUA		27,00	m3/Kg	0,040 \$/m3	1,0800 \$ 680,40
						<b>\$ 1.950,77</b>
5	VENTAS					\$ 0,00
<b>TOTAL VARIABLES</b>						<b>\$ 18.460,55</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
1	ADMINISTRATIVOS			5,0%		\$ 195,74
2	FINANCIEROS					\$ 0,00
3	GASTOS DE VENTAS			1,0%		\$ 223,75
4	DEPRECIACIONES INFRAESTRUCTURA	5 años				\$ 0,00
5	OTROS COSTOS			0,5%		\$ 19,57
<b>TOTAL ADMINISTRATIVOS</b>						<b>\$ 439,06</b>
<b>TOTAL COSTOS OPERATIVOS</b>						<b>\$ 22.814,32</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.61.** Estado de pérdidas y ganancias.

<b>ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS</b>					
	Cantidad	Costo unit	Costo pintura	% recuperac	
<b>INGRESOS</b>					
SILLA TIPO A(Actual)	200	\$ 30,00	0,26	100%	\$ 1.560,00
SILLA TIPO A(Propuesto)	630	\$ 30,00	0,26	30%	\$ 1.474,20
<b>TOTAL AHORROS</b>				<b>70%</b>	<b>\$ 85,80</b>
<b>COSTO</b>					
<b>COSTOS Y GASTOS INCREMENTALES</b>					
<b>COSTOS FIJOS</b>					<b>\$ 1.578,44</b>
MANO DE OBRA			792,00		
DEPRECIACIONES EQUIPO			771,02		
MANTENIMIENTO			0,00		
SEGUROS			15,42		
<b>COSTOS VARIABLES</b>					<b>\$ 5.904,49</b>
<b>MATERIA PRIMA</b>					
Tubo cuadrado			960,40		
Tubo redondo			1.932,00		
Tubo redondo			240,80		
Platina			280,00		
<b>OTROS MATERIALES</b>					
Regatones			300,00		
Pintura normal			20,00		
Pintura electrostática			52,00		
Tapizado			1.600,00		
<b>COMBUSTIBLES</b>					
			400,00		
<b>SERVICIOS</b>					
			219,00		
<b>ADMINISTRATIVOS</b>					<b>\$ 1.228,29</b>
ADMINISTRATIVOS			78,92		
GASTOS DE VENTAS			74,83		
DEPRECIACIONES INFRAESTRUCTURA			1.066,65		
OTROS COSTOS			7,89		
<b>COSTO ANTERIOR</b>					<b>\$ 8.711,22</b>
<b>COSTO ACTUAL</b>					<b>\$ 22.814,32</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>					<b>\$ 14.103,10</b>

Elaborado por: Grupo investigador.

**Tabla 3.62.** Análisis en base al VAN y TIR

<b>CALCULO DEL VAN Y TIR</b>				
Tasa de inflación media	3,5%		Incremento de precio anual	5%
Tasa de interés	14,0%		Impuesto	25%
Tasa inc. En ventas/mes	5,0%		Reparto a trabajadores	15%
Tasa de actualización	8,5%			
		<b>1</b>	<b>2</b>	
	<b>ANO</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	
INVERSION		46.261,07	70.421,60	
AHORRO		0,00	14.103,10	
INGRESOS		0,00	0,00	
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>46.261,07</b>	<b>84.524,70</b>	
<b>COSTOS FIJOS</b>				
MANO DE OBRA		792,00	1931,10	
DEPRECIACIONES EQUIPO		771,02	1688,50	
SEGUROS		0,00	33,77	
MANTENIMIENTO		15,42	0,00	
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
MATERIA PRIMA		3.133,20	9869,58	
OTROS				
MATERIALES		2.152,00	6640,20	
COMBUSTIBLES		400,00	1260,00	
SERVICIOS		219,00	1950,77	
VENTAS		0,00	0,00	
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>				
ADMINISTRATIVOS		78,92	182,67	
FINANCIEROS		0,00	0,00	
GASTOS DE VENTA		74,83	221,14	
DEPRECIACION				
INFRAESTRUCTURA		1.066,65	0,00	
OTROS		7,89	18,27	
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>8.710,93</b>	<b>23796,00</b>	
DEPRECIACION		22.052,01	1.688,50	
FLUJO NETO EFECTIVO		59.602,15	62.417,20	
FLUJO NETO ACUMULADO			122.019,35	
VAN		107.953,48	107.953,48	
		€	€	
TIR		75.652,30		
		€		

**Elaborado por:** Grupo investigador.

El proyecto es factible puesto que en menos de 1 año se recupera toda la inversión.

## CONCLUSIONES

Todos los procesos en las fábricas, por excelentes que parezcan, son susceptibles de ser mejorados. Las fábricas deben hacer siempre un seguimiento continuo a sus procesos, siendo críticos y analizando cada paso, con el fin de encontrar mejores soluciones a toda oportunidad de mejora que se vea, siempre teniendo en mente su norte.

El proceso productivo de la fábrica Centro de Ingeniería Industrial Ulloa, permite y requiere la aplicación permanente de procesos y técnicas de mejoramiento, que les permita ajustar su funcionamiento a los objetivos o estándares requeridos.

Lo ideal para el flujo de los procesos, es la linealidad total, y por tanto un espacio que permita dicha distribución, las soluciones para la distribución del proceso de producción en las plantas, deben acomodarse a las restricciones y situaciones reales de las fábricas, tratando de buscar con los recursos límites de los que se dispone y las restricciones de construcción, la mejor distribución que permita un adecuado flujo del proceso con la menor cantidad de costos ocultos posibles.

Planear la producción es de gran importancia, pues ello se traducirá en mejor servicio al cliente y mejor reacción a los cambios en el comportamiento del mercado, logrando las empresas ser más competitivas, a la vez que pueden reducir costos.

Los beneficios que trae el mejoramiento de los procesos en las empresas, no se ven sola ni necesariamente reflejados cuantitativamente, sino que en algunos casos con mayor fuerza se resaltan los beneficios cualitativos, que son de gran importancia, pues con la reducción de costos no necesariamente hay mejora en los procesos, y el hecho de que al existir mejora en los procesos se aumentasen los costos no implica que después no se van a recibir mayores beneficios.

## **RECOMENDACIONES**

Los métodos y técnicas aplicados deben tener un texto claro y que el personal pueda manejar y relacionar en su trabajo, ya que la claridad para el operario es muy fundamental la cual le hará entender los objetivos, marcara el éxito en la realización de los mismos.

Las mejoras deben realizarse paulatinamente en el Centro de Ingeniería Industrial Ulloa, en cada una las áreas hasta realizarlas de forma global ya que la descoordinación limita un eficiente funcionamiento en su conjunto.

Con esta propuesta, C.I.I.U. va a obtener en el eslabón Productivo, una mejora sustancial, que le permitirá consolidarse aun más como una de las mejores metalmecánicas de la provincia por su nivel de servicio. Sin embargo, debe concentrar ahora sus esfuerzos hacia la parte humana en cuanto al liderazgo. Las herramientas, y los recursos son excelentes y están ahí disponibles en todo su proceso, pero por excelentes que sean, si no existe un buen liderazgo, una buena cabeza que dirija sus operaciones, la empresa estaría subutilizando ese gran potencial que posee.

# **BIBLIOGRAFÍA:**

## **Bibliografía Citada**

- 📖 AGUAYO, Francisco; SOLTERO, Víctor. Metodología del Diseño Industrial. Editorial Alfaomega. México, 2003, p. 371.  
(2009-07-08 17:01)
- 📖 BACA, Gabriel; CRUZ, Margarita. Introducción a la Ingeniería Industrial. Editorial PATRIA. México. 2007, p. 96, 178, 179.  
(2009-07-02 18:48)
- 📖 CARDOSO, Gonzalo. Gestión efectiva de materiales. Editorial Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Colombia. 2003, p. 2.  
(2009-05-08 19:40)
- 📖 CASTANYER, Francesa. Como Mejorar la Productividad en el Taller. Editorial Alfaomega. México, 1999, p.32.  
(2009-07-08 16: 43)
- 📖 CASTRO, Isabel. Diccionario Enciclopédico de Educación. Editorial CEAC. España. 2003, p. 341, 154, 104.  
(2009-07-02 14: 45)
- 📖 FALAGÁN, Manuel; CANGA, Arturo; PIÑOL, Pedro; FERNÁNDEZ, José. Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales. Editorial Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias. Oviedo 2000, p. 297.  
(2009-07-14 21: 53)

- 📖 FERNÁNDEZ, Esteban; AVELLA, Lucia; FERNÁNDEZ, Martha. Estrategia de Producción. Editorial McGraw-Hill. España, 2006, p. 188.  
(2009-07-08 16: 42)
- 📖 FORMENTO, Héctor. El proceso de mejora continúa en PyMEs Argentinas. Editorial ISBN. Argentina. 2007, p.10.  
(2009-05-08 18:57)
- 📖 GISPERT, Carlos. Diccionario Enciclopédico Estudiantil. Editorial Océano. España. 1999, p. 333, 378, 323.  
(2009-07-02 14: 49)
- 📖 HARRINGTON, James. Mejoramiento de los procesos de la empresa. Editorial McGraw-Hill. Colombia.1993, p. 9.  
(2009-06-25 16:27)
- 📖 INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad. Ecuador. 1984, p. 8, 10, 11, 15, 16.  
(2009-07-14 22:11)
- 📖 KUME, Hitoshi. Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad. Editorial Norma. Colombia. 1992, p, 35.  
(2009-06-27 17:00)
- 📖 MCHUGH, Johansson; WHEELER, Pendlebury. Reingeniería de procesos de negocios. Editorial LIMUSA. México. 1996, p. 242.  
(2009-07-02 19:09)
- 📖 NARASIMHAN, Seetharama; MCLEAVEY, Dennis; BILLINGTON, Peter. Planeación de la Producción y Control de Inventarios. Editorial ISBN. México, 1996, p. 652.  
(2009-07-02 17:18)

- 📖 NAVARRETE, Hernando. Gerencia de Procesos. Editorial Alfaomega. México. 2002, p.9.  
(2009-06-25 16:02)
- 📖 NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. Métodos estándares y diseño del trabajo. Editorial Alfaomega. México. 2004, p. xv, 42, 25.  
(2009-05-08 18:57)
- 📖 NOORI, Hamid; RADFORD, Russell. Administración de Operaciones y Producción. Editorial McGraw-Hill. Colombia.1998, p.237.  
(2009-06-25 16:15)
- 📖 MEYERS, Fred; STEPHENS, Matthew. Diseño de instalaciones de mano factura y manejo de materiales. Editorial Pearson. Mexico, 2006, p. 152.  
(2009-07-06 18:00)
- 📖 MUTHER, Richard. Distribución en Planta. Editorial McGraw Hill. España, 1965, p. 13, 25.  
(2009-07-06 18:57)
- 📖 VILLANUEVA, Enrique Dounce. La Productividad en el Mantenimiento Industrial. Editorial PATRIA. México. 2007, p.108,

***Páginas Web:***

- 🌐 <http://www.infomipyme.com/Docs/SV/Offline/comoadministrar/proceso1.htm> (2009-05-08 19:25)
- 🌐 <http://ciberconta.unizar.es/leccion/desapro/100.HTM> (2009-05-08 19:30)
- 🌐 <http://www.monografias.com/trabajos68/inspeccion-proceso-productivo/inspeccion-proceso-productivo.shtml> (2009-05-08 19:32)
- 🌐 <http://www.deguate.com/infocentros/gerencia/admon/12.htm>

- (2009-05-08 19:28)
-  <http://www.monografias.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml> (2009-05-08 19:49)
  -  [www.aiteco.com/pareto.htm](http://www.aiteco.com/pareto.htm). (2009-06-27 17:16)
  -  [www.fundibeq.org](http://www.fundibeq.org). (2009-06-28 08:00)
  -  <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P658.72R436/marcoTeorico.pdf> (2009-06-28 09:00)
  -  <http://www.fineprint.com> (2009-06-28 11:43)
  -  <http://www.aiteco.com/ishikawa.htm> (2009-06-29 19:08)
  -  <http://www.aiteco.com/tormenta.htm> (2009-06-29 19:08)
  -  <http://www.aiteco.com/tgn.htm>. (2009-06-29 19: 36)
  -  <http://www.wordreference.com/definicion/revisi%C3%B3n> (2009-07-02 15:06)
  -  [http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2\\_I.html](http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso2/Temario2_I.html) (2009-07-02 16: 28)
  -  <http://www.monografias.com/trabajos11/veref/veref.shtml> (2009-07-02 16: 45)
  -  [http://www.proz.com/kudoz/english\\_to\\_spanish/other/45865-cycle\\_time.html](http://www.proz.com/kudoz/english_to_spanish/other/45865-cycle_time.html) (2009-07-02 17:00)
  -  <http://www.wordreference.com/definicion/ciclo> (2009-07-02 17:17)
  -  <http://www.wordreference.com/definicion/coste>. (2009-07-02 17: 29)
  -  <http://74.125.93.132/search?q=cache:TJHX4gTGhLYJ:www.eui.upm.es/~wdoe/proceso.ppt+Proceso+lineal+o+por+producto&cd=11&hl=es&ct=clnk&gl=ec> (2009-07-02 18:27)
  -  <http://www.ungs.edu.ar/publicaciones/pdf/pe06.pdf> (2009-07-02 19:02)
  -  <http://dgplades.salud.gob.mx/2006/htdocs/hg/Nuevas/hestra23.pdf> (2009-07-03 15:06)
  -  [http://ces.unicauca.edu.co/archivos/articulos/tecnicas\\_decisiones\\_en\\_grupo.pdf](http://ces.unicauca.edu.co/archivos/articulos/tecnicas_decisiones_en_grupo.pdf) (2009-07-03 15:19)
  -  <http://webs.uvigo.es/disenoidustrial/docs/Introduccion%20a%20la%20calidad.pdf>. (2009-07-03 23:14)

- [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/rodriguez\\_l\\_mm/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/rodriguez_l_mm/capitulo3.pdf) (2009-07-07 15: 44)
- <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/procesosyproduccion/oducuch.htm> (2009-07-07 15:59)
- <http://www.galeon.com/industrialupiicsa/7.htm> (2009-07-07 16:35)
- <http://www.monografias.com/trabajos65/resolucion-distribucion-planta/resolucion-distribucion-planta2.shtml> (2009-07-07 18:23)
- <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/2.pdf> (2009-11-24 11:15)

