



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INGENIERÍA MECÁNICA

*Seminario de Graduación 2010, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico*

**TEMA:**

---

“ESTUDIO DEL PROCESO DE BOBINADO DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE EMBALAJE EN LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A”

---

**AUTOR:** Adriana Elizabeth Salazar Villacís

**TUTOR:** Ing. Henry Vaca

**AMBATO-ECUADOR**

**2011**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del trabajo del trabajo de investigación, previo a la obtención del título de ingeniera mecánica, con el tema: “ESTUDIO DEL PROCESO DE BOBINADO DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE EMBALAJE EN LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A”, elaborado por la señora Adriana Elizabeth Salazar Villacís, egresada de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de Ambato.

Certifico:

- Que la presente tesis es original de su autor.
- Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.
- Esta incluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Septiembre 2011

.....

Ing. Henry Vaca

## **AUTORÍA DE LA TESIS.**

Declaro que el presente trabajo de investigación bajo el tema: “ESTUDIO DEL PROCESO DE BOBINADO DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE EMBALAJE EN LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A”, en su totalidad incluyendo ideas, opiniones y conceptos son de mi completa autoría.

.....

Sra. Adriana Salazar

CI: 180414797-1

## **DEDICATORIA.**

Dedico este trabajo a las personas que amo y llevo en el corazón cada día.

A mi hermosa familia mi hija Abigail y esposo Luis, las personas que llenan de felicidad cada día de mi vida.

A mis padres Susana y Edmundo por su maravillosa ayuda, por la confianza y sabiduría que me supieron otorgar durante todos estos años.

A mis hermanas Rita y Sulay mis primeras maestras y amigas.

Mis sobrinas Valentina y Kerstin personitas que llenan de alegría toda la casa.

## **AGRADECIMIENTO.**

Para llegar este punto en mi vida tuve la ayuda de seres muy importantes llenos de sabiduría y esperanza.

A mis padres Susana y Edmundo por todo el esfuerzo que han realizado durante toda mi vida estudiantil, para ayudarme a conseguir otro logro.

A mis hermanas Rita y Sulay por estar siempre a mi lado, y ser las personas capaces de brindarme confianza y tranquilidad.

A mi esposo por haberse convertido en la persona que supo otorgarme su apoyo y compañía para terminar este proceso.

A mis amigas por su ayuda, y amistad.

A mis profesores de cada uno de los semestres en la carrera de ingeniería mecánica.

A mi Tutor Ing. Henry Vaca por su ayuda en la satisfactoria culminación de este proyecto.

A todas las instituciones que están presentes en la consecución de este logro, a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y sobre todo a la empresa Holviplas S.A.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES.

Portada	i
Aprobación por el tutor.	ii
Autoría de la tesis.	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice general.	vi
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	ix
Resumen ejecutivo	xi

### B. TEXTO: INTRODUCCIÓN.

#### Capítulo I

1. El problema	1
1.2.1 Planteamiento del problema.	1
1.2.2 Análisis Crítico.	2
1.2.3 Prognosis.	3
1.2.4 Formulación del problema.	4
1.2.5 Preguntas Directrices.	4
1.2.6 Delimitación del problema.	5
1.3 Justificación.	5
1.4 Objetivos.	6

#### Capítulo II

2. Marco teórico.	8
2.1 Antecedentes Investigativos.	8
2.2 Fundamentación filosófica.	8
2.3 Fundamentación teórica.	9
2.3.1 Automatización	9

2.3.2 Riego a goteo.	11
2.3.3 Materiales.	13
2.3.4 Manguera.	15
2.3.5 Bobinar.	17
2.3.6 Proceso de embalaje.	18
2.3.7 Máquina	20
2.4 Categorías fundamentales.	22
2.5 Hipótesis.	23

### **Capítulo III**

3. Metodología	24
3.1 Enfoque.	24
3.2 Modalidad y Tipo de investigación.	24
3.2.1 Investigación Bibliográfica.	24
3.2.2 Investigación de campo.	25
3.3 Tipo de investigación.	25
3.4 Población y muestra.	25
3.5 Operacionalización de variables	27

### **Capítulo IV**

4. Análisis de resultados.	29
4.1 Análisis de proceso de bobinado manual	29
4.2 Interpretación de resultados	51
4.3 Análisis de funcionamiento de la máquina.	52
4.4 Verificación de la hipótesis.	56

### **Capítulo V**

5. Conclusiones y recomendaciones.	57
5.1 Conclusiones.	57
5.2 Recomendaciones.	58

### **Capítulo VI**

6. Propuesta.	59
6.1 Datos informativos.	59

6.2 Antecedentes de la propuesta.	60
6.3 Justificación.	61
6.4 Objetivos.	62
6.5 Análisis de factibilidad.	63
6.5.1 Análisis de factibilidad técnica	64
6.5.1 Análisis de factibilidad económica	65
6.6 Fundamentación.	67
6.6.1 Cálculos de diseño	67
6.7 Metodología y modelo operativo.	90
6.7.1 Descripción de los elementos de automatización.	90
6.7.2 Funcionamiento de la máquina.	107
6.7.3 Implementación de la máquina	109
6.8 Administración.	111
6.9 Previsión de la evaluación.	113

### **ÍNDICE DE FIGURAS.**

Figura 1 Riego por goteo en superficie.	12
Figura 2 Tipos de polietileno.	13
Figura 3 Sistema de riego por goteo.	14
Figura 4 Secuencia del moldeo de inyección.	15
Figura 5 Paquetes de manguera en bodega.	17
Figura 6 Proceso de bobinado en la empresa Holviplas S.A.	18
Figura 7 Presentación de manguera.	19
Figura 8 Bobinadora Manual.	21
Figura 9 Tipos de bobinadoras en la empresa Holviplas S.A.	22
Figura 10 Proceso de Bobinado en la empresa Holviplas S.A	32
Figura 13 Proceso de Bobinado en la empresa Holviplas S.A	36
Figura 14 Obrero realizando el embalaje.	39
Figura 15 Presentación de manguera embalada	40
Figura 16 Proceso de embalaje en la empresa Holviplas S.A.	41



Figura 17 Rollos en proceso de embalaje.	42
Figura 18 Máquina bobinadora de manguera para riego por goteo.	52
Figura 19 Rollo de manguera para riego por goteo.	54
Figura 20 Esquema del motor bobinador.	64
Figura 21 Esquema del eje de transmisión.	69
Figura 22 Esquema de la chaveta.	77
Figura 23 Presentación del tornillo sinfín.	78
Figura 24 Esquema de los pernos de anclaje.	84
Figura 25 PIC DL06	86
Figura 26 Descripción de un PLC DL06.	87
Figura 27 Diagrama de Bloque Funcional	90
Figura 28 Diagrama de Cableado.	91
Figura 29 Presentación del Software DirectSoft.	92
Figura 30 Forma de Crear un Nuevo Programa.	92
Figura 31 Arrancador CFW10 WEG.	94
Figura 32 Diagrama de funcionamiento de un sensor.	95
Figura 33 Tipos de Sensor Inductivo.	96
Figura 34 Encoder Hohner Serie 10.	96
Figura 35 Pantalla EzText 220.	97
Figura 36 Proceso de creación de un nuevo proyecto Pantalla EzText 220.	98

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Datos de producción.	44
Tabla 2: Tiempo de bobinado con maquinaria manual	45
Tabla 3: Velocidad de bobinado	46
Tabla 4: Tiempo total de embalaje.	47
Tabla 5: Velocidad de despacho.	48
Tabla 6: Estado del PLC DL06	92
Tabla 7: Especificaciones Ambientales de Funcionamiento.	93
Tabla 8: Designación de Entradas del Encoder.	94

## **C. MATERIALES DE REFERENCIA.**

1. Bibliografía

115

2. Anexos

Anexo 1 Eficiencia de motores Eléctricos.

Anexo 2 Acero E290 Catalogo aceros Bohler.

Anexo 3 Selección de rodamientos SKF.

Anexo 4 Programa de control

Planos de construcción.

## **Resumen ejecutivo.**

Estudio del proceso de bobinado de manguera para riego por goteo dentro de la empresa Holviplas S.A, tuvo una gran influencia dentro del proceso de embalaje, puesto que se ha logrado cambiar un proceso completamente manual, por un trabajo más automatizado por lo tanto eficiente y eficaz.

Se ha implementado una máquina bobinadora de manguera para riego por goteo, porque se vio la necesidad de reducir el trabajo manual, porque se noto que este es incapaz de satisfacer la producción de este tipo de manguera que esta alrededor de los 100000m durante las 24 horas de trabajo.

La máquina trabaja de un modo semiautomático, con lo cual se consiguió, reducir los tiempos de de bobinado y por lo tanto de embalaje en un 45.48%, con lo cual se puede comprobar que este equipo es capaz de trabajar al mismo ritmo de producción de la manguera para riego por goteo.

## CAPÍTULO I

### 1.- EL PROBLEMA.

#### TEMA.

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE BOBINADO DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO Y SU INFLUENCIA EN EL TIEMPO DE EMBALAJE EN LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A”**

#### 1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El avance tecnológico y la creciente demanda de productos nuevos han creado un amplio mercado de demanda, mercado que necesita ser abastecido y renovado constantemente, para beneficio de los usuarios y del sector empresarial.

La industria del agro ha solicitado productos que solucionen sus problemas de manera más eficiente, por ejemplo el caso de irrigación de plantaciones extensas, esta necesidad se ve solucionada con el uso de mangueras para irrigación de agua a goteo reduciendo el gasto de agua y la mano de obra.

Dentro de América Latina existen muchas empresas que fabrican este tipo de manguera, como lo es la fabrica *Sistemas De Riego Regar* empresa mexicana que ofrece una alternativa seria, confiable y de calidad en la venta, comercialización y prestación de servicios de riego por goteo, aspersion, microaspersion, mecanizados, fertiriego.<sup>1</sup> Todas estas empresas poseen maquinarias de última tecnología lo que les permite estar un paso adelante y que sus productos lleguen a muchos otros países como es el nuestro.

---

<sup>1</sup> **Sistemas De Riego Regar**, <http://www.rregar.com/>

En el Ecuador existen empresas dedicadas a la producción de Sistemas de Riego como *Israriago* que pertenece al Grupo *John Deere & CO*, con sede en Estados Unidos. Provee insumos y tecnología agroindustrial de procedencia israelí para el mercado Ecuatoriano y la región Andina.<sup>2</sup> *Israriago* ha implementado su propia fábrica Hidroplastro, en Quito donde se produce mangueras de polietileno y laterales de goteo.

Holviplas S.A empresa Ambateña dedica a la fabricación de tubería y accesorios de PVC, y otros productos como mangueras de polietileno. Ha tomado el reto de producir manguera para irrigación a goteo, por lo que han implementado la maquinaria necesaria. Pero se ha visto el problema al momento del enrollado de la manguera, procedimiento de larga duración por ser un proceso manual.

Los procesos de embalaje empiezan con el bobinado de la manguera sobre un carrete, pero este trabajo es realizan utilizando máquinas manuales, en las que el obrero debe ir acomodado la manguera y dando manivela a su equipo, tomándoles demasiado tiempo por lo que en muchas ocasiones se ven forzados a agilizar sus movimientos, provocándoles dolencias, o cansancio.

### **1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.**

El proceso de embalaje de manguera presenta inconvenientes, debido a la maquinaria manual que los operarios deben utilizar, los pasos que se deben realizar para embalar la manguera toman demasiado tiempo, demandan un sobre esfuerzo de los obreros, la implementación de maquinaria que les facilite este trabajo provocaría la reducción del tiempo de embalaje, y el puesto de trabajo o equipo sería con un diseño ergonómico.

---

<sup>2</sup> <http://www.israriago.com.ec/quienessomos.htm>

En la empresa Holviplas S.A se realiza el trabajo con máquinas manuales en las cuales los operarios no conocen el metraje exacto que están enrollando, por lo que la única forma que tienen para saber la cantidad de manguera en la bobina es según el peso o simplemente comparando visualmente, provocando pérdidas ya sean para la empresa o para el usuario.

La maquinaria automatizada es de gran utilidad para industria, porque su implementación implica a corto plazo reducción de tiempos muertos. La automatización optimiza el trabajo de los operarios y no en todas ocasiones los reemplaza, como es en nuestro caso que el operario mantiene su puesto.

### **1.2.3 PROGNOSIS.**

Al no realizar el estudio del bobinado no se podría dar una solución a las dificultades o los inconvenientes que se dan durante este proceso, por lo que la empresa seguirá perdiendo tiempo durante el proceso de embalaje.

Además se seguirán presentando inconvenientes al enrollar la manguera, problemas como acumulación de la manguera, incluso pérdidas de material, debido a que esta se enreda y la única forma de acomodarla es eliminando, alguna sección.

También el obrero presentara quejas, por dolencias que llegue a sufrir por realizar movimientos repetitivos, y las exigencias que debe realizar a su cuerpo; tomado en cuenta que las máquinas que utiliza el empleado son manuales y es él quien debe acomodarse a su puesto de trabajo.

### **1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué nivel de reducción de tiempo durante el embalaje se podrá obtener al realizar el estudio del proceso de bobinado de manguera para riego por goteo en la empresa Holviplas S.A?

### **1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES.**

¿Qué parámetros se estudiaría durante el proceso de bobinado de la manguera para riego por goteo?

¿Cuál es el tipo de maquinaria existente en la empresa Holviplas S.A para realizar el proceso de bobinado?

¿Existe acumulación o pérdida del material por inconvenientes con el uso de la maquinaria actual?

¿Se han presentado problemas de ETAS con los operarios que realizan el bobinado de la manguera?

¿Se podría implementar un proceso de automatización en la maquinaria existente en la empresa?

### **1.2.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

#### **1.2.6.1 CIENTÍFICO**

Para el proceso investigativo se toma con base las asignaturas de: Diseño de elementos de Máquinas, Selección de materiales, Control I, II.

#### **1.2.6.2 ESPACIAL.**

La elaboración de este estudio se lo realizará en la planta de producción de la empresa Holviplas S.A.

### **1.2.6.3 TEMPORAL.**

La ejecución de este proyecto se estima cuatro meses desde Abril hasta Julio del año 2011.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

El sector agroindustrial ha presentado la necesidad de mantener una humedad constante o controlada en sus plantaciones, por lo que para este fin es necesario utilizar métodos de irrigación por aspersión o por goteo, que son los únicos que permiten al operario controlar la cantidad de líquido que será suministrado a la planta.

La empresa Holviplas S.A ha iniciado la producción de la manguera necesaria para el riego por goteo, ocupando un sector que únicamente ha sido llenado con productos importados, que tienen un costo más elevado.

Para realizar el embalaje de otro tipo de elementos flexible como son los perfiles eléctricos se realiza un proceso manual en el que el operario debe manipular la manguera para ir acomodándola sobre el carrete, y al mismo tiempo debe dar manivela a su máquina (bobinadora manual), retardando el proceso de embalaje.

Para los trabajadores el mantener una velocidad constante durante el bobinado es muy difícil por el cansancio que esto representa, pero la máquina que produce esta manguera entrega el producto a 25m/min, lo que se puede observar es que la manguera este acumulada a la entrada de la bobinadora forzando al operario, y sobre exigiéndolo para que logre reducir el material acumulado.

Para los operarios este proceso de bobinar la manguera les significa realizar movimientos repetitivos, que estimulan de una forma negativa a los músculos y



articulaciones que están más en movimiento, provocando a largo plazo lo que conocemos en nuestro ramo como ETAS Enfermedades de Trabajo.

En la empresa Holviplas S.A se pensó en comprar maquinaria que facilite y agilite el proceso de bobinado, pero la maquinaria tiene un costo muy elevado y su entrega era dentro de un plazo muy largo, algo muy inconveniente para las necesidades actuales de la producción. Por lo que han decidido en realizar un estudio acerca del bobinado de manguera para determinar qué tipo de máquina es necesario construir, para eliminar o minimizar la necesidad existente.

## **OBJETIVOS.**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL.**

Reducir el tiempo de bobinado de manguera para riego por goteo en la empresa Holviplas S.A.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar los parámetros durante el proceso de bobinado de manguera para riego por goteo.
- Observar cual es el tipo de maquinaria existente en la empresa Holviplas S.A para realizar el proceso de bobinado
- Determinar si existe acumulación o pérdida de material por inconvenientes con el uso de la maquinaria actual.
- Investigar si se han presentado problemas de ETAS con los operarios que realizan el bobinado de la manguera.

- Realizar un análisis de tiempos y movimientos durante el proceso de bobinado de manguera para riego por goteo.
- Estudiar un proceso de automatización aplicable a máquinas que realizan bobinado de manguera.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO.**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.**

Se conocen de estudios que han llegado a conclusiones satisfactorias, estudios que han terminado en la construcción de maquinaria para el bobinado de manguera, de gran utilidad para muchas empresas, porque sus características son muy beneficiosas por ser máquinas automatizadas.

En la empresa Holviplas S.A se requiere que la maquinaria este lo más cerca posible de la automatización para agilizar los procesos de producción, y de esta forma poder satisfacer las necesidades de los usuarios.

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.**

La investigación es una ejercicio de la mente, que incrementa el conocimiento destruye barreras mentales, poniendo a disposición los beneficios del saber.

La información con los avances tecnológicos están al alcance de nuestras manos, permitiendo al investigador, recolectar datos de todo tipo nivel y que pueda compararlos y aprenda a elegir que bien la información con una buenas referencias.

## 2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

### 2.3.1 Automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

**Parte Operativa** es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera entre otros.

**Parte de Mando** suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.<sup>3</sup>

### Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.

---

<sup>3</sup> [http://www.grupomaser.com/PAG\\_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm](http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm)

- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.<sup>4</sup>

Un sistema automático de producción industrial tiene por objetivo dar un valor añadido a unos materiales piezas, aumentando la calidad, reduciendo el costo, y logrando, por tanto, aumentar la competitividad del producto final.

Las tecnologías empleadas en la automatización se pueden clasificar en dos grupos:

**Tecnología cableada.-** se realiza a base de uniones físicas, estos elementos pueden ser neumáticos eléctricos o electrónicos.

**Desventajas:**

Ocupa mucho espacio.

Es poco flexible ante modificaciones o ampliaciones.

Es difícil de mantener (localizar y reparar averías)

Caros debido al costo de los componentes y a la gran cantidad de horas necesarias para cablear.

---

<sup>4</sup> [http://www.grupo-maser.com/PAG\\_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm](http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm)

**Tecnología programada.-** la parte de control se realiza mediante la confección de un programa residente en la memoria de unidad de control.

**Autómatas programables.**

Son diseñados para el control de múltiples procesos de tipo combinatorio y secuencial en tiempo real y en ambiente industrial. Actualmente permiten realizar control, analógico y funciones de regulación.

**Ordenadores de proceso.**

Están provistos de convertidores analógicos digital (A/D) y digitales analógicas (D/A) para cerrar múltiples lazos de regulación y que pueden programarse en lenguajes de alto nivel.

**Sistemas de control distribuido.**

Están basados en una estación central que supervisa todo el proceso, almacena datos, presenta los resultados y en una o varias estaciones remotas situadas en el área de proceso que realizan los algoritmos de control.<sup>5</sup>

**2.3.2 Riego a goteo.**

Es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos. Esta técnica es la innovación más importante en agricultura desde la invención de los aspersores en los años 1930.

---

<sup>5</sup> Martin M. Manual de Mecánica Industrial, pag. 534



**Figura 1:** Riego por Goteo en superficie. Fuente [www.infored.com.mx/anuncios/manguera-para-riego-por-goteo.html](http://www.infored.com.mx/anuncios/manguera-para-riego-por-goteo.html)

La moderna tecnología de riego por goteo fue inventada en Israel por Simcha Blass y su hijo Yeshayahu. En lugar de liberar el agua por agujeros minúsculos, que fácilmente se podían obstruir por acumulación de partículas minúsculas, el agua se libera por tuberías más grandes y más largas empleando el frotamiento para ralentizar la velocidad del agua en el interior de un emisor (gotero) de plástico.<sup>6</sup>

El primer sistema experimental de este tipo fue establecido en 1959 cuando la familia de Blass en el Kibboutz Hatzerim creó una compañía de riegos llamada Netafim. A continuación, desarrollaron y patentaron el primer emisor exterior de riego por gota a gota. Este método muy perfeccionado se ha desarrollado en Australia, en América del Norte y en América del Sur hacia el fin de los años 60.

El Riego por Goteo, tiene las siguientes ventajas:

- Ahorra agua contribuyendo a extender la frontera agrícola.
- Permite la conservación del suelo.
- Eleva el rendimiento de los cultivos,
- Permite la Fertirrigación,

---

<sup>6</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Riego\\_por\\_goteo](http://es.wikipedia.org/wiki/Riego_por_goteo)

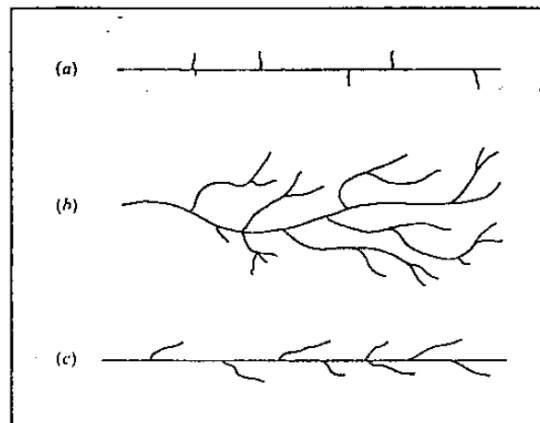
- Mejora la calidad de los productos cosechados.
- Permite planificar las siembras, y lograr mejores precios en el mercado.<sup>7</sup>

### 2.3.3 MATERIALES

La mayoría de los materiales poliméricos están formados por largas cadenas de moléculas orgánicas. Estructuralmente la mayoría de los materiales poliméricos son no cristalinos, pero algunos contienen mezclas de regiones cristalinas y amorfas. La resistencia y ductilidad de los materiales poliméricos varía mucho, debido a la naturaleza de su estructura interna.

#### Polietileno

Es un termoplástico blanquecino, transparente y translucido. Frecuentemente esw fabricado en láminas transparentes. Las secciones gruesas son translucidas y tienen una apariencia de cera.<sup>8</sup>



**Figura 2:** tipos de polietileno a) HDPE, b) LDPE, c) LDPE lineal. Fuente SMITH, W. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales

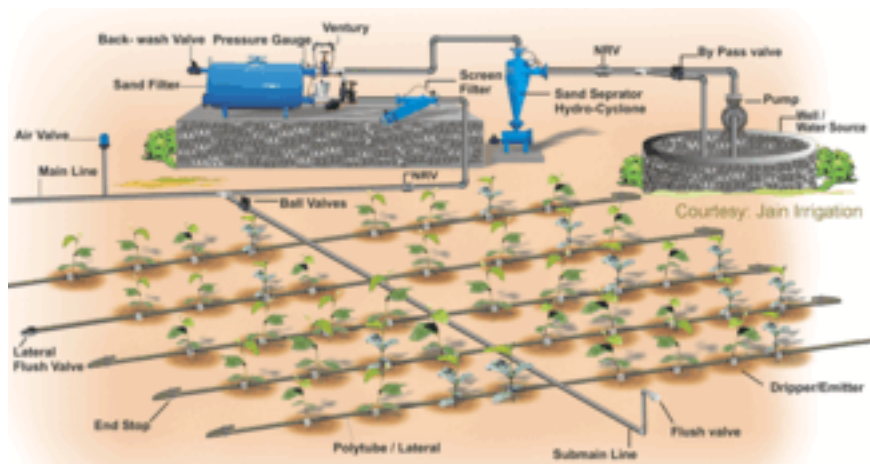
<sup>7</sup> <http://www.inia.gob.pe/eventos/evento020/triptico.htm>

<sup>8</sup> SMITH, W. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.



Los materiales que se usan para la instalación del sistema están constituidos por tuberías de PVC de agua y desagüe, siendo las redes principales de clase 5 y 7.5, mientras que las líneas de distribución son de clase 2, 5.<sup>9</sup>

Los laterales de riego están formados por mangueras de polietileno de 20 mm, tubos de PVC. de 5/8 “ o cintas de goteo de 16 mm.



**Figura 3:** Sistema de riego por goteo. Fuente [http:// es. Wikipedia.org/wiki/Archivo:Dripirrigation.gif](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Dripirrigation.gif)

### **Procesado de polímeros.**

### **Moldeo por Inyección.**

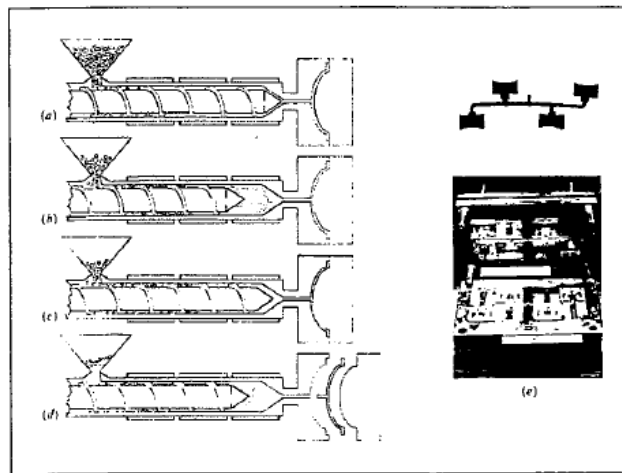
---

<sup>9</sup> [www.inta.gov.ar/sanjuan/info/documentos/reconat/ARTICULO%20RIEGO%20PRESURIZADO](http://www.inta.gov.ar/sanjuan/info/documentos/reconat/ARTICULO%20RIEGO%20PRESURIZADO).

Es uno de los procesos más importante para dar forma a los plásticos. La maquinaria moderna de inyección utiliza un enroscado alternativo, para fundir el plástico e inyectarlo.

Para este proceso la materia prima ingresa desde una tolva, a través de un orificio, hacia el cilindro de inyección sobre la superficie de un tornillo rotativo, que los lleva hacia el molde. La rotación del tornillo empuja los granos hacia las paredes calientes del cilindro produciendo la fusión. El materila fisionado ingresa a las cavidades del molde a través de un orificio.

El tornillo mantiene la presión hasta que se solidifique el material entonces se retrae, se enfría el molde con agua para permitir el enfriamiento rápido de la pieza.<sup>10</sup>



**Figura 4:** Secuencia del Moldeo por Inyección. Fuente SMITH, W.  
Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales

### 2.3.4 Manguera.

Una manguera es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro. A las mangueras también se les llama tubos, aunque los tubos generalmente son rígidos mientras que las mangueras son flexibles. Las mangueras usualmente son

<sup>10</sup> SMITH, W. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales

cilíndricas. Para la unión de mangueras se utilizan distintos tipos de racores. Un racor es la pieza metálicas o de otro material que empalman los distintos tramos de mangueras.<sup>11</sup>

La manguera Industrial tiene muy diversas aplicaciones: Agricultura (maquinaria pesada), minería, en la Industria de Alimentos, bebidas y sanitarias, en la Industria Petrolera y del Transporte, en la de la Manufactura.<sup>12</sup>

### **Manguera para agua.**

Las mangueras para agua, se fabrican con tubos de EPDM o de SBR (Copolímeros de butadieno y estireno). Este último debido a que se llegan a utilizar para manejo de lodos y se requieren mangueras resistentes a la abrasión interna.

### **Manguera plana para Riego por Goteo y Descarga de Agua**

#### **Usos:**

- Riego por goteo
- Construcción
- Industrial
- Agricultura

### **Características y Beneficios**

Este tipo de manguera por ser un tubo liso provee una baja pérdida por fricción.

Para el riego por goteo se mantiene recta con una elongación mínima cuando está bajo presión. La manguera puede perforarse fácilmente sin desgarrarla.

Para su almacenamiento todos los rollos de manguera vienen con un centro de PVC para desenrollarlos fácilmente. Las mangueras se hacen planas al enrollar y facilitan su almacenamiento.<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Manguera>

<sup>12</sup> <http://www.gates.com.mx/seccion04.asp?subseccion=23>

### 2.3.5 Bobinar.

El enrollado de una bobina debe ser uniforme y consistente para que se consiga un desenrollado regular. La regularidad y la uniformidad son características claves para lograr un bobinado óptimo.

Existen algunos factores que determinan la calidad del bobinado como son:

- Material a bobinar en los que están en consideración el grosor, la homogeneidad, y el contenido de humedad.
- Máquina característica como velocidad de enrollado, tensión y tamaño.<sup>14</sup>



**Figura 5:** Paquetes de manguera. [http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-26479944-mangueras-para-riego-agricola-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-26479944-mangueras-para-riego-agricola-_JM)

---

<sup>13</sup> layflat- Mangueras-Planas.pdf

<sup>14</sup> SMITH, R The Art of Winding Good Rolls, paper, film & foil converter

El bobinado manual envuelve procesos que deben coordinarse para realizar un correcto bobinado de la manguera, pasos como el dar manivela de la bobinadora manual, y el manipuleo de la manguera para ir acomodándola sobre el carrete.



**Figura 6:** Proceso de bobinado en la empresa Holviplas S.A.

Fuente autor: Adriana Salazar

### **2.3.6 Proceso de embalaje.**

El embalaje es la acción y efecto de embalar. Este procedimiento consiste en disponer de manera sumamente cuidadosa todos aquellos objetos que van a ser transportados a un determinado lugar.

El objetivo del embalaje es que el envase empleado sea sinónimo de protección del producto que será transportado. Dicho envase funciona como soporte o continente, debido a que envuelve el producto, lo asegura, lo contiene y facilita el transporte y la posterior presentación, que es fundamental sobre todo en el caso de los productos que están destinados a la venta.

## **Tipos de embalaje.**

1. **Primario:** Es todo aquel recipiente, caja o envoltura que sirve para proteger el producto de manera directa. En otras palabras, tiene contacto directo con el producto. Para muchos, este es el embalaje más importante y debe elaborarse con un material que no perjudique la salud del consumidor.

2. **Secundario:** El embalaje secundario obedece a la necesidad de manipular el producto antes de su llegada al consumidor final. A su vez, protege el embalaje primario. Cuando uno empieza a utilizar el bien, por lo general, este embalaje se desecha.

3. **Terciario:** Creado exclusivamente para el transporte del producto. Generalmente, tiene contacto con muchos productos. Este embalaje se emplea mucho cuando la mercancía debe desplazarse un buen trecho y está en constante movimiento.<sup>15</sup>



**Figura 7:** Presentación de manguera embalada.

---

<sup>15</sup> <http://www.tigres.com/herramientas/comercio-exterior/el-proceso-de-embalaje.html>

**2.3.7 Máquina.-** Sistema que está compuesto de cuerpos resistentes y mecanismos dispuestos para transmitir movimiento y energía de un modo predeterminado. Transformando adecuadamente la energía de una fuente energética en un trabajo útil.

Habitualmente las máquinas se componen de tres tipos de componentes básicos:

- 1) Elementos estructurales, que sirven de base o apoyo de la máquina.
  - Bancadas
  - Bastidores
  - Carcasas
- 2) Accionamientos o motores, que transforman la energía de la fuente en una energía mecánica
- 3) Mecanismos o sistemas de transmisión, que transforman la energía mecánica suministrada por el accionamiento.

**Mecanismo.-** Es un dispositivo que transforma el movimiento en un patrón deseable y por lo general desarrolla fuerzas muy bajas y transmite poca potencia.<sup>16</sup>

#### **Máquina para enrollar o bobinar manguera.**

La función principal de los carretes de manguera es facilitar el enrollado de la manguera y después el desenrollado rápido. Los diversos modelos de los carretes de manguera tienen en común que mejoran significativamente las condiciones de trabajo del usuario durante el proceso de bobinado.

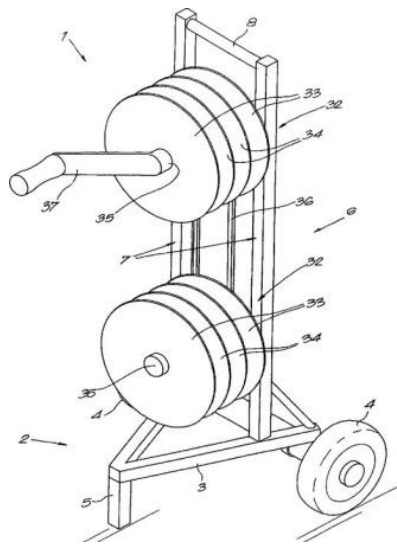
#### **Tipos de enrolladora de manguera.**

---

<sup>16</sup> Robert L. Norton, "Diseño de maquinaria". Ed. Mc Graw Hill, Segunda Edición,

## Bobinadora Manual.

Una bobinadora manual esta por los siguientes elementos básicos como: chasis con ruedas (2) sobre el que se coloca un soporte (6) dirigido hacia arriba, en el que se colocan medios de suspensión (9) sobre el soporte (6) arriba mencionado con la forma de al menos dos guías fijas (10 y 11) que están hechas cada una en la forma de un elemento (12), y pueden soportar las mangueras (16).<sup>17</sup>



**Figura 8:** Bobinadora Manual. Fuente //patentados  
.com/invento/dispositivo-enrollar-desenrollar-mangueras

En la planta de producción de la empresa Holviplas S.A se cuenta con bobinadoras de tipo manual como las que podemos apreciar en las siguientes figuras.

---

<sup>17</sup> //patentados.com/invento/dispositivo-enrollar-desenrollar-mangueras





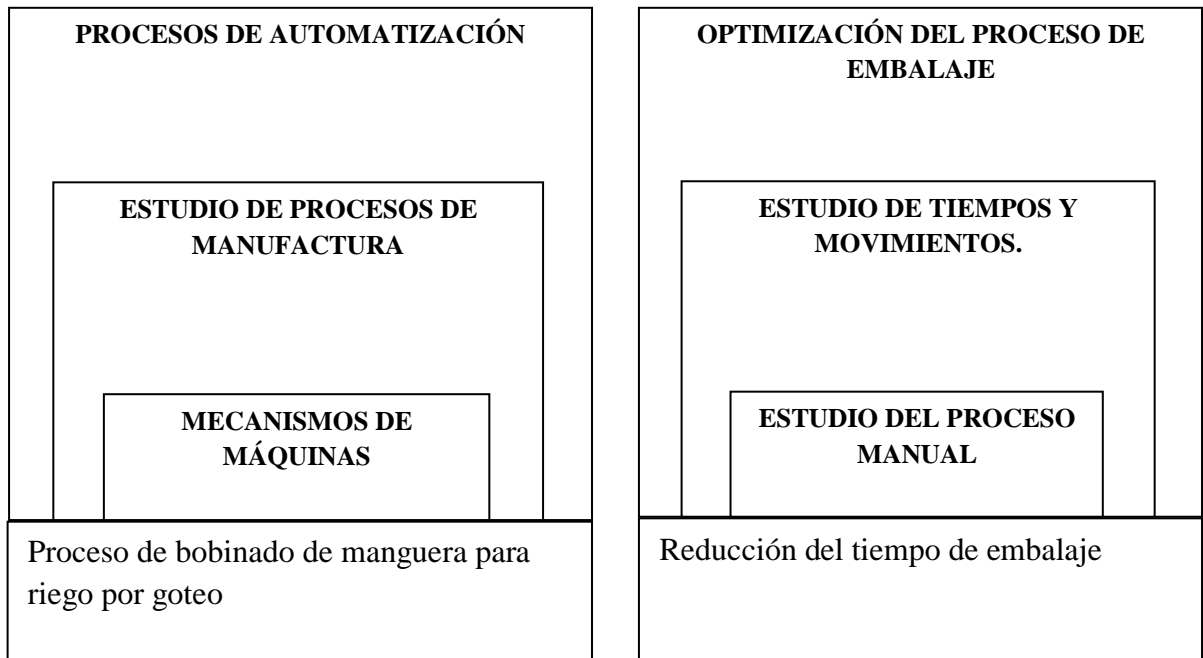
**Figura 9:** Tipos de bobinadoras en la empresa Holviplas S.A.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

## 2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

**Variable Independiente:** proceso de bobinado de manguera para riego por goteo

**Variable dependiente:** tiempo de embalaje en la empresa Holviplas S.A”



## 2.5 HIPÓTESIS

Un proceso de bobinado semiautomático de manguera para riego por goteo reducirá el tiempo de embalaje de este producto en la empresa Holviplas S.A

## 2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

**Variable Independiente:** Proceso de bobinado de manguera para riego por goteo

**Variable dependiente:** Tiempo de embalaje en la empresa Holviplas S.A.

**Conector:** Reducirá

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA.**

#### **3.1 ENFOQUE.**

El estudio del proceso de bobinado en la planta de producción de la empresa Holviplas S.A está basado en un enfoque cuantitativo ya que es un estudio que se basa en el análisis de los tiempos de producción o embalaje de manguera para riego por goteo.

Al realizar este estudio se irán tomando en cuenta las características de proceso de bobinado, así como las particularidades que se desarrollen alrededor de este, lo cual nos permitirá identificar fenómenos que afectan este proceso entorpeciendo o agilitándolo.

#### **3.2 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.2.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

Los cimientos de esta investigación están basados en datos que se los obtendría a través de la lectura y análisis de antecedentes que están presentes ya sean en los libros, estos son fundamentos los cuales no pueden ser obviados ya que mediante estos parámetros se debe dar una solución al problema que presenta la empresa.

### **3.2.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.**

Se realizará una investigación de campo en las mismas instalaciones de la planta de producción de la empresa Holviplas S.A, ya que se considera que este tipo de proyecto no podría ser realizado al no tener contacto con los elementos que van a estar sometidos al análisis.

La investigación de campo permite identificar los fenómenos a los cuales están expuestos tanto el equipo como los operarios dentro de la planta de producción

### **3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

#### **3.3.1 INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA.**

La realización de este proyecto se da usando una investigación descriptiva ya que mediante esta se puede ir definiendo y describiendo los pasos o acontecimientos que se van dando al ir ejecutando el proyecto.

#### **3.3.2 INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA**

Mediante el uso de este tipo de investigación se busca el poder llegar a todos los miembros de la empresa que van a estar en contacto con la ejecución y consecuentemente con la operatividad del proyecto.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

Dentro de la empresa Holviplas S.A, mediante el estudio se puede determinar la población y la muestra que va a ser objeto de estudio.

Tipos de manguera flexible que se bobinan de una forma manual, y algunos parámetros que pueden ser medidos mediante pruebas de tiempo o cantidad.

<b>TIPOS DE MANGUERA</b>	<b>PRUEBAS</b>		
	Producción diaria.	Tiempo de Bobinado.	Tiempo de embalaje.
Negra Flex ½.			
Bicapa ½.			
Cristal liviana.			
Cristal pesada.			
Perfiles.			
<b>Manguera de riego por goteo.</b>			

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

<b>Variable Independiente:</b> Proceso de bobinado de manguera para riego por goteo				
<b>CONCEPTUALIZACIÓN</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>	<b>TECNICAS DE INSTRUMEN.</b>
El bobinado de manguera para riego por goteo, es un proceso que se realiza a través de movimientos circulares alrededor de un eje (carrete). El movimiento puede ser realizado por un operario de forma manual, y a través del uso de un equipo (motor) trabajo automático.	Trabajo manual	¿Cuántos metros de manguera se bobinan en una jornada de trabajo?	100 - 1000 m 1000 – 5000 m 5000 – 10000 m	Observación directa.
	Trabajo automático.		>100 m > 5000 m >10000 m	Investigación de campo.  Observación directa.

**Variable Dependiente:** Tiempo de embalaje en la empresa Holviplas S.A.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS DE INSTRUMEN.
<p>Tiempo que les toma a los operarios, colocar el plástico protector sobre los rollos de manguera.</p>	<p>Tiempo para el bobinado de manguera</p>	<p>¿Cuántos metros de manguera se bobina por minuto?</p>	<p>10 - 25 m/min 25 - 50 m/min 50 - 100 m/min</p>	<p>Investigación de campo.</p>
	<p>Tiempo que toma el embalaje completo de una bobina de manguera</p>	<p>¿Cuántas bobinas ya embaladas se despachan?</p>	<p>1 - 10 bobinas/hora 10 - 20 bobinas/hora 20 - 30 bobinas/hora</p>	<p>Investigación de campo.  Observación directa.</p>

## **CAPÍTULO IV**

### **4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.**

#### **4.1 PROCESO DE BOBINADO MANUAL.**

Para realizar el trabajo de bobinar manguera en la empresa Holviplas S.A. se lo realiza utilizando maquinaria manual.

La velocidad de bobinado y la influencia de este en el tiempo de embalaje está en dependencia de la producción de la maquinaria, es por ello que se procede a plasmar información acerca de la cantidad de producto que se fabrica por algunas de las máquinas.

El trabajo manual implica inconvenientes con el proceso de medición de la cantidad de metros de manguera que se deben enrollar en cada carrete, por eso es importante la información de metraje que se enrolla, se muestran datos de algunos tipos de mangueras.

Para los trabajadores mantener un trabajo constante es imposible por razones de cansancio o fatiga.

- **Análisis de la producción diaria de algunos productos referentes en la empresa Holviplas S.A**

#### **4.1.1 CUADRO DE VALORES DE PRODUCCIÓN DIARIA.**



Universidad Técnica de Ambato  
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  
 Carrera de Ingeniería Mecánica  
 Pruebas de Medición de Tiempo durante el Bobinado de Manguera.

Datos Informativos:					
prueba	N <sup>o</sup> 1	Fecha de ejecución	26-05-2011	Elaborado por:	Adriana Salazar
Tipo de manguera		Objeto	Producción	Lugar de ejecución	Holviplas S.A
Observación					
Denominación	Peso/rollo (kg)		Número de metros por rollo (m)		
Negra Flex 1/2	14		100		
Bicapa 1/2	14		100		
Negra Flex 3/4	28		100		
Bicapa 3/4	34		100		
Cristal Liviana	7.5		100		
Cristal Pesada	9.5		100		
Perfiles	5		100		
perfiles	20		400		
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>34.06</b>		<b>2000</b>		

<p>Universidad Técnica de Ambato  Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica  Carrera de Ingeniería Mecánica  Pruebas de Medición de Tiempo durante el Bobinado de Manguera.</p>					
Datos Informativos:					
Prueba	Nº 1	Fecha de ejecución	26-05-2011	Elaborado por:	Adriana Salazar
Tipo de manguera		Objeto	Producción	Lugar de ejecución	Holviplas S.A
Observación					
<b>Denominación</b>	<b>N Rollos/día</b>	<b>Producción diaria (m)</b>			
Negra Flex 1/2	50	5000			
Negra Bicapa 1/2	20	2000			
Negra Flex 3/4	25	2500			
Negra Bicapa 3/4	5	500			
Cristal Liviana	70	7000			
Cristal Pesada	50	5000			
Perfiles	120	12000			
Perfiles	30	12000			
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>50</b>	<b>100000</b>			

**Velocidad de producción de manguera de riego por goteo:**

**4166.67 m/h**

**69.4 m/min**

#### 4.1.2 CUADRO DE VALORES DE TIEMPOS DE BOBINADO.

Análisis de la variación del tiempo de bobinado de un rollo de manguera de cinco tipos de manguera flexible.

##### 1. Manguera Negra Flex 1/2



**Figura 10:** Proceso de Bobinado en la empresa Holviplas S.A.

Fuente, Autor: Adriana Salazar.

<b>Prueba:</b>	N <sup>o</sup> 1	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Negra Flex 1/2	<b>Objeto:</b>	Tiempo de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			2.35		
2			2.16		
3			2.48		
4			3.05		
5			2.10		
<b>Promedio</b>			<b>2.43</b>		

## 2. Manguera Bicapa 1/2.



**Figura 11:** Proceso de Bobinado en la empresa Holviplas S.A.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

<b>Prueba:</b>	N <sup>o</sup> 1	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Bicapa 1/2	<b>Objeto:</b>	Tiempo de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			2.15		
2			2.43		
3			1.58		
4			2.47		
5			2.41		
<b>Promedio</b>			<b>2.21</b>		

### 3. Manguera Cristal Liviana.

<b>Prueba:</b>	Nº 1	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Cristal Liviana	<b>Objeto:</b>	Tiempo de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			2.15		
2			2.36		
3			2.08		
4			2.45		
5			2.56		
<b>Promedio</b>			<b>2.32</b>		

### 4. Manguera Cristal Pesada.



**Figura 12:** Proceso de Bobinado en la empresa Holviplas S.A.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

<b>Prueba:</b>	Nº 1	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Cristal pesada	<b>Objeto:</b>	Tiempo de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			1.45		
2			2.34		
3			2.58		
4			3.15		
5			3.41		
<b>Promedio</b>			<b>2.59</b>		

## 5. Perfiles.



**Figura 13:** Proceso de Bobinado en la empresa Holviplas S.A.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

<b>Prueba:</b>	Nº 1	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Perfiles (5kg)	<b>Objeto:</b>	Tiempo de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			1.58		
2			2.36		
3			2.15		
4			2.20		
5			2.58		
<b>Promedio</b>			<b>2.17</b>		

#### 6. Manguera para riego por goteo.

La toma de estos datos permite determinar la necesidad existente en para realizar el bobinado de este tipo de manguera.

<b>Prueba:</b>	Nº 1	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Riego por goteo	<b>Objeto:</b>	Tiempo de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			47.46		
2			54.14		
3			49.35		
4			56.28		
<b>Promedio</b>			<b>51.80</b>		

Para determinar la velocidad de bobinado tomamos en cuenta, los tiempos promedio de bobinado.

Para determinar la velocidad de bobinado se realiza lo siguiente:

$$V = \frac{\text{Cantidad de Metros por Rollo}(m)}{\text{Tiempo de Bobinado}(min)}$$

<b>Prueba:</b>	N <sup>o</sup> 1	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>		<b>Objeto:</b>	Velocidad de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
Observación					
Denominación	N <sup>o</sup> de bobinas	Tiempo (min)	Velocidad del bobinado (m/min)		
Negra Flex 1/2	1	2.43	41.15		
Bicapa 1/2	1	2.21	45.24		
Cristal Liviana	1	2.32	43.10		
Cristal Pesada	1	2.59	38.61		
Perfiles	1	2.17	46.08		
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>1</b>	<b>52.24</b>	<b>38.28 m/min</b>		

#### 4.1.3 CUADRO DE VALORES DE TIEMPOS DE EMBALAJE.

##### Proceso de embalaje.

Realizamos el análisis del proceso de embalaje, tomamos medidas de tiempo para poder sacar un promedio, y este resultado lo una bobina de manguera enrollada ya embalada.





**Figura 14:** Obrero realizando el embalaje.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

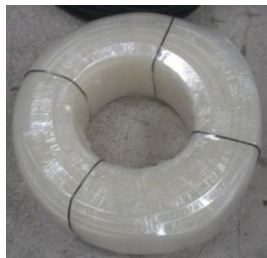
**Manguera Negra flex 1/2.**

<b>DATOS INFORMATIVOS:</b>					
<b>Prueba:</b>	N <sup>o</sup> 2	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Negra Flex 1/2	<b>Objeto:</b>	Tiempo de embalaje	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			5.20		
2			4.45		
3			4.36		
4			5.51		
5			4.53		
<b>Promedio</b>			<b>5.21</b>		

### Manguera Bicapa de 1/2.

<b>Prueba:</b>	Nº 2	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Bicapa 1/2	<b>Objeto:</b>	Tiempo de embalaje	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			4.12		
2			4.52		
3			4.36		
4			5.08		
5			4.47		
<b>Promedio</b>			<b>4.51</b>		

### Manguera Cristal Liviana.



**Figura 15:** Presentación de manguera ya embalada.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

<b>Prueba:</b>	N <sup>o</sup> 2	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Cristal Liviana	<b>Objeto:</b>	Tiempo de embalaje	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			3.45		
2			3.28		
3			3.54		
4			4.12		
5			4.08		
<b>Promedio</b>			<b>4.09</b>		

**Manguera Cristal Pesada.**



**Figura 16:** Proceso de embalaje en la empresa Holviplas S.A.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

<b>Prueba:</b>	Nº 2	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Cristal pesada	<b>Objeto:</b>	Tiempo de embalaje	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			3.28		
2			4.15		
3			4.08		
4			4.26		
5			3.56		
<b>Promedio</b>			<b>4.26</b>		

### **EMBALAJE PARA MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO.**



**Figura 17:** Rollos en proceso de embalaje.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

<b>Prueba:</b>	N <sup>o</sup> 2	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Riego por goteo	<b>Objeto:</b>	Tiempo de embalaje	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			7.16		
2			8.14		
3			7.14		
4			7.31		
<b>Promedio</b>			<b>7.43</b>		

El tiempo de embalaje sumamos el tiempo de bobinado y el tiempo de envoltura del plástico.

<b>Prueba:</b>		<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>		<b>Objeto:</b>	Velocidad de embalaje	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
Denominación	Tiempo de embalaje(min)	Tiempo (min) bobinado	Tiempo total de embalaje.		
Negra Flex 1/2	5.21	2.43	7.64		
Negra Bicapa 1/2	4.51	2.21	6.72		
Cristal Liviana	4.09	2.59	6.68		
Cristal Pesada	4.26	2.32	6.58		
Perfiles	3.18	2.17	5.35		
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>7.43</b>	<b>52.24</b>	<b>59.6</b>		

### Tiempo total de embalaje

<b>Denominación</b>	<b>Tiempo total de embalaje.(min)</b>	<b>Velocidad de despacho. (rollos/hora)</b>
Negra Flex 1/2	7.64	7.5
Negra Bicapa 1/2	6.72	8.4
Cristal Liviana	6.68	9.5
Cristal Pesada	6.58	9.1
Perfiles	5.35	11.2
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>59.6</b>	<b>1</b>

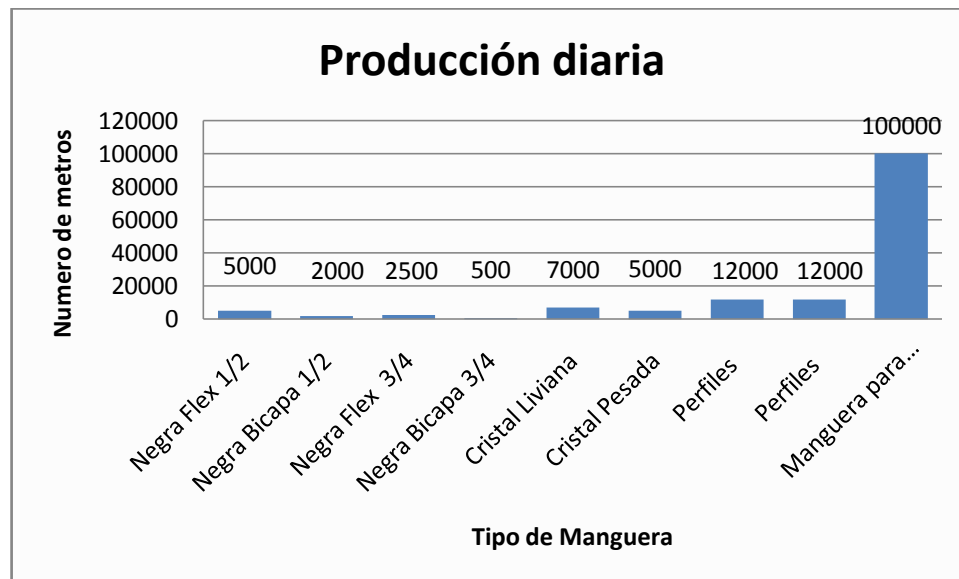
### 4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se procede a realizar un análisis minucioso de los resultados obtenidos a través de la observación directa de los procesos de producción, y embalaje de manguera dentro de la empresa Holviplas S.A.

#### **TABLA 1: DATOS DE PRODUCCIÓN.**

Para la empresa Holviplas S.A la producción de manguera para riego por goteo significa un gran reto por lo cual su producción va a ser a gran escala con referencia a los demás productos que se elaboran en esta empresa.

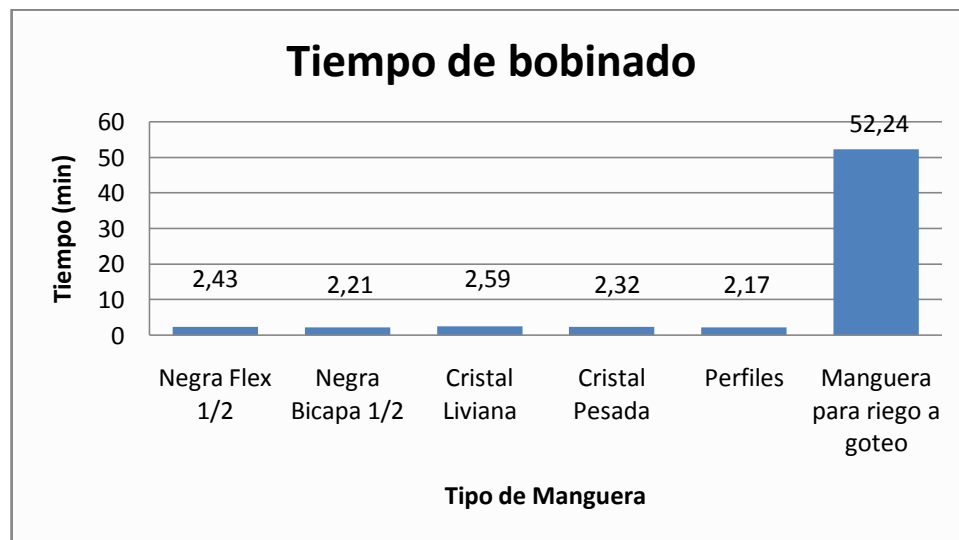
Denominación	Producción diaria (m)
Negra Flex 1/2	5000
Negra Bicapa 1/2	2000
Negra Flex 3/4	2500
Negra Bicapa 3/4	500
Cristal Liviana	7000
Cristal Pesada	5000
Perfiles	12000
Perfiles	12000
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>100000</b>



**TABLA 2: TIEMPO DE BOBINADO CON MAQUINARIA MANUAL.**

Dentro de la empresa Holviplas S.A el enrollado de todo tipo de manguera se lo realiza de una forma manual, mediante este estudio se realiza pruebas de medición de tiempos que les toma a los obreros bobinar un rollo completo, de un tipo específico de manguera, poniendo énfasis en el bobinado de manguera de riego por goteo.

<b>Denominación</b>	<b>Tiempo de bobinado (min)</b>
Negra Flex 1/2	2.43
Negra Bicapa 1/2	2.21
Cristal Liviana	2.59
Cristal Pesada	2.32
Perfiles	2.17
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>52.24</b>

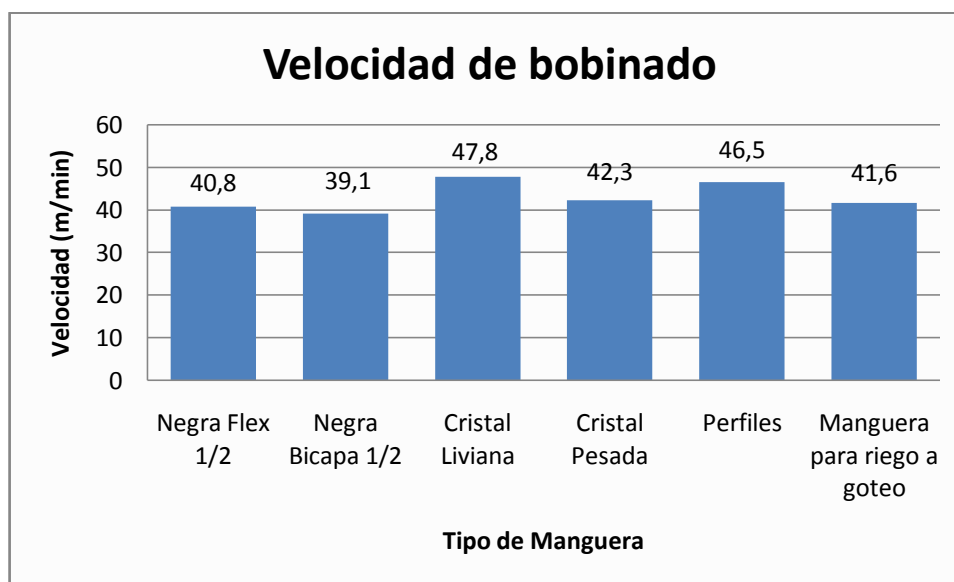


**TABLA 3: VELOCIDAD DE BOBINADO**

Durante el proceso de bobinado manual la velocidad de bobinado, es un aspecto importante que es necesario medir para conocer la capacidad de bobinado de los empleados.



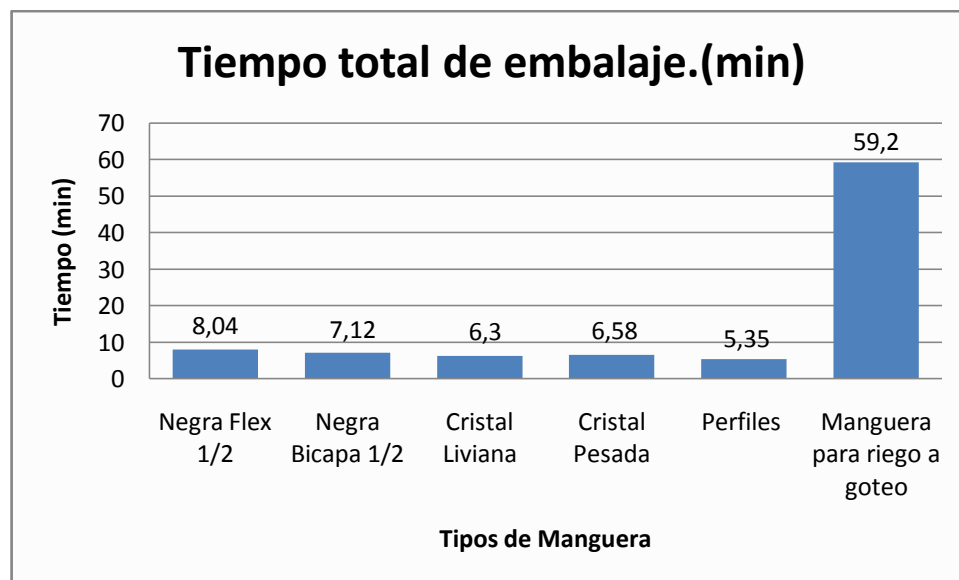
<b>Denominación</b>	<b>Velocidad de bobinado (m/min)</b>
Negra Flex 1/2	41.15
Negra Bicapa 1/2	45.24
Cristal Liviana	43.10
Cristal Pesada	38.61
Perfiles	46.08
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>32.28</b>



**TABLA 4. TIEMPO TOTAL DE EMBALAJE.**

Tomamos el tiempo total es decir el tiempo de bobinado sumado el tiempo de embalaje, para que sea el periodo real que toma el despachar un rollo de manguera ya listo para ser distribuido.

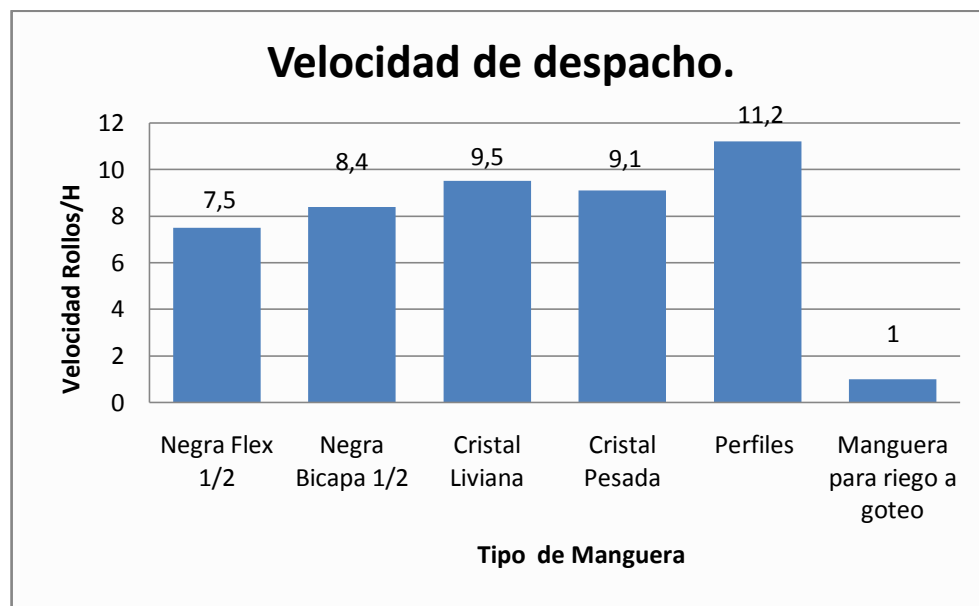
<b>Denominación</b>	<b>Tiempo total de embalaje.(min)</b>
Negra Flex 1/2	8.04
Negra Bicapa 1/2	7.12
Cristal Liviana	6.3
Cristal Pesada	6.58
Perfiles	5.35
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>59.2</b>



**TABLA 5: VELOCIDAD DE DESPACHO.**

Mediante este análisis podemos ver la cantidad de rollos ya embalados son despachados por cada hora de trabajo manual.

<b>Denominación</b>	<b>Velocidad de despacho. (Rollos/h)</b>
Negra Flex 1/2	7.5
Negra Bicapa 1/2	8.4
Cristal Liviana	9.5
Cristal Pesada	9.1
Perfiles	11.2
<b>Manguera para riego a goteo</b>	<b>1</b>



Holviplas S.A empresa que está dedicada al proceso de manufactura de muchos elementos como son mangueras, perfiles que están disponibles en algunas dimensiones, y materiales de la mejor calidad.

Los datos de producción están medidos por las 24 horas que se laboran en la empresa, según esta información podemos interpretar que la maquinaria que se utiliza para la producción de estos tipos de mangueras es de producción relativamente lenta por ejemplo la manguera negra flex de ½ se produce 5000 m, comparándola con la máquina que es la encargada de fabricar la manguera de riego por goteo que tiene una increíble producción de 100000m de manguera en las 24 horas de producción.

La gran producción que proporciona la máquina encargada de la fabricación de manguera para riego por goteo, significa que se tendrán en un minuto a 70 metros de manguera (aproximadamente), lista para ser enrollada. Al ser el bobinado manual en el mejor de los casos los obreros logran bobinar aproximadamente en el mejor de los casos 50m/min, permitiendo que se siga acumulando manguera.

Durante el proceso de bobinado manual la velocidad de bobinado, es un aspecto importante que es necesario medir para conocer la capacidad de bobinado de los empleados. Conociendo además que esta velocidad esta en dependencia con la capacidad de producción de cada máquina, y sobre todo con la cantidad de metros que debe enrollar o bobinar. Por ejemplo mantener una velocidad constante durante más de 40 minutos sería imposible o, muy forzado, este tiempo es el que le tomaría al obrero bobinar los 2000 metros de manguera para riego por goteo.

En el proceso de embalaje que también es manual el tiempo que les toma a los empleados es más amplio que el proceso de bobinado por que tienen que acomodar su rollo de plástico y envolverlo de acuerdo al tipo de manguera, por ejemplo la manguera negra flex ½ se tiene que emplastar alrededor de la manguera, mientras que en la manguera de riego por goteo se envuelve alrededor de todo el rollo.

Al tener dos procesos que se realizan para despachar la manguera, como el bobinado y el embalado, el tiempo total es el que nos permite observar cuantos rollos de manguera son despachados por hora, la diferencia es notable con rollos de manguera que llevan menor

cantidad pues el promedio esta alrededor de 7 rollos, algo que es muy superior al único rollo de 2000 metros de manguera de riego por goteo que se despacha por hora si se mantiene el trabajo completamente manual.

#### **4.3 ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA BOBINADORA SEMIAUTOMÁTICA DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO.**

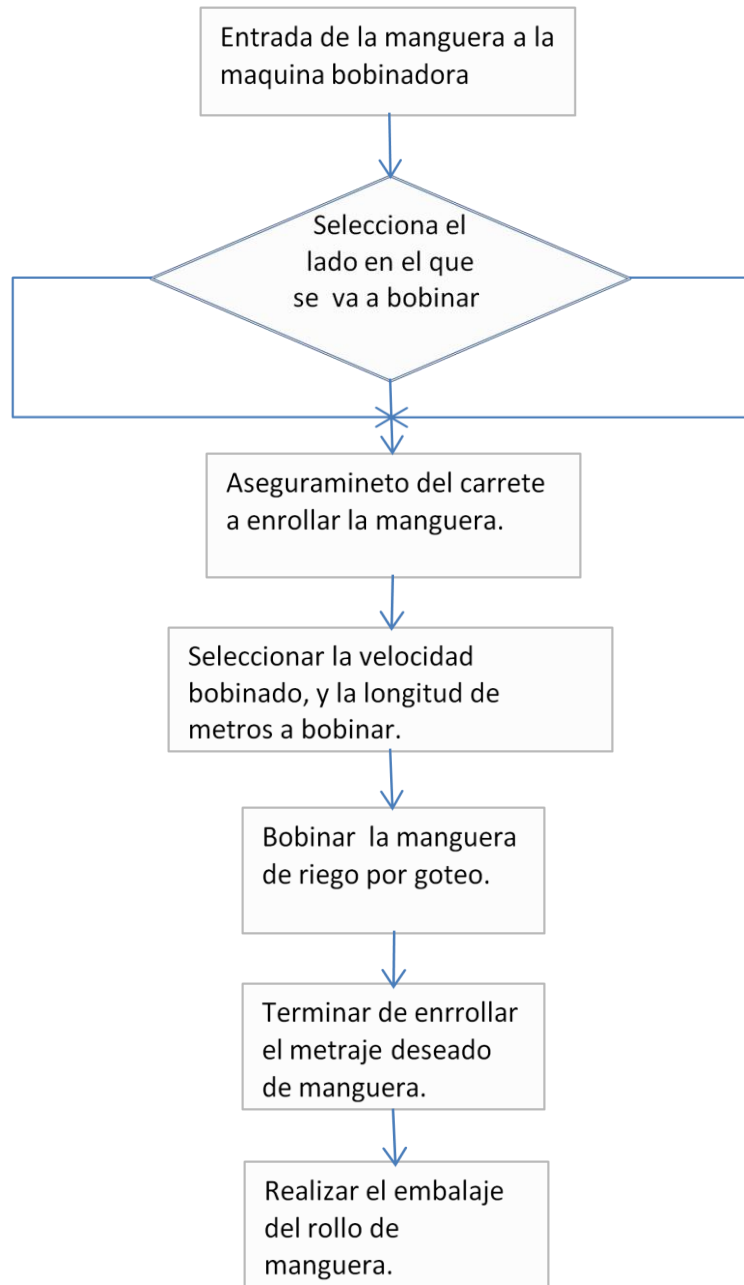
La implementación de la máquina bobinadora de manguera para riego por goteo en la empresa Holviplas S.A, ha significado la construcción de un equipo capaz de trabajar a un ritmo lo suficientemente eficaz como para enrollar la manguera producida por la maquinaria a una velocidad muy alta en comparación con el resto de maquinaria de manguera de tipo flexible.



**Figura 18:** Máquina bobinadora.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

## Funcionamiento de la Máquina bobinado de manguera para riego por goteo.



**PROCESO DE BOBINADO SEMIAUTOMÁTICO DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO.**



**Figura 19:** Rollo de manguera de riego por goteo.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

**PROCESO DE BOBINADO.**

<b>Prueba:</b>	Nº 3	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Riego por goteo	<b>Objeto:</b>	Tiempo de bobinado	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			25.46		
2			27.14		
3			26.35		
4			25.28		
<b>Promedio</b>			<b>26.04</b>		

**PROCESO DE EMBALAJE.**

<b>Prueba:</b>	N <sup>o</sup> 4	<b>Fecha de ejecución:</b>	26-05-2011	<b>Elaborado por:</b>	Adriana Salazar
<b>Tipo de manguera:</b>	Riego por goteo	<b>Objeto:</b>	Tiempo de embalaje	<b>Lugar de ejecución:</b>	Holviplas S.A
<b>Observación</b>					
<b>Número de ensayos</b>			<b>Tiempo (min)</b>		
1			1.26		
2			1.14		
3			0.54		
4			1.31		
<b>Promedio</b>			<b>1.16</b>		

Mediante el estudio que se realizó durante el proceso de enrollamiento de manguera de tipo flexible se pudo realizar una aproximación de los resultados que se tendrían al realizar el bobinado y embalaje manual de la manguera para riego por goteo. De esta manera se pudo comprobar la factibilidad y la necesidad que se tiene de la implementación de una máquina que facilite, y sobretodo agilice el proceso de bobinado y embalaje de los rollos de manguera.

#### **4.4 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

<b>Tiempo de Bobinado Manual.</b>	<b>Tiempo de Bobinado Semiautomático.</b>
52.24	26.04
<b>Tiempo de Embalaje Manual.</b>	<b>Tiempo de Embalaje Semiautomático.</b>
7.56	1.16
<b>Total: 59.8</b>	<b>Total:27.2</b>

Mediante este estudio se puede comprobar que existe una optimización de todo el proceso de bobinado y embalaje de la manguera para riego por goteo, como se lo puede



comprobar en el cuadro anterior donde los valores son datos promediados de todos los que se han recogido durante este estudio. Realizando la comparación con el tiempo que tomaría realizar este trabajo con una bobinadora de tipo manual (valores cuadros de resumen en la página 45) y los tiempos que se toma el realizarlo en la máquina semiautomática (valores cuadros de resumen en la página 52) se comprueba que mediante la implementación de una máquina semiautomática para el bobinado de manguera para riego por goteo reduce el tiempo de embalaje en un 45.48%.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1 CONCLUSIONES.**

Mediante este estudio se logro conocer realmente la capacidad y la calidad de producción en la empresa Holviplas S.A. con los datos que se consiguieron, realizando una comparación referente con los datos de producción, de algunos tipos de mangueras de tipo flexible, se logra comprobar que la producción de manguera para riego por goteo se la realiza a gran escala, a una velocidad promedio de 70m/min logrando una producción diaria alrededor de los 100000 metros de manguera.

Del estudio realizado los trabajadores encargados de realizar el embalaje de la manguera, comprendiendo el bobinado de la manguera y el embalaje del rollo, cuando entro en funcionamiento la máquina de producción de manguera para riego por goteo se logro determinar que debido a la rápida producción, la cantidad de manguera que se produce por minuto no puede ser evacuada por el obrero encargado de bobinar la manguera puesto que debería trabajar a una ritmo de bobinado de 70m/min algo que resulta imposible para cualquier obrero.

La implementación de la máquina bobinadora de manguera para riego por goteo, ha demostrado que mediante el trabajo semiautomático se logra mantener un ritmo de bobinado capaz de evacuar la manguera que se produce, evitando que se produzcan acumulaciones, y los posibles enredos en la manguera. Además que la máquina por tener una cualidad de ser semiautomática ofrece beneficios para el trabajador que tiene la posibilidad de poder reducir la velocidad de bobinado, así también como aumentarla.

El diseño del equipo tiene características ergonómicas puesto que el operario tiene que en algún momento desplazar el rollo de manguera, y este rollo supera los 25kg y para respetar las normas de seguridad que nos dicen que los pesos mayores a 25kg se deben levantar con ayuda de las piernas y pegando el peso al cuerpo. Es más los rollos listos para despachar serán evacuados con ayuda y desplazados hacia la bodega en los montacargas.

Con la implementación de esta máquina al proceso de producción de la manguera para riego por goteo, se ha logrado reducir los tiempos de embalaje y bobinado, optimizando el proceso de despacho de los rollos de manguera. Sabiendo que el proceso manual es capaz de satisfacer a las máquinas que producen manguera flexible en una forma más lenta. Mientras que por la gran demanda de manguera para riego por goteo, esta maquinaria debe trabajar de una forma muy rápida, y eficiente.

Mediante el proceso de diseño de la bobinadora se realizó un estudio de cada elemento y se lo diseñó según las cargas que debería soportar y los esfuerzos a los que van a estar sometidos, con los métodos de análisis se logró comprobar que todos sus elementos cumplen satisfactoriamente las necesidades a las que van a estar sometidos, además los materiales han sido escogidos de catálogos ofertados por las casas distribuidoras del país, y han sido seleccionados según las propiedades que estos posean, y si estos satisfacen los requerimientos de diseño.

Para realizar el control del equipo se han seleccionado elementos capaces de realizar procesos de conteo al realizar un desplazamiento por esto se escogió un encoder. Para realizar el control de velocidad de los motores se ha necesitado un elemento capaz de variar la frecuencia de un motor y se utiliza un arrancador o driver, para que todos estos elementos puedan ser unidos y trabajar de una forma conjunta se debe utilizar un equipo capaz de recibir señales y emitir señales capaces de controlar el funcionamiento de otros elementos, para esto se utiliza un PLC.

El control es un proceso con él se consigue un trabajo armónico entre todos los elementos de un equipo, además de permitir que la tarea se desarrolle de acuerdo con las necesidades del usuario, es decir un programa de control posee la cualidad de ser modificado y adecuado según los requerimientos del funcionamiento de la máquina.

Con el proceso de automatización se consigue disminuir los tiempos de bobinado y embalaje, además de reducir el personal que se utilizarían en un proceso de bobinado manual, es así que con esta máquina se utilizaran un solo empleado por cada turno de trabajo lo cual significa un ahorro muy significativo para la empresa pues los dos empleados restantes pueden perfectamente ocupar otros puestos de trabajo en los cuales son muy necesarios.

Con el uso de la maquinaria semiautomática el proceso de bobinado y embalaje se consigue reducir el tiempo de despacho de un rollo de manguera de riego por goteo en un 45.48%, con lo que se consigue despachar la manguera de riego sin permitir que esta se acumule a la entrada de la bobinadora, evitando los tan temidos enredos.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

Como se ha llegado a comprobar es recomendable para la empresa realizar la implementación de esta máquina, porque con esto se logra reducir el tiempo de bobinado y embalaje de los rollos de manguera para riego por goteo.

Para mantener la funcionalidad de la máquina en óptimas condiciones, se deberá ejecutar el mantenimiento de todos los elementos que lo requieren componentes como rodamientos, fusibles etcétera para poder prevenir posibles daños o fallas. El mantenimiento es un procedimiento que se debe llevar a cabo sin falta tomando en cuenta la programación que se ha realizado, referirse al unto 6. 5.

El cuidado del equipo es importante por ello es necesario realizar un proceso de pintado cada vez que el usuario vea pertinente o sea necesario realizar un cambio de pintura, para evitar la corrosión del material metálico del que está construido este equipo.

El uso de equipos de calidad y de una tecnología lo más actualizada posible, hacen posible que el trabajo de una máquina sea lo más eficiente. Es recomendable utilizar arrancadores para poder controlar el desempeño de los motores, así también de otros elementos como sensores inductivos y un encoder.

Para beneficiar la interacción hombre máquina hace primordial el uso de una pantalla, una que sea de fácil uso y comprensión para el operador, así también como para el programador.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. PROPUESTA.**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS.**

#### **IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA BOBINADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE EMBALAJE DE MANGUERA PARA RIEGO POR GOTEO EN LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A**

- Ejecutor: Adriana Salazar
- Descripción: Máquina semiautomática, para enrollar manguera para riego por goteo.
- Ubicación: La planta de producción de la empresa Holviplas S.A, se encuentra en la provincia de Tungurahua, ciudad Ambato en la vía a Baños km 11 1/2.
- Beneficiarios: Holviplas S.A.
- Costo: 6649.68

#### **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.**

Con la necesidad latente de entregar a todos los usuarios productos de una excelente calidad, para la empresa Holviplas S.A. se ha propuesto seguir mejorando los procesos de producción. Para conseguir este propósito se proponen la implementación de maquinaria nueva, capaces de cumplir tareas de una manera eficiente y eficaz.

Al conocer el nivel de producción que tiene la maquinaria utilizada en el proceso de producción de manguera para riego por goteo, una producción de 70m/min, se puso en consideración de implementar una máquina que sea capaz de bobinar manguera, al

mismo ritmo de producción, sin permitir la acumulación y posibles enredos con la manguera.

Del estudio realizado se conoce que la medición de los metros que se enrollan, todos los tipos de manguera se lo realiza mediante la comparación de peso, por ejemplo la manguera Negra Flex 1/2" los rollos son de 100m, pero los operarios pesan 14 kg de manguera que son los correspondientes a los 100m; lo cual implica que en cada rollo se tenga un exceso o una falta de manguera. Este proceso al ser automatizado se consigue que la cantidad de metros a ser enrollada sea exacta sin perjudicar a la empresa ni al usuario.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN.**

Para toda empresa el mejorar sus procesos de producción es un paso importante porque permite mantener liderazgo en el campo empresarial. Por ello la automatización de equipos nuevos o usados son procedimientos que están presentes en cualquier tipo de equipo o máquina.

Para la empresa Holviplas S.A mantener su liderazgo en la entrega de productos de calidad, y plasmar su nombre como un productor de excelencia en la manufactura de manguera para riego por goteo, es importante que vaya renovando su tecnología y poniendo a disposición de sus empleados puestos de trabajo que les permitan desempeñarse de una forma correcta.

Conociendo que la maquinaria tiene una alta producción de alrededor de 70m/min, consideramos que esta producción es muy alta, y no se daría abasto el empleado con su bobinadora manual para seguir evacuando la manguera, permitiendo que esta se acumule. Estos problemas provocan enredos y pérdidas de material, lo cual implica mucho desperdicio de tiempo y dinero para la empresa.

Para toda empresa tiene como finalidad entregar productos de calidad para ello, se debe realizar adecuaciones en los equipos, o adquirir máquinas que permitan mejorar la producción. Cuando se noto el inconveniente al bobinar manguera de riego por goteo, una producción muy alta, y bobinado manual no satisfacía este tipo de producción, se hacía primordial el arreglar el problema de una forma lo más rápida posible. Es por esta razón que se decidió construir una maquina que permita evacuar la manguera de una forma más rápida y sobre todo eficiente.

#### **6.4 OBJETIVOS.**

- Realizar el diseño mecánico de los elementos de la máquina bobinadora.
- Seleccionar los elementos necesarios para la automatización de la máquina.
- Diseñar el programa de control para la automatización de la bobinadora.
- Realizar las pruebas necesarias para la calibración, y puesta en marcha.

#### **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.**

##### **6.5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA.**

La implementación de este equipo es factible porque todos los materiales estructurales son convencionales y de fácil adquisición dentro de la ciudad. La empresa cuenta con las personas necesarias encargadas para realizar trabajos de torneado, soldado, construcción de maquinaria.

Los equipos electrónicos como PLC, arrancadores, encoder, sensores, pantalla, motores, necesarios para la automatización del equipo se los puede conseguir dentro del país, incluso la empresa posee la facilidad de solicitar equipos en otros países.



## 6.5.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA.

### COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA.

#### Costos directos.

Detalle		cantidad	Valor unitario	Valor total.
1	Tubo cuadrado (5x5)	2(6m)	50.32	100.64
2	Plancha oxicorte (1500x600x19)	1	146.36	146.36
3	Moto reductor de 2HP	2	828.67	828.67
4	Moto reductor de ½ HP	1	370.75	370.75
7	PLC DL 06	1	788.43	788.43
8	Encoder	1	596.68	596.68
9	Driver CFW10	3	368.48	1105.44
10	Sensor inductivo	2	52.70	105.40
12	Pantalla EZText220	1	465.56	465.56
13	Selector de posición	1	8.70	8.70
14	Botonera	2	15.20	30.40
15	Borneras de conexión	23	0.30	6.9
16	Eje 40x200 AISI 1018	2	1.28/kg	8.68
17	Eje 45x300 AISI 1018	1	1.28/kg	6.40
18	Pintura de fondo (galon)	1	12.58	12.58
19	Pintura color azul	1	12.58	12.58
			<b>TOTAL</b>	<b>4493.53</b>

### Costos indirectos.

En este rubro se analiza los costos que se invierten en la construcción de la máquina y en su automatización.

Detalle		Horas Trabajadas	Valor por hora	Valor total.
1	Tornero	18	2.50	45.00
2	Pintor	3	2.00	6.00
3	Programador	35	40.00	1400
			<b>TOTAL</b>	<b>1451</b>

### COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA.

Para obtener el costo total que se necesitara para la implementación de este equipo es necesario sumar un 10% de imprevistos.

Detalle		Valor total.	
1	Costos Directos	4594.17	
2	Costos Indirectos	1451	
3	10% Imprevistos.	604.51	
		<b>TOTAL</b>	<b>6649.68</b>

### 6.8.2 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

El financiamiento para la realización de este proyecto será cubierto en su totalidad por la empresa Holviplas S.A.

Depreciación:

La vida útil de la máquina bobinadora se estime para 10 años.

El valor de salvamento se asume 5% del valor inicial.

$$Dt = \frac{P - VS}{n} \quad 6.1$$

Donde:

Dt= Depreciación anual

P= Costo del proyecto

VS= Valor de salvamento

n= vida útil

$$Dt = \frac{6649.68 - 332.48}{10}$$

Dt= 631.72.

El análisis de esta máquina será dentro de 5 años por lo cual se tendrá un valor residual:

$$Vr = 3491.08$$

### 6.8.3 COSTOS DE RECUPERACIÓN.

Para realizar el análisis de estos costos se toma en cuenta el proceso que manual de bobinado, porque es en este campo en el que se estaría provocando el ahorro al reducir el personal que debe estar a cargo de enrollar la manguera; son dos trabajadores en cada uno de los turnos de trabajo. Tiempo de análisis es una semana laborable.

<b>Turno</b>	<b>Horas Trabajadas</b>	<b>Valor por hora (Vh)</b>	<b>Valor total.</b>
Diurno	40	1.63	65.20
	Extras = 15	1.63 + 50% Vh	36.67
Nocturno	40	1.63	65.20
	Extras = 25	1.63 + 50% Vh	61.125

El valor mensual que se le debe cancelar a cada operario es el siguiente tomando en cuenta que el trabajador tiene que rotar entre el turno de la mañana y el turno de la noche pasando una semana.

**Entonces:**

Valor a pagar de la semana turno de la mañana.      **\$101.87**

Valor a pagar de la semana turno de la noche.      **\$126.32**

**Sueldo Mensual del Obrero. \$456.39**

Para la empresa que debería pagar este sueldo a 4 obreros el costo la inversión en sueldos seria de \$1825.56.

Para Holviplas S.A la implementación de la máquina bobinadora de manguera para riego por goteo significa que el tiempo que toma reducir el tiempo de bobinado o despacho de los rollos de manguera.

El ahorro anual para la empresa es de alrededor de **\$2490.79**

**6.8.5 Análisis del VAN y TIR.**

**TMAR = Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento.**

$$TMAR = Tasa\ de\ inflacion + Premio\ al\ riesgo.$$

**Donde:**

Tasa de inflación= 4.28%<sup>18</sup>

Premio al riesgo = 10 %

$$TMAR = 14.28\%.$$

---

<sup>18</sup> [http://www.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=inflacion](http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion)

**VAN = Valor Actual Neto.**

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

6.2

**Donde:**

Vt=Flujos de caja en cada período.

N= Períodos de análisis.

K= TMAR

I<sub>0</sub> = Valor inicial de la inversión.

<b>Años</b>	<b>Valor total.</b>
1	2179.55
2	3814.40
3	5006.65
4	5841.38
<b>5</b>	<b>6389.33</b>

**TIR= Tasa Interna de Retorno.**

Es el valor de k que hace que el valor VAN sea cero.

**TIR=64%**

Con este estudio se logra determinar que la inversión es rentable a los 5 años de haber sido implementada.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN DE DISEÑO.**

### **CÁLCULOS DE DISEÑO**

Diseño de una bobinadora semiautomática

#### **6.6.1. CALCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR BOBINADOR.**

La potencia requerida para el funcionamiento de esta máquina se la puede calcular según el peso de que deba mover.

Para este equipo se debe bobinar 2000m de manguera plana de polietileno para riego por goteo.

Manguera que tiene un peso aproximado de 74.10lb.

Para lo cual tomamos un peso de 75lb=  $W_m$

#### **Peso de la manguera $W_m$**

$$W_m = 418 \text{ N}$$

#### **Peso de los elementos a ser movidos $W_e$**

$W_e$  = Peso del eje + Peso de los elementos de seguridad del carrete.

$$W_e = 11.51\text{N} + 60.13\text{N}$$

$$W_e = 71.64 \text{ N}$$

#### **Peso total a ser movido.**

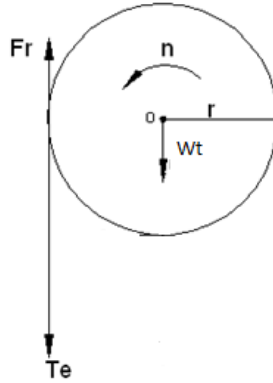
$$W_t = 71.64 + 418$$

$$W_t = 489.64 \text{ N}$$

Considerando las cargas más importantes y las rpm en caso extremo de funcionamiento de la máquina, tenemos:

#### **PESO TOTAL A MOVER.**

$$W_t = 489.64 \text{ N}$$



**Figura 20:** Esquema del motor bobinador.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

### Fuerza de rozamiento (Fr).

Considérese un valor aproximado de:  $u = 0.2$

$$Fr = u \times N$$

$$Fr = 0.2 \times 418N \quad 6.3$$

$$Fr = 83.6N$$

### Tensión total.

$$Te = Wt + Fr \quad 6.4$$

$$Te = 489.64 + 83.6$$

$$Te = 573.24N$$

### Torque (T):

$$T = Te \times r \quad 6.5$$

$$T = 573.24 \times 0.04$$

$$T = 22.92N.m$$

**Momento de inercia.**

$$M = Im \times \alpha \quad 6.6$$

Im = Inercia de masa.

$\alpha$  = Aceleración angular

**Disco de seguro.**

d = distancia al eje neutro= 0.2

md= 1.833kg

rd = radio del disco = 0.2

$$Imd = \frac{1}{2}(md \times rd^2) + (md \times d^2) \quad 6.7$$

$$Imd = \frac{1}{2}(1.833 \times 0.2^2) + (1.833 \times 0.2^2)$$

$$Imd = 0.11kg.m^2$$

**Seguro.**

d = distancia al eje neutro= 0.2

ms= 2.9468kg

rs = radio = 0.063

6.8

$$Im_s = \frac{1}{2}(ms \times rs^2) + (ms \times d^2)$$

$$Im_s = \frac{1}{2}(2.9468 \times 0.063^2) + (2.9468 \times 0.2^2)$$

$$Im_s = 0.1237kg.m^2$$

**Eje.**

d = distancia al eje neutro= 0.2

me= 1.175kg



re = radio = 0.02

$$I_{me} = \frac{1}{2}(m_e \times r_e^2) + (m_e \times d^2)$$

$$I_{me} = \frac{1}{2}(1.175 \times 0.02^2) + (1.175 \times 0.2^2)$$

$$I_{me} = 0.04723 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

### **Eje2.**

d = distancia al eje neutro= 0.2

m<sub>e'</sub> = 1.357kg

r<sub>e'</sub> = radio = 0.0125

$$I_{m_e'} = \frac{1}{2}(m_{e'} \times r_{e'}^2) + (m_{e'} \times d^2)$$

$$I_{m_e'} = \frac{1}{2}(1.357 \times 0.0125^2) + (1.357 \times 0.2^2)$$

$$I_{m_e'} = 0.05438 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

### **Rollo de manguera.**

d = distancia al eje neutro= 0.2

m = 43.10kg

r = radio = 0.2

$$I_m = \frac{1}{2}(m \times r^2) + (m \times d^2)$$

$$I_m = \frac{1}{2}(43.10 \times 0.2^2) + (43.10 \times 0.2^2)$$

$$I_m = 2.586 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

### **Inercia total.**

$$I_t = (I_{md} + I_{ms} + I_{me} + I_{m_e'}) \times 2 + I_m$$

$$I_t = (0.11 + 0.1237 + 0.04723 + 0.548) \times 2 + 2.586$$

$$I = 4.226 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Aceleración angular.

Velocidad angular.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad 6.9$$

**T** = Periodo.

1 rev  $\rightarrow$  0.27s

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2\pi}{0.27} \\ \omega &= 23.27 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{aligned} \quad 6.10$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

Para medir el tiempo que toma llegar a las 250 revoluciones.

$$23.27 = \frac{440\pi}{t}$$

$$t = \frac{440\pi}{23.27}$$

$$t = 59.4 \text{ s}$$

Aceleración angular:

$$\omega = \omega_0 + \alpha t \quad 6.11$$

$$440\pi/\text{s} = 0 + \alpha(59.4 \text{ s})$$

$$\alpha = 7.35 \text{ rad/s}^2$$

**Momento de inercia.**

$$M = I t \times \alpha$$

$$M = 4.226 \text{kg} \cdot \text{m}^2 \times 7.35 \text{rad}/\text{seg}^2$$

$$M = 31.94 \text{N} \cdot \text{m}$$

### TORQUE TOTAL

6.12

$$T_t = M + T$$

$$T_t = 31.94 + 22.92$$

$$T_t = 48.66 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### Potencia (Po):

$$P_o = \frac{T \times n}{9549.3} \quad 6.13$$

$$P_o = \frac{48.66 \text{Nm} \times 220}{9549.3}$$

$$P_o = 1.538 \text{Kw}$$

Para determinar la potencia total requerida se divide para el rendimiento que el mismo tendrá.

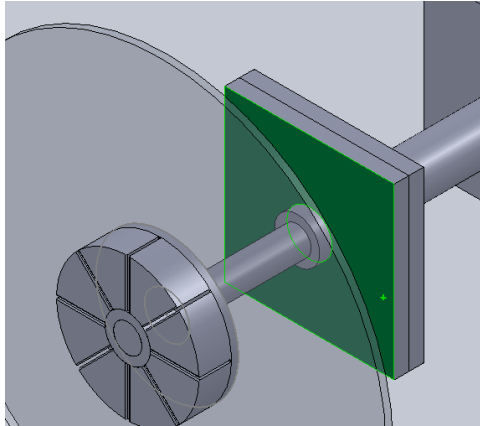
$$P_T = \frac{P_o}{n} \quad 6.14$$

Considerando una eficiencia nominal de 90% para motores eléctricos se obtiene la potencia necesaria. Anexo 1

$$P_T = 1.7 \text{kw} \quad \longrightarrow \quad 2 \text{HP}$$

Seleccionamos un motor de 2HP.

### 6.6.2. DISEÑO DEL EJE.



**Figura 21:** Esquema del eje de transmisión. Fuente, Autor: Adriana Salazar

### SELECCIÓN DEL MATERIAL

Asumimos la selección del material según el catalogo de aceros Bohler.

Del catálogo de aceros BOHLER Anexo 2 el material seleccionado es:

Acero E920

Límite de tracción  $S_{ut}=470\text{N/mm}^2$

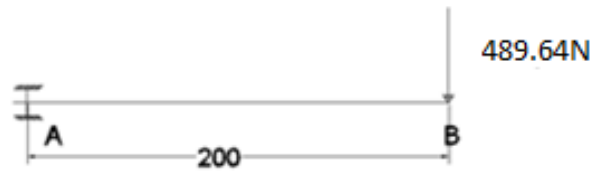
Límite elástico  $S_y=235\text{N/mm}^2$

Diámetro del eje = 40mm

Longitud del eje = 200mm

Potencia = 2HP

**Aplicación de cargas.**



**Reacciones:**

Al tener una viga en voladizo la reacción es en el punto A.

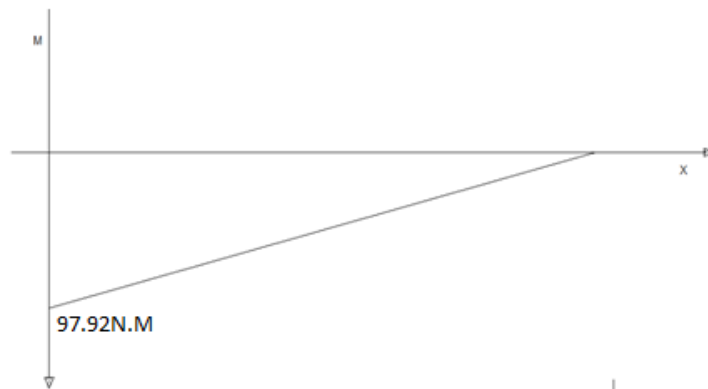
$$R_A = 489.64 N$$

**Diagrama de fuerza cortante.**



**Fuerza cortante.**

$$R_A = V = 489.64 N$$



**Momento máximo.**

$$\begin{aligned}M &= RA * L && 6.15 \\M &= -489.64 * 0.2 \\M &= -97.94 \text{ N.m}\end{aligned}$$

**Esfuerzo a flexión y verificación de diseño.**

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{32M}{\pi \times d^3} && 6.16 \\ \sigma_x &= \frac{32 \times 97.94}{\pi \times (6.4 \times 10^{-5})^3} \\ \sigma_x &= 15.587 \text{ MPa}\end{aligned}$$

**Por Von Mises:**

$$\sigma_x = \sigma_{eq} = 15.58 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_x} \quad 6.17$$

$$n = \frac{372.33 \text{ MPa}}{15.58 \text{ MPa}}$$

$$n = 23.89$$

**DISEÑO A FATIGA.**

**Resistencia a la fatiga (Se)**

$$Se = k_a k_b k_c k_d k_e k_f Se' \quad 6.18$$

Donde:

Se= Límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

ka= Factor de superficie

kb= Factor de tamaño

kc= Factor de confiabilidad

kd= Factor de temperatura

ke= Factor de concentración de esfuerzos

kf= Factor de efectos diversos

Se'= Limite de resistencia a la fatiga.

$$Se' = 0,5 * Sut \quad 6.19$$

$$Se' = 235MPa$$

El factor de superficie **ka** es evaluado para condiciones de maquinado donde:

$$a=4.51$$

$$b= -0,265.$$

$$ka = a(Sut)^b$$

$$ka = 0,88$$

6.20

El factor de tamaño se evalúa mediante la siguiente ecuación:

Donde el diámetro d=0.04m

6.21

$$kb = \left( \frac{d}{7,62} \right)^{-0.107}$$

Cuando;

$$2.79 \leq d \leq 51mm$$

$$kb = 0,86$$

Factor de confiabilidad:

Con una confiabilidad del 50%,

$$k_c = 1$$

Factor de temperatura: a condiciones ambientales,

$$k_d = 1$$

El factor de concentración de esfuerzos,

$$k_e = 1.$$

El factor de efectos diversos,

$$k_f = 1$$

Entonces:

$$S_e = 0,88 * 0,86 * 1 * 1 * 1 * 1 * 235$$

$$S_e = 177,85 \text{ MPa}$$

Se determina el factor de seguridad para lo cual se emplea la ecuación:

$$n = \frac{S_e}{\sigma_x} \quad 6.22$$

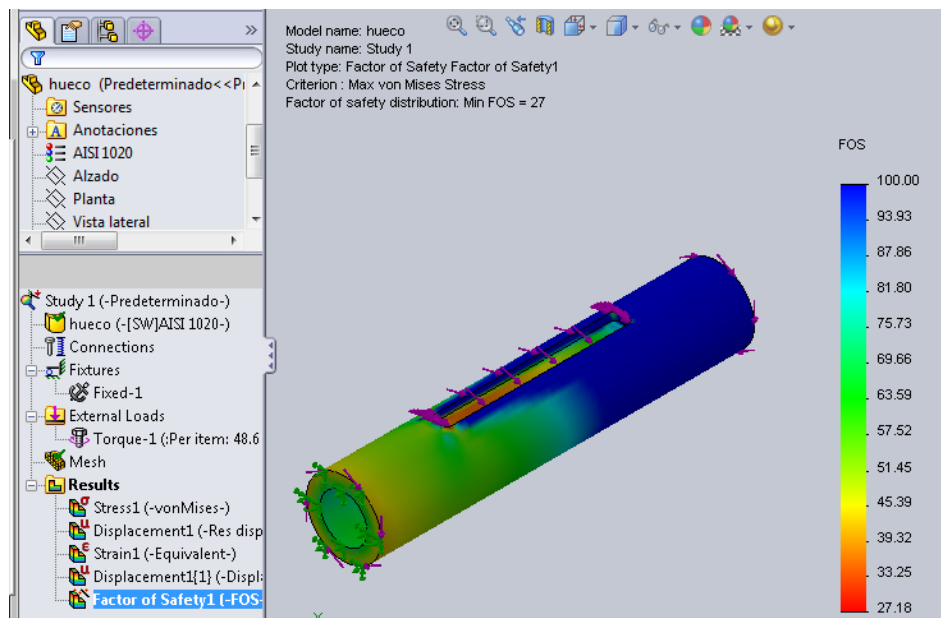
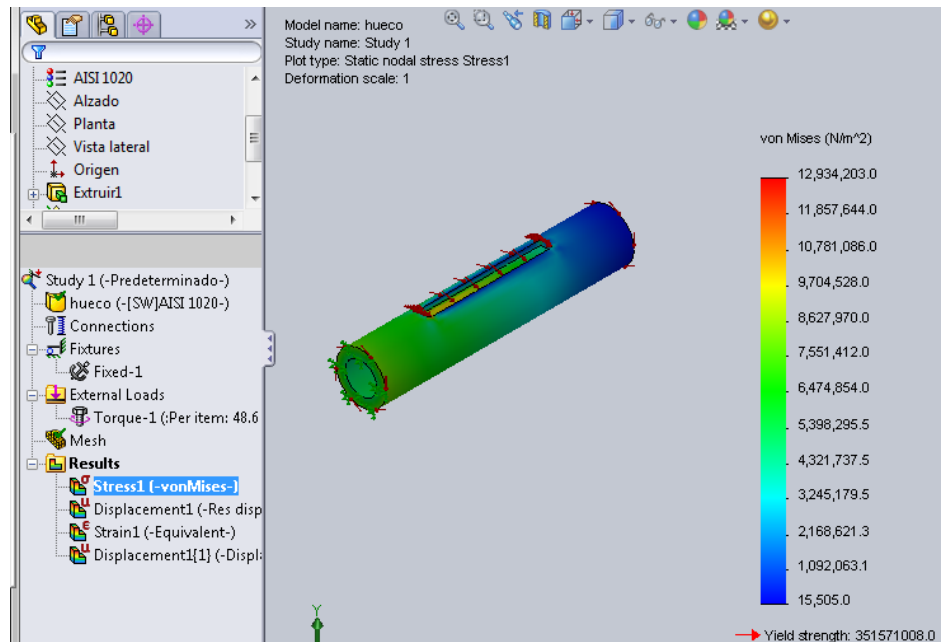
$$n = \frac{177,85 \text{ MPa}}{15,58 \text{ MPa}}$$

$$n = 11,41$$

### **Diseño por uso de elementos finitos.**

Mediante este proceso se comprueba que el elemento va soportar la carga al que va a ser sometido.





Mediante este análisis haciendo uso de los elementos finitos se puede comprobar que el eje sometido a carga de flexión y de torque, el diseño satisface correctamente los requerimientos.

### 6.6.3. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS.

Para realizar la selección de estos rodamientos se toma en cuenta la reacción que se tiene en el punto A.

PUNTO A:  $R_A = 489.64N$

El rodamiento debe soportar una carga  $P = 489.64N$  y un diámetro de 40mm, con  $n=220\text{rpm}$  y  $L_{10} = 30000\text{ h}$

Entonces:

6.23

$$\frac{C}{P} = 7.31 \quad (\text{Anexo 3})$$

$$C = 7.31 \times P$$

$$C = 3579.26N$$

Del catálogo SKF se selecciona un rodamiento rígido de bolas de la serie 61806. (Anexo 3), del cual se obtiene los siguientes datos:

$$D = 52\text{mm}; B = 7\text{mm}; C = 4160N; C_o = 3350N.$$

Comprobación a carga estática  $P_o$

6.24

$$P_o = 489.64N$$

$$f_s = \frac{C_o}{P_o}$$

6.25

$$C_o = 1,25 * 489.64N$$

$$C_o = 612.05N$$

$$C_{req} < C_o$$

$$612.05N < 3350N$$

### 6.6.4. DISEÑO DE LA CHAVETA.

**Por cizallamiento de la chaveta:**

**Material: AISI 1018 CD**

$$S_y = 54 \text{ KPsi} = 372331824.7 \text{ Pa}$$

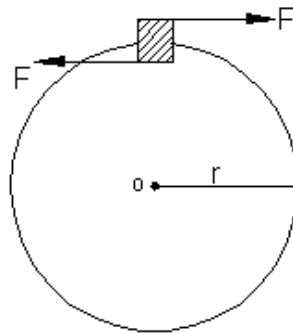
$$b = 10 \text{ mm}$$

$$h = 4 \text{ mm}$$

$$t_2 = h/2 = 2 \text{ mm}$$

$$L_c = 200 \text{ mm}$$

$$L_a = 200 \text{ mm}$$



**Figura 22:** Esquema de chaveta.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

$$F = \frac{2 \times T}{d} \quad 6.26$$

$$F = \frac{2 \times 48.66}{0.04}$$

$$F = 2433 \text{ N}$$

$$S_{sy} = 0.557 \times S_y \quad 6.27$$

$$S_{sy} = 207.38 \text{ MPa}$$

**Factor de seguridad:**

$$n = \frac{0.5 \times S_y \times b \times L_c}{F} \quad 6.28$$
$$n = \frac{0.5 \times 372331824.7 \times 0.01 \times 0.2}{2433}$$

$$n = 153.03$$

**Por aplastamiento de una cara del chavetero del eje.**

**Factor de Seguridad:**

$$n = \frac{S_y \times t_2 \times L_a}{F} \quad 6.29$$
$$n = \frac{372331824.7 \times 0.002 \times 0.2}{2433}$$

$$n = 61.21$$

### **6.6.5. DISEÑO DEL TORNILLO SINFIN**

#### **DIMENSIONES GENERALES DEL TORNILLO SINFIN.**



**Figura 23:** Presentación del tornillo sinfín.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

**Largo:** L = 350mm

**Diámetro:**  $dm = 30 \text{ mm}$

**Paso axial**  $p$

$$p = \frac{1}{h_{pp}} \quad 6.27$$

De tablas **hpp** (hilos por pulgada) con el diámetro (dm) se concluye:

$Dm = 30\text{mm} \longrightarrow h_{pp} = 4$

$$p = \frac{1}{4}$$

$$p = 0.25$$

**Avance**  $l$

$$l = N \times p \quad 6.28$$

De donde:

**Número de entradas**  $N = 1$

$$l = 1 \times 0.25$$

$$l = 0.25$$

**Angulo de avance**  $\lambda$

$$tg\lambda = \frac{N \times p}{\pi \times Dm} \quad 6.29$$

$$tg\lambda = \frac{1 \times 0.25}{\pi \times 1.5}$$

$$tg\lambda = 0.053$$

$$\lambda = 3.03^\circ$$

Angulo de presión  $\varphi_n = 14.5^\circ$

**ANALISIS DE ESFUERZOS COMO TORNILLO DE POTENCIA.**

$$dm = d - \frac{p}{2} \quad 6.30$$

$$dm = 1.18 - \left(\frac{0.25}{2}\right)$$

$$dm = 1.056plg$$

$$dm = 30mm$$

El momento de torsión necesario para levantar la carga se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$T = \frac{Fdm}{2} \left( \frac{l + \pi f dm}{\pi dm - fl} \right) + \frac{Ffdc}{2} \quad 6.31$$

**Donde:**

*f* = coeficiente de fricción .

*dc* = diametro de contacto de collarin

*dm* = diametro medio

***f* = 0.15 anexo**

$$dc = 2.5plg = 63.5 mm$$

$$T = \frac{418 \times 30}{2} \left( \frac{0.635 + \pi 0.15 \times 30}{\pi 30 - 0.15 \times 0.635} \right) + \frac{686.7 \times 0.15 \times 63.5}{2}$$

$$T = (597.82 + 1990.73) Nmm$$

$$\mathbf{T = 6.58Nm}$$

### **ANALISIS DE ESFUERZOS.**

Realizamos el análisis como una barra sometida a tracción.

Esfuerzo al que está sometido el mecanismo.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad 6.31$$

$$A = \pi \times r^2$$

$$A = \pi \times 0.01905^2$$

$$A = 1.14 \times 10^{-3}$$

6.32

6.33

$$F = W$$

$$F = 18\text{Kg} * 9.81\text{m/s}^2$$

$$F = 176.58\text{N}$$

$$\sigma = \frac{176.58\text{N}}{1.14 \times 10^{-3}\text{m}^2}$$

$$\sigma = 154894.73\text{Pa}$$

$$\mathbf{\sigma = 154.89KPa}$$

### **ANÁLISIS POR FATIGA POR CARGA ESTÁTICA.**

$$Se = ka \times kb \times kc \times kd \times ke \times Se'$$

$$Se' = 0.504 \times Sut$$

$$Se' = 0.504 \times 393MPa$$

$$Se' = 198MPa$$

$$ka = 0.9 \text{ (Tabla 1)}$$

$$kb = 0.869d^{-0.097}$$

$$kb = 1.01$$

$Kc = 0.89$  por una confiabilidad de 90%

$$kd = 1$$

$$ke = 1$$

$$Se = 0.9 \times 1.01 \times 0.89 \times 1 \times 1 \times 198$$

$$Se = 158.6MPa$$

## **SELECCIÓN DEL MATERIAL.**

Para este mecanismo sabiendo que va a estar sometido a un esfuerzo de 154.89KPa

**Seleccionamos un acero AISI 1018.**

Cuyas propiedades son:

Sut: 393 MPa

Sy: 296 MPa

### **6.6.6. SELECCIÓN DEL MOTOR ENHEBRADOR.**

Datos:

T = 6.58 N.m

n = 180 rpm.

$$Po = \frac{T \times n}{9549.3}$$



$$P_o = \frac{6.58 \times 180}{9549.3}$$

$$P_o = 0.12kw$$

Para determinar la potencia total requerida se divide para el rendimiento que el mismo tendrá.

$$P_T = \frac{P_o}{n}$$

Considerando una eficiencia nominal de 90% para motores eléctricos se obtiene la potencia necesaria.

$P_T = 0.13kw \longrightarrow$  Se selecciona un motor de 0.36Kw

### **6.6.7. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.**

#### **Material.**

Tubo cuadrado de 2 pulgadas.

Acero estructural ASTM A36 (IPAC.)

Módulo elástico = 207 GPa

Coefficiente de Poisson = 0.28

Límite de tracción = 400 MPa

Límite elástico = 250 MPa

#### **Cargas.**

Para el diseño de la estructura es importante conocer que es un elemento que tiene que soportar cargas de peso, y torque de los motores.

Pesos:

Tablero eléctrico = 11.11kg

Peso motor = 8 kg

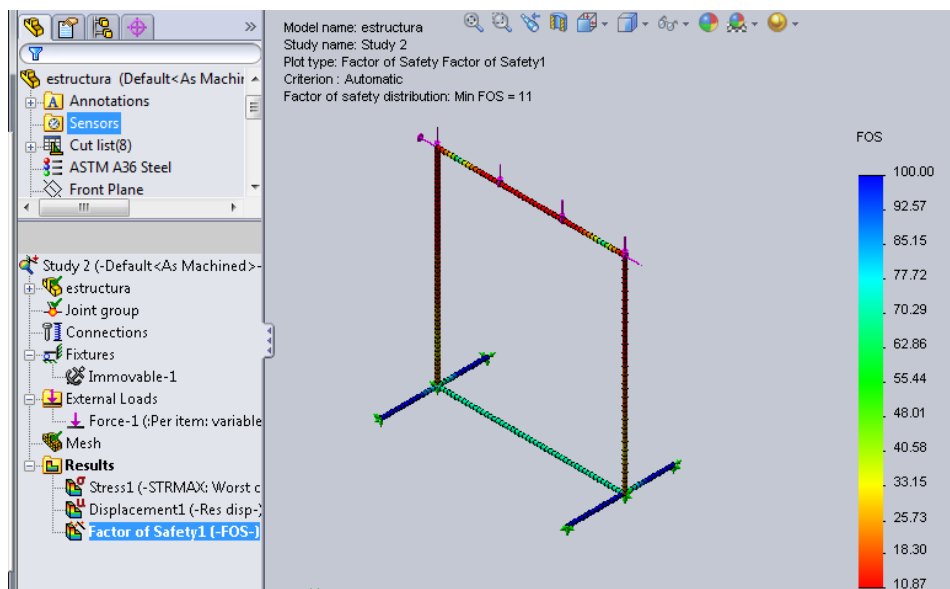
Peso de elementos de máquina = 9kg

Peso de rollo de manguera = 418 N

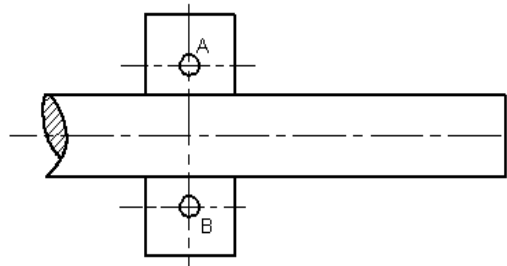
Peso Total = 673.75N

Torque:

Torque Total = 48.66 N.m



### 6.6.8. SELECCIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE



**Figura 24:** Esquema de los pernos de anclaje.

Fuente, Autor: Adriana Salazar

Tomamos en cuenta la mayor carga.

$$RA = 489.64N$$

Sujetos a un perfil de l=2 pulgadas A-31, anexo 5 se determina el

Espesor de la tuerca 10.8

**Longitud de agarre:** los datos encontrados se realiza en base a un perno M12.

$$L = 5,08 + 10,8 = 15.88 \text{ mm} \quad 6.35$$

Se obtiene un perno fraccionario es L=20m

Longitud de la rosca de tornillo se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$L_T = \{2d + 6\}; \quad L \leq 125 \quad 6.36$$

$$L_T = 30mm$$

$$\text{Longitud no roscada } l_d = L - L_T \quad 6.37$$

$$l_d = 50mm$$

$$\text{Longitud roscada en el agarre: } l_t = l - l_d \quad 6.38$$

$$l_t = 0,8mm$$

Se tiene el área transversal  $A_t = 84,3mm^2$

$$\text{Área del diámetro mayor es: } A_d = \pi * d^2 / 4 = 113,09mm^2 \quad 6.39$$

Rigidez del perno es:

$$k_b = \frac{A_d A_t E}{A_d l_t + A_t l_d} \quad 6.40$$

$$k_b = \frac{113,09 * 84,3 * 4740,07}{113,09 * 0,8 + 84,3 * 50}$$

$$k_b = 10495,8 \text{ N/mm}$$

Para acero se usa un  $E=20000 \text{ N/mm}^2$  la rigidez de los elementos es:

$$k_m = \frac{0,5774 * \pi E d}{2 \ln \left( 5 \frac{0,5774 l + 0,5 d}{0,5774 l + 2,5 d} \right)} \quad 6.41$$

$$k_m = 19950,3 \text{ N/mm}$$

Constante de rigidez:

6.42

$$C = \frac{k_b}{k_b + k_m}$$

$$C = 0,344$$

Precarga recomendada  $S_p = 225MPa$

$$F_i = 0,75 * A_t * S_p \quad 6.43$$

$$F_i = 14,22kN$$

Se evalúa el factor de seguridad se utilizara dos pernos para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$n = \frac{S_p A_t - F_i}{C * (P/N)} \quad 6.44$$

$$n = 6,86$$

## **6.7 METODOLOGÍA Y MODELO OPERATIVO.**

### **6.7.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN.**

#### **1. PLC DL 06**

Los PLCs DL06 son productos con una gran versatilidad en un tamaño compacto, pues ofrece la cualidad de expansión de módulos tanto de entradas y salidas discretas y análogas, contadores de alta velocidad, matemática de punto flotante, controladores PID, programación de secuenciador de tambor, varias opciones de comunicación seriales y con Ethernet y un visor LCD opcional.



**Figura 25:** PLC DL06. Fuente, Manual del PLC DL06, 2<sup>da</sup> Edición.

### **Características.**

Posee puertos de comunicación seriales que pueden ser usados para programación, para interfaces de operador para redes.

Las unidades con entradas de corriente continua tienen características de alta velocidad en cuatro puntos de entrada.

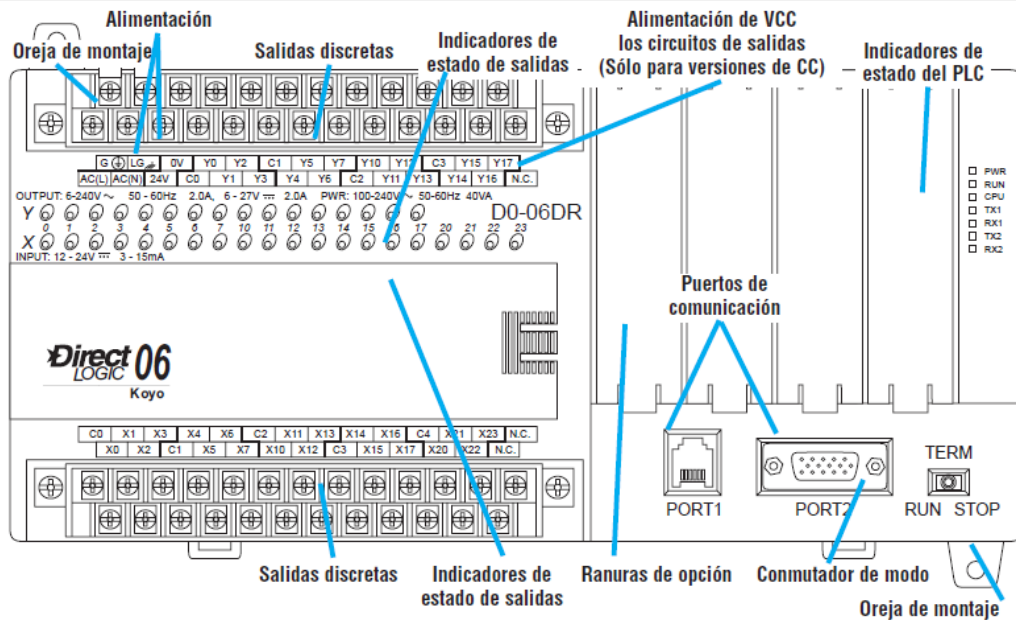
Las unidades con salidas de corriente continua tienen pulsos de salidas de alta velocidad en diferentes formatos en el primero y segundo punto de salida. <sup>19</sup>

### **Panel frontal del PLC DL06**

La mayoría de las conexiones, indicadores y etiquetas en el PLC DL06 están situados en su panel frontal. Los puertos de comunicación están situados en el frente del PLC al igual que las ranuras de tarjeta de opción y el switch selector de modo.

---

<sup>19</sup> Manual del PLC DL06 Volumen1



**Figura 26:** Descripción de un PLC DL06. Fuente, Manual del PLC DL06, 2<sup>da</sup> Edición.

### Características principales del CPU

El PLC DL06 tiene 14,8Kb palabras de memoria, con 7,6K palabras de memoria ladder y 7,6K palabras de memoria V para usuario (registros de datos). El almacenamiento del programa se hace en una memoria Flash, que es una parte de la CPU en el PLC.

### La Memoria RAM.

El PLC DL06 tiene incorporado dos puertos de comunicación, de modo que puede conectarlo fácilmente a un programador portátil, a una interface de operador o a una computadora personal sin necesitar de ningún hardware adicional e incluso puede crear redes seriales para aumentar el número de entradas y salidas.

### Estado del PLC

Los PLCs DL06 tienen indicadores LED en el frente para ayudarle a determinar problemas potenciales con el sistema. En la operación normal, solamente los indicadores

RUN y PWR estarán encendidos. La tabla abajo es una referencia rápida a problemas potenciales.

**Tabla 6: Estado del PLC DL06 (Manual PLC DL06)**

Estado del indicador	Problemas potenciales
PWR (LED verde apagado)	Voltaje del sistema no está correcto La fuente de poder del PLC ha fallado (la que genera 24 y 5 VCC)
RUN (Green LED off)	Error de programación de la CPU (CPU en modo program)
CPU (Red LED on)	Interferencia de ruido electricomagnético La CPU está defectuosa
CPU (Blinking Red LED)	La batería de respaldo tiene bajo voltaje (vea la página 4-8)

### Especificaciones Ambientales.

En la siguiente tabla se muestran las distintas las cualidades de ambiente que se deben mantener para el buen funcionamiento del equipo.

**Tabla 7: Especificaciones Ambientales de Funcionamiento.**

Especificaciones ambientales	
Especificación	Valores aceptables
Temperatura de almacenamiento	-4° F a 158° F (-20° C a 70° C)
Temperatura de operación del ambiente*	32° F a 131° F (0° C a 55° C)
Humedad del ambiente**	5% – 95% Humedad relativa (non-condensing)
Resistencia a vibración	MIL STD 810C, Method 514.2
Resistencia a choques	MIL STD 810C, Method 516.2
Inmunidad al ruido	NEMA (ICS3-304)
Atmósfera	No corrosive gases
Aprobaciones de agencias	UL, CE (C1D2), FCC class A

### Métodos de programación

Hay disponibles dos métodos de programación:

La programación del **diagrama-estilo RLL** es la mejor herramienta para solucionar lógica booleana y manipulación general de la memoria en la CPU.

La programación por etapas (**también llamada RLLPlus**) se basa en diagramas de transiciones de estado. Las etapas dividen el programa en secciones que corresponden a los estados en un organigrama o diagrama de flujo.

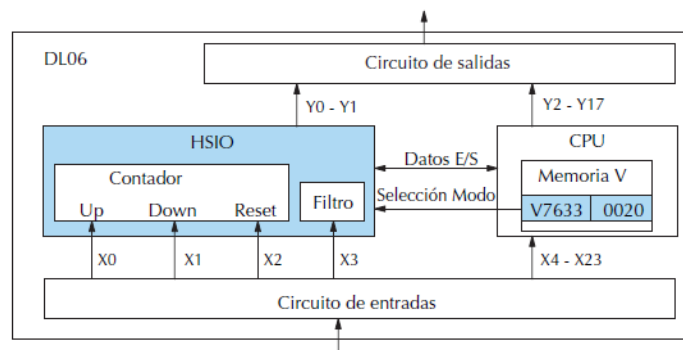
### Funciones Disponibles del PLC para Alta Velocidad.

\*Un contador de alta velocidad 7kHz máximo, con hasta 24 valores prefijados de contador y con una subrutina con un contador incremental, y con vuelta a cero del valor corriente del contador.

\*Entrada de encoder en cuadratura para medir conteo y dirección a favor y en contra de los punteros del reloj (7kHz máximo), contador incremental o decremental con vuelta a cero.

### Contador Incremental Decremental Modo 20.

Para el conteo normal incremental, la entrada X0 es dedicada a la señal de conteo incremental y la entrada X1 es dedicada a la s señal de conteo decremental. La entrada X2 es el comando de vuelta a 0 y es activo cuando X2 se cierra.



**Figura 27:** Diagrama de Bloque Funcional. Fuente, Manual del PLC DL06, 2<sup>da</sup> Edición.

### Señal en cuadratura del encoder.



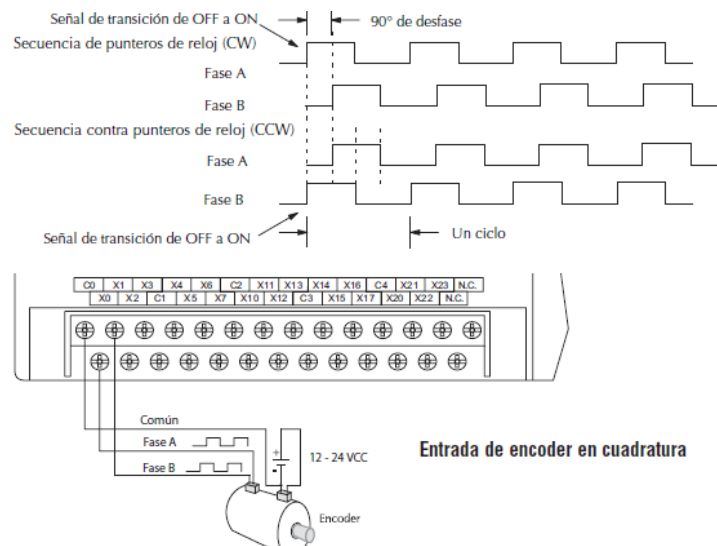
Las señales en cuadratura, contienen la información de posición, dirección y frecuencia lo que representa la velocidad del movimiento. Las fases A y B de un encoder están desfasadas 90° por lo cual su señal en cuadratura.

**Tabla 8: Designación de Entradas del Encoder.**

Entrada	Memoria de configuración	Función	Código hexadecimal
X0	V7634	Conteo incremental	0202 (estandar, absoluto)
			0302 (estandar, incremental)
		Fase A	0002 (cuadratura, absoluto) (valor original)
			0102 (cuadratura, incremental)
			1002 Conteo 4x (cuadratura, absoluto) *
		1102 Conteo 4x(cuadratura, incremental) *	
X1	V7635	Conteo decremental o Fase B	0000
X2	V7636	Reset del contador (sin interrupción)	0007** (valor original) 0207**
		Reset del contador (con interrupción)	0107** 0307**
		Entradas de pulsos	0005
		Entrada filtrada	xx06 (xx = tiempo de filtro, 0 - 99ms (BCD))
X3	V7637	Entradas de pulsos	0005
		Entrada filtrada	xx06 (xx=tiempo de filtro, 0-99ms (BCD) (original))

**Diagrama de cableado.**

Se muestra un diagrama de cableado de conexión de un encoder en un PLC DL06.

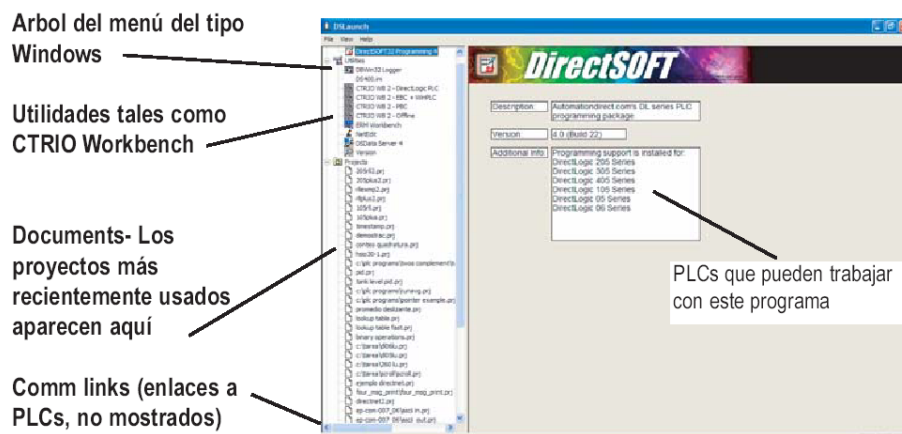


**Figura 28:** Diagrama de Cableado. Fuente, Manual del PLC DL06, 2<sup>da</sup> Edición.

## 2. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DirectSOFT5

El software de programación permite manejar la memoria del PLC, creando archivos de programa y archivos de datos, estos brindan una organización clara del programa a crearse, y son el nexo entre el programador y el programa que se va a implementar.

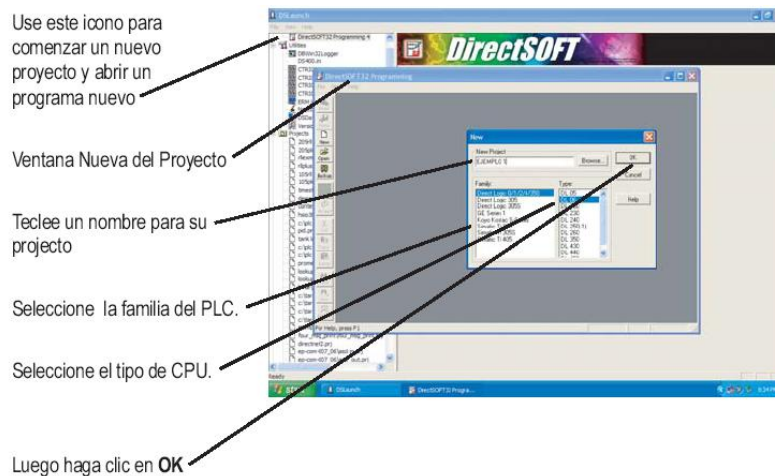
A continuación se detallan algunas características y componentes de este software de programación.



**Figura 29:** Presentación del Software DierectSoft. Fuente DSLaunch)

### Creación de un Proyecto Nuevo.

Una de las ventajas que posee este software es la facilidad de programación que brinda a los programadores, a pesar de que ellos no posean una amplia experiencia en el manejo de este tipo de elementos.



**Figura 30:** Forma de Crear un Nuevo Programa. Fuente DSLaunch

### Identificación de Entradas y Salidas<sup>20</sup>

La letra **X** es siempre usada para indicar entradas discretas y la letra **Y** se utiliza siempre para indicar salidas discretas.

La enumeración de E/S comienza en cero y no incluye los dígitos 8 o 9 ya que la dirección es octal. Las direcciones se asignan típicamente en grupos de 8 o 16, dependiendo del número de puntos en un grupo de E/S. Para el DL06 las veinte entradas utilizan los números de referencia X0 - X23. Los dieciséis puntos de salida utilizan las referencias Y0 - Y17.

### INSTRUCCIONES SET y RESET

La instrucción de salto de etapas JMP es igual a un reset de etapa actual, más una instrucción SET para la etapa a que queremos hacer la transición. Así es cómo trabaja:

- La instrucción de salto coloca en OFF el bit de la etapa en que ocurre.

<sup>20</sup>CAIZA, M Estudio e implementación de una máquina acampanadora para minimizar tiempos de producción en la elaboración de juntas en tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A, Año 2011.

- El estado OFF será vigente en el siguiente barrido, de modo que la etapa que ejecutó la instrucción de salto previamente será inactiva y descartada.
- El bit de etapa llamado en la instrucción de salto JMP se colocará ON inmediatamente, de modo que la etapa se ejecutará en su próxima ocurrencia.

### 3. VARIADOR DE FRECUENCIA EASY DRIVE CFW10

Son elementos destinados al control y la variación de la velocidad de motores eléctricos de inducción trifásicos.

La línea de variadores de frecuencia CFW10 de WEG es el resultado de un notable esfuerzo de desarrollo para proyectar uno de los más compactos y completos microdrives del mercado, donde sus amplias funciones permiten su uso en una gran variedad de aplicaciones.<sup>21</sup>



**Figura 31:** Arrancador CFW10 WEG. Fuente, Manual del convertidor de frecuencia CFW10

#### Características Técnicas<sup>22</sup>

- Alimentación monofásica. Trifásica.

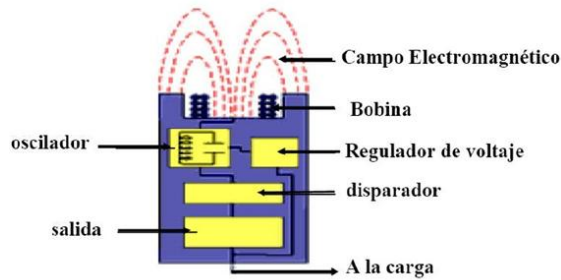
<sup>21</sup> [http://www.fabelec.cl/formato.php?idp=Weg\\_New\\_CFW10](http://www.fabelec.cl/formato.php?idp=Weg_New_CFW10)

<sup>22</sup> Manual del convertidor de frecuencia CFW10

- Tensión de red 200 - 240V.
- Capacidad de sobrecarga de 150% (60 s)
- Salida PWM controlada por DPS de 32 bits (Digital Signal Processor)
- Frecuencia de conmutación ajustable entre 2.5-15 kHz
- 4 entradas digitales programables
- 1 salida programable a relé
- 1 entrada analógica diferencial
- Protecciones:
  - Sobrecorriente
  - Sobrecarga del Motor
  - Cortocircuito Fase-Fase y Fase-Tierra
  - Sobre y Sub-Tensión del link DC y falla externa
- Control:
  - Rampas de aceleración y desaceleración lineal y tipo "S" ajustables independientemente.
  - Selección local/remoto
  - Frenado DC
  - Compensación IxR
  - Compensación de deslizamiento
  - Potenciómetro electrónico
  - máxima y mínima ajustables independientemente
  - Rechazo de frecuencias
- Lecturas en Display :
  - Velocidad del motor
  - Frecuencia
  - Corriente
  - Tensión
  - Ultimos cuatro errores, y
  - Estado del variador

#### 4. SENSOR INDUCTIVO

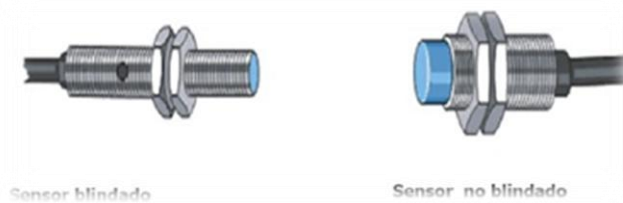
Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos



**Figura 32:** Diagrama de funcionamiento de un sensor. Fuente, Wikipedia.com

#### 5. Característica Técnicas.

Los sensores de proximidad tienen bobinas enrolladas en el núcleo de ferrita. Estas pueden ser blindadas o no blindadas. Los sensores no blindados generalmente tienen una mayor distancia de sensado.



**Figura 33:** Tipos de Sensor Inductivo. Fuente, Wikipedia.com/.

#### 6. ENCODER HOHNER SERIE 10<sup>23</sup>.

Este es un dispositivo de aplicaciones industriales con un exigencia baja.

<sup>23</sup> [www.hohner.es/index.php?lang=en&sec=productos&idcat=7d38aa7cbc26e30c33ddf3ad9f6505c9](http://www.hohner.es/index.php?lang=en&sec=productos&idcat=7d38aa7cbc26e30c33ddf3ad9f6505c9)

Numero de pulsos desde 1 a 10000.

Diámetro externo de 58mm.



**Figura 34:** Encoder Hohner Serie 10. Fuente,  
[www.hohner.es/](http://www.hohner.es/)

## **7. PANTALLA EZ TEXT 220.** <sup>24</sup>

### **Características EZ-220/EZ-220L/EZ-420.**

- Display LCD iluminado, frente NEMA 4, 4X, alimentación 24VCC.
- 2 líneas de 20 caracteres de 5,5mm de altura (modelo EZ-220).
- 4 líneas de 20 caracteres de 4,75mm de altura (modelo EZ-420)
- 5 teclas configurables por el usuario con leds (configurables) + 4 teclas de control ( esc enter ).
- Capacidad para un máximo de 256 mensajes estáticos, dinámicos o interactivos.
- Cada línea puede contener hasta 3 datos, uno de ellos ajustable por teclas de control.
- Un puerto de comunicación RS232/422/485 para programación desde PC y conexión a PLC.

---

<sup>24</sup> Manual del Usuario EZ Text 220



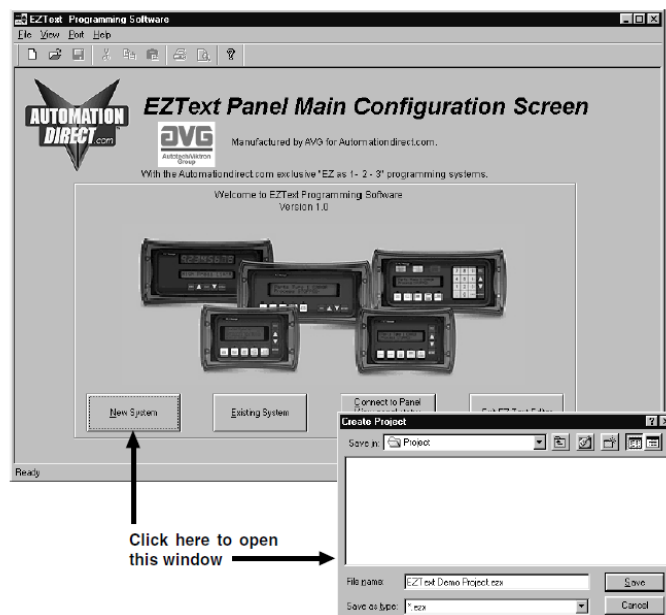
**Figura 35:** Pantalla EzText 220. Fuente, Manual EZ Text 220

### **Proceso para Crear un Nuevo Proyecto.**

Se debe conectar el cable adecuado (puede ser del mismo proveedor) a la computadora.

Conecte una fuente de 24 VCC a los conectores de la pantalla.

En las siguientes graficas se indican los pasos que se deben seguir para iniciar con un nuevo proyecto.

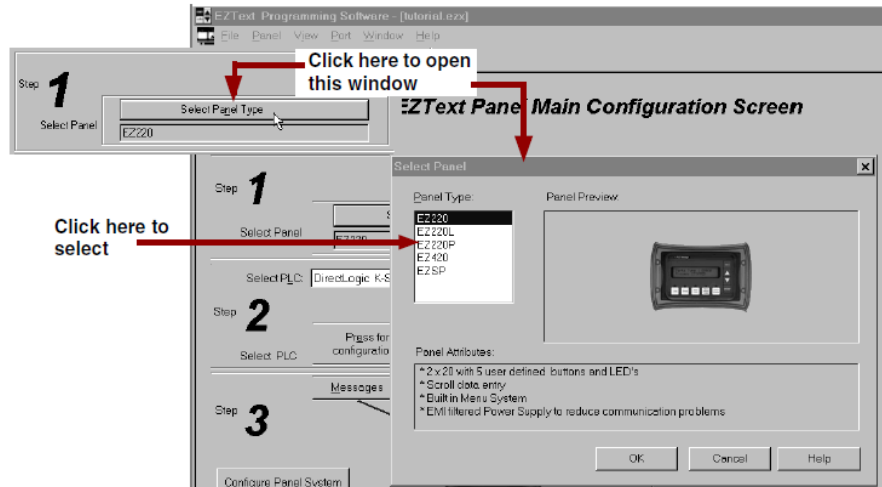


**Figura 36:** Proceso de creación de un nuevo proyecto.

Fuente, Manual EZ Text 220



Seleccione el tipo de panel como se indica en la grafica.



**Figura 37:** Proceso de creación de un nuevo proyecto.

Fuente, Manual EZ Text 220

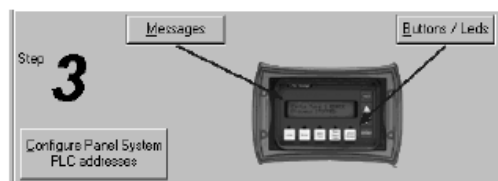
Seleccione el tipo de PLC.



**Figura 38:** Proceso de creación de un nuevo proyecto.

Fuente, Manual EZ Text 220

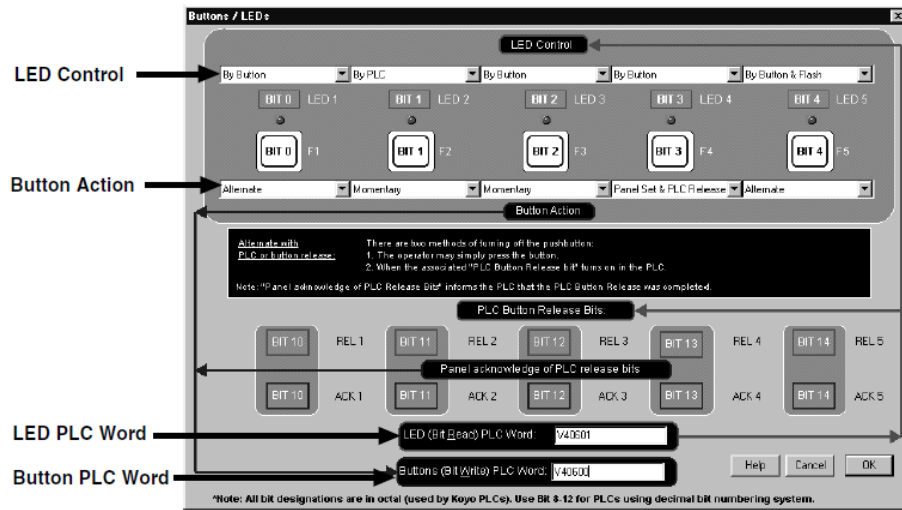
Configure los pulsadores/leds, mensajes y la dirección para el manejo en le PLC.



**Figura 39:** Proceso de creación de un nuevo proyecto.

Fuente, Manual EZ Text 220

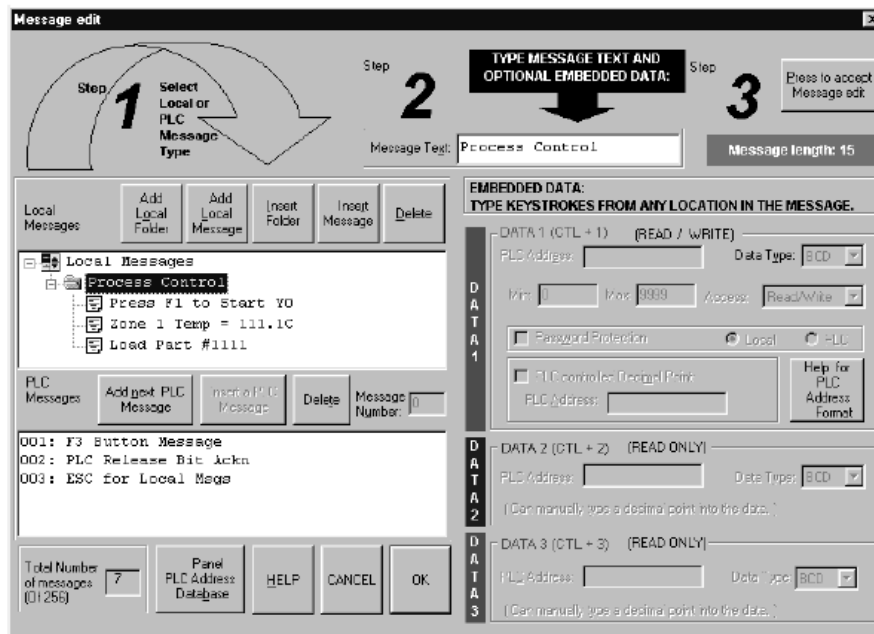
Asigne la forma de acción de cada pulsador o led. Asigne la dirección a los pulsadores y leds. Esta dirección o (bit) es la forma como se registrara en el PLC.



**Figura 40:** Proceso de creación de un nuevo proyecto.

Fuente, Manual EZ Text 220

Configure los mensajes que aparecerán en la pantalla.



**Figura 41:** Proceso de creación de un nuevo proyecto.

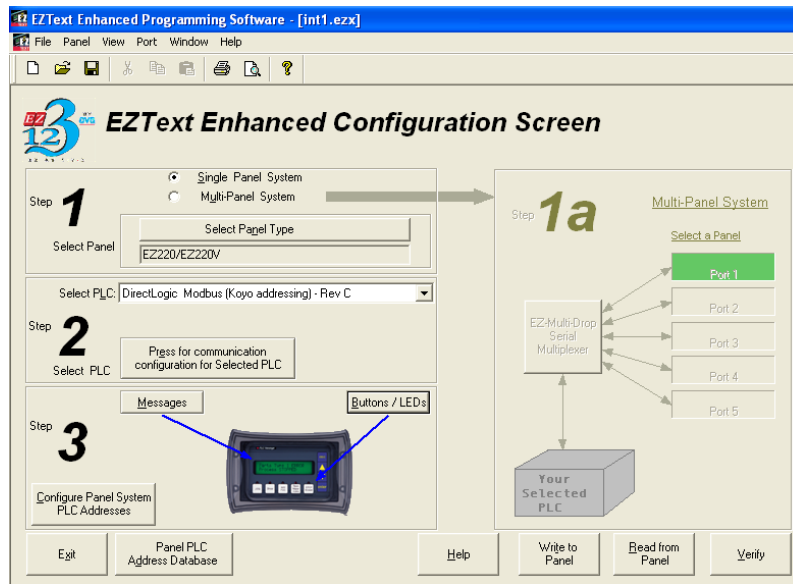
Fuente, Manual EZ Text 220

### **Habilitación de la Pantalla EZ Text 220**

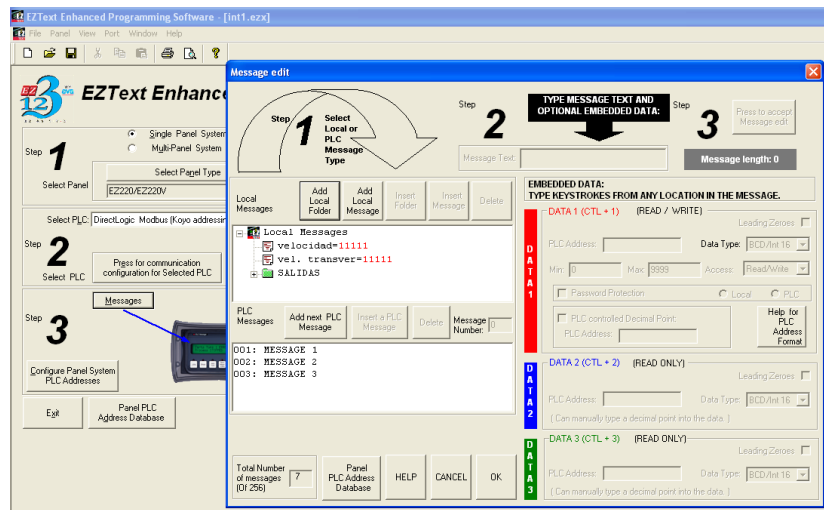
Una de las características principales que ofrece esta pantalla es la facilidad que brinda al usuario para ser programada y adaptada al trabajo que debe desempeñar.

Se utiliza el software EZ Text Enhanced Programing y se modifica solo parámetros puramente necesarios y se agrega datos que sean de utilidad. Como se muestra a continuación se modifican pocos datos como son los bits de entrada de datos y salida de datos, de igual forma los mensajes que aparecen para el usuario.

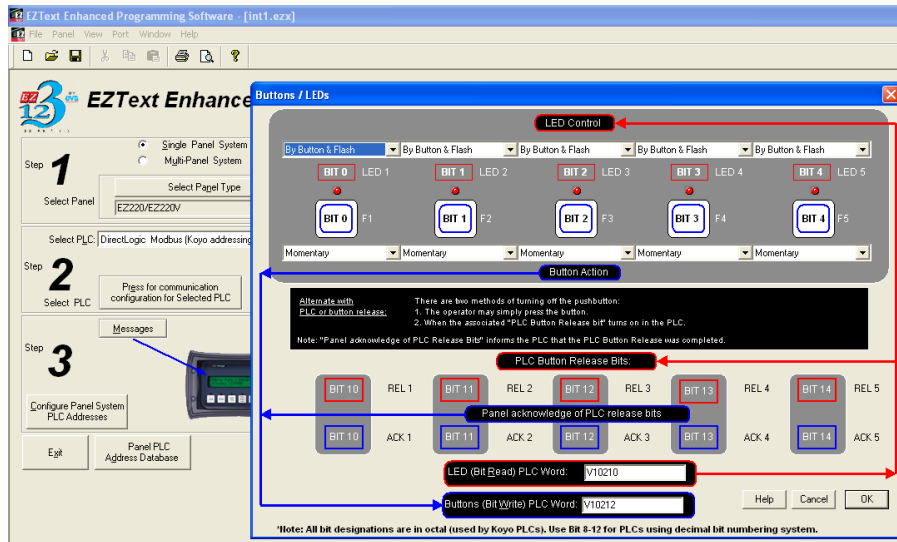
### **1. Pantalla de inicio.**



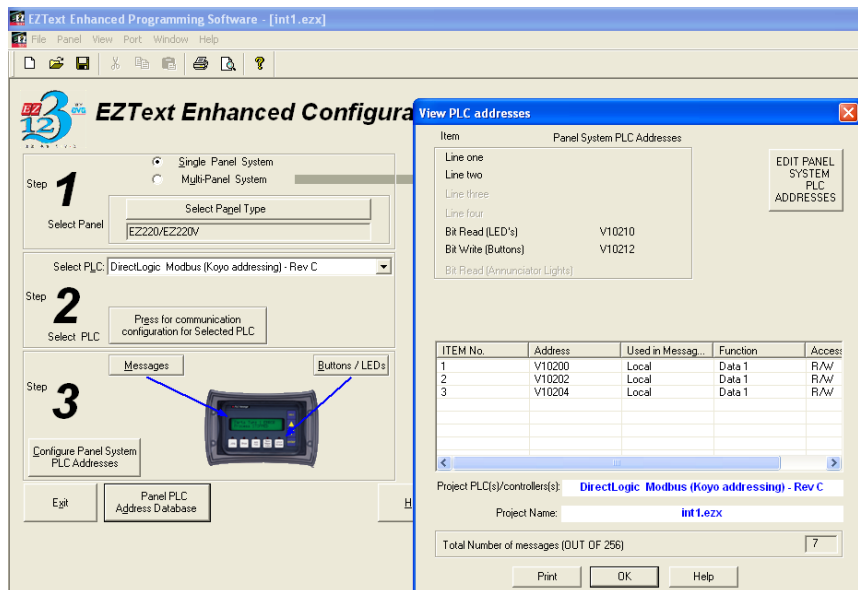
## 2. Pantalla para configurar los mensajes para el usuario



## 3. Pantalla para configurar los botones y leds de la pantalla.



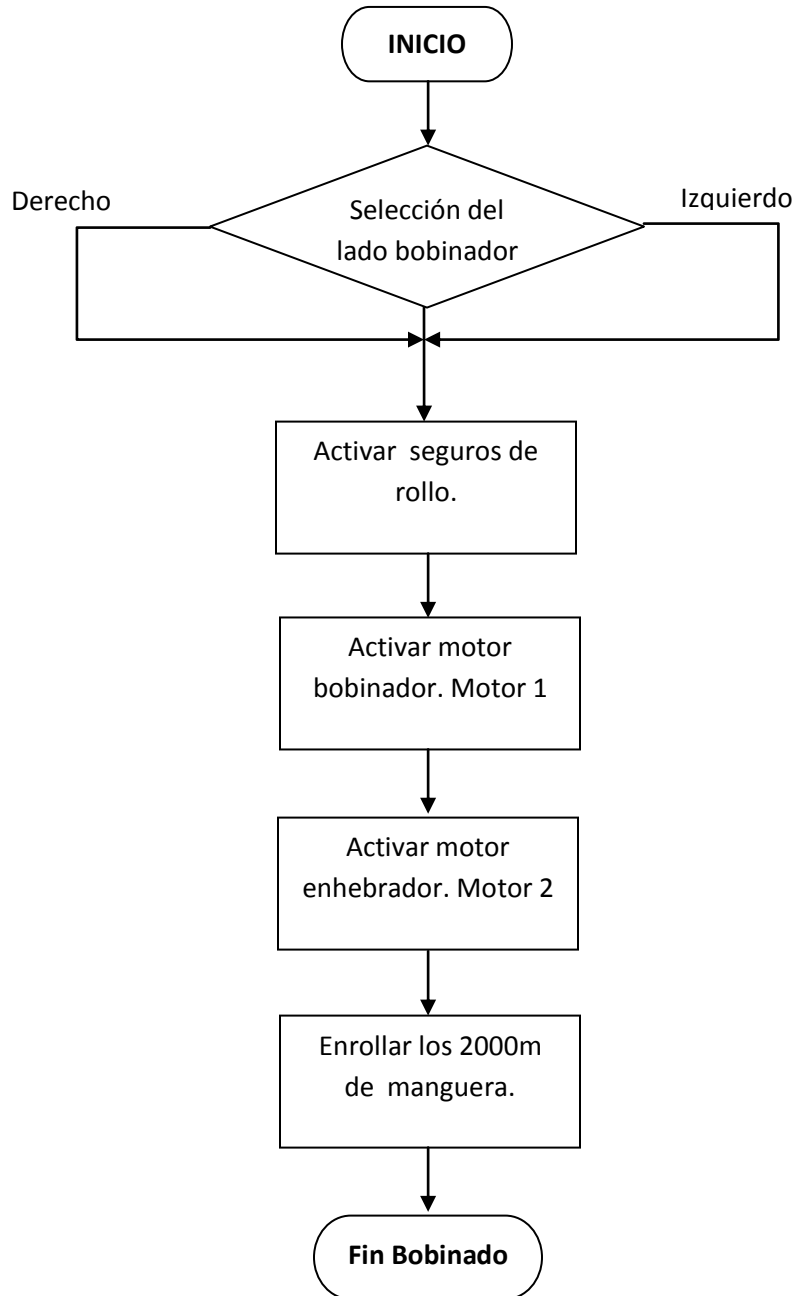
#### 4. Pantalla para determinar los bits de escritura y lectura.



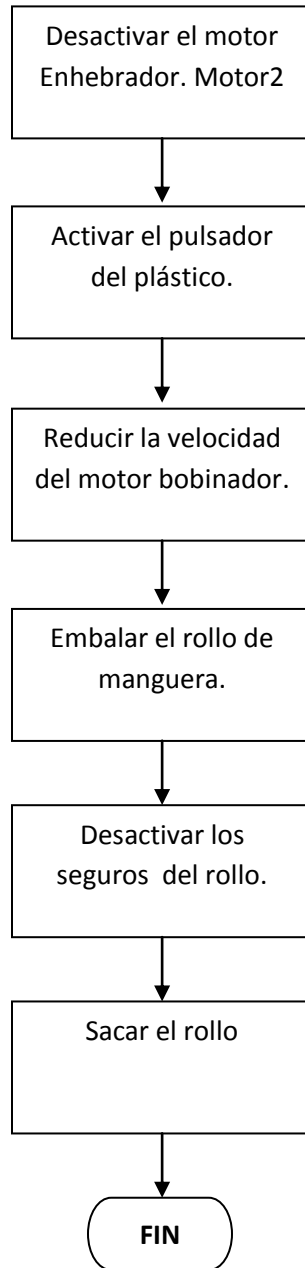
### 6.7.2 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA.

Diagrama de de funcionamiento del programa de control. Anexo 4

Control del Bobinado.



## Control del Embalaje.



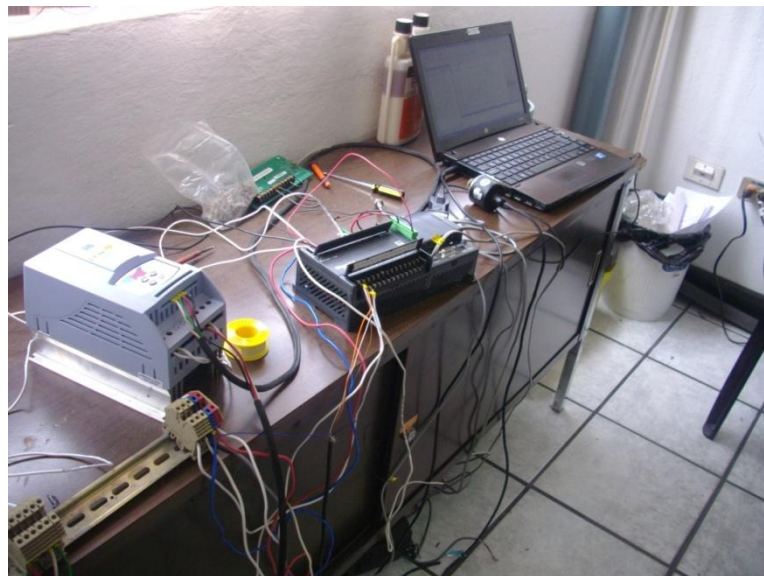
### **6.7.3 IMPLEMENTACIÓN DEL EQUIPO.**

Proceso de construcción del equipo dentro del área de mecánica en la empresa.



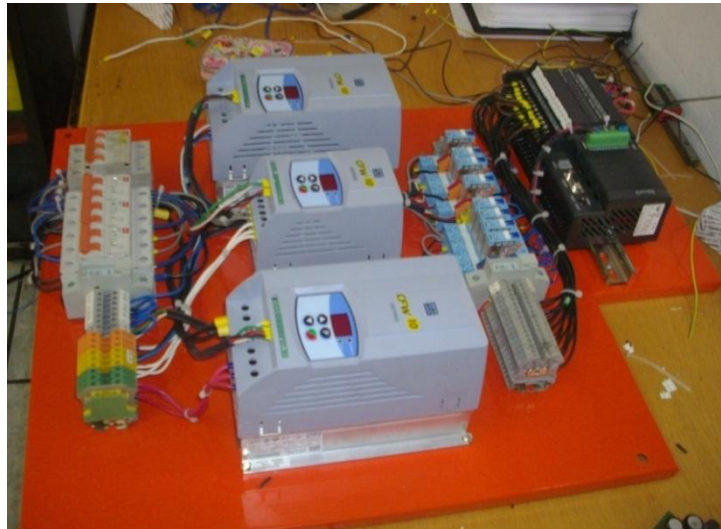
### **Creación del programa de control.**

Habilitación de los equipos de control como arrancadores, encoder con la ayuda de un PLC que se lo programa utilizando un software.





Adecuación de los equipos de control dentro de la caja de mando, conexión de todos los elementos



**Máquina bobinadora semiautomática para riego por goteo.**

**Frente.**



**Posterior**



## **6.8 ADMINISTRACIÓN.**

Proceso de operación del equipo dentro de la planta de producción de la empresa Holviplas S.A debe cumplir los siguientes pasos.

### **Planificación.**

Planificación a cargo del personal de mantenimiento y producción que son los encargados de coordinar, el funcionamiento de los equipos dependiendo de la demanda, y de la disponibilidad de los equipos.

### **Organización.**

El trabajo lo realizan dos obreros en cada turno, trabajando diariamente a dos turnos.

El obrero que entra al turno de trabajo en la sección de bobinado de manguera para riego por goteo debe realizarlo siguiente.

- Seleccionar el lado en el que se va a bobinar.
- Colocar los elementos como carrete y las respectivas etiquetas.
- Asegurar el carrete.
- Ingresar la manguera por el eje guía.
- Asegurar la manguera en el carrete
- Encender la máquina de los pulsadores que están en un costado.
- Seleccionar el lado en el que se va a bobinar manipulando un selector que está en la parte superior de la máquina.
- Terminado el bobinado colocar el plástico sobre el rollo, manipulando un acelerador (pedal).
- Retirar el rollo.

### **Dirección.**

Los encargados de la dirección y adiestramiento para la manipulación está a cargo del jefe de mantenimiento.

### **Control.**

El operario debe controlar:

- Que la dirección de la manguera sea correcta.
- Controlar la velocidad de bobinado de ser necesario cambiarla utilizando la pantalla táctil.
- Controlar el metraje si se desea cambiar el conteo normal, se lo puede hacer manipulando la pantalla táctil.

## **6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Se realiza un estudio de mantenimiento preventivo, para evitar posibles fallas o paras innecesarias de la máquina.

#### **Mantenimiento Mensual:**

Revisión del tablero eléctrico, revisar estado de las conexiones.

Revisión de los dispositivos de control como encoder, y sensores.

Revisión de fusibles, interruptores.

#### **Trimestre se realiza:**

Lubricación y engrase de los rodamientos

Revisión de corrientes del motor.

#### **Semestre se realiza:**

Realizar la limpieza de la máquina.

#### **Anual se realiza:**

Chequeo de rodamientos

Cambio de rodamientos dependiendo del estado de estos

Inspección de la máquina y motores.

## **1. BIBLIOGRAFÍA.**

**CAIZA, M** Estudio e implementación de una máquina acampanadora para minimizar tiempos de producción en la elaboración de juntas en tubería PVC de la empresa HOLVIPLAS S.A, 2011, Ambato – Ecuador.

**HIBBELER, R** **Ingeniería Mecánica, Dinámica.** Ed. Pearson, México, Decima Edición.

Manual del Usuario EZ Text 220

Manual del PLC DL06, 2<sup>da</sup> Edición.

Manual del convertidor de frecuencia Serie CFW10

**MARTIN, M.** **Manual de Mecánica Industrial.** Ed. Cultural S.A, España

**NARANJO, G.** **Tutoría de la investigación científica.** 1<sup>a</sup> ed. Empredare Gráficas Cía. Ltda. Quito, 2008.

**NORTON, R.** **Diseño de Maquinaria.** Ed. Mc Graw Hill, Segunda Edición, México, 2000.

**SMITH, W.** **Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales.**

## **PÁGINAS WEB**

[1]<http://www.rregar.com/>

[2] <http://www.isrario.com.ec/quienessomos.htm>

[3] [http://www.grupomaser.com/PAG\\_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm](http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm)

[6] [http://es.wikipedia.org/wiki/Riego\\_por\\_goteo](http://es.wikipedia.org/wiki/Riego_por_goteo)

[7] <http://www.inia.gob.pe/eventos/evento020/triptico.htm>

[9] [www.inta.gov.ar/sanjuan/info/documentos/recnat/ARTICULO%20RIEGO%20PRESURIZADO](http://www.inta.gov.ar/sanjuan/info/documentos/recnat/ARTICULO%20RIEGO%20PRESURIZADO).

[11] <http://es.wikipedia.org/wiki/Manguera>

[12] <http://www.gates.com.mx/seccion04.asp?subseccion=23>

[13] layflat- Mangueras-Planas.pdf

[14] **SMITH, R**      **The Art of Winding Good Rolls**, paper, film & foil converter

[15] <http://www.tiggres.com/herramientas/comercio-exterior/el-proceso-de-embalaje.html>

[17] [patentados.com/invento/dispositivo-enrollar-desenrollar-mangueras](http://patentados.com/invento/dispositivo-enrollar-desenrollar-mangueras)

[18] Manual del PLC DL06 Volumen1

[20] [http://www.fabelec.cl/formato.php?idp=Weg\\_New\\_CFW10](http://www.fabelec.cl/formato.php?idp=Weg_New_CFW10)

[21] Manual del convertidor de frecuencia CFW10

[22] [www.hohner.es/index.php?lang=en&sec=productos&idcat=7d38aa7c  
bc26e30c33ddf3ad](http://www.hohner.es/index.php?lang=en&sec=productos&idcat=7d38aa7cbc26e30c33ddf3ad)

[23] Manual del Usuario EZ Text 220

[24] [http://www.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=inflacion](http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion)

<http://www.maquinariapro.com/materiales/embalajes.html>

[http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-26479944-mangueras-para-riego-agricola-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-26479944-mangueras-para-riego-agricola-_JM)

## **2. ANEXOS.**

## Anexo 1 Eficiencia de motores eléctricos.

Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima
99,0	98,8
96,9	98,7
98,8	98,6
98,7	98,5
98,6	98,4
98,5	98,2
98,4	98,0
98,2	97,8
98,0	97,6
97,8	97,4

## Anexo 2. Acero de transmisión (catalogo aceros Bohler.)

### BÖHLER E 920 TRANSMISIÓN



Tipo de aleación: C 0.18 Si 0.25 Mn 0.70 %

Color de Identificación: Naranja  
Estado de suministro: Trefilado h 11

AISI: 1018
DIN: —
No. Mat. —

#### PROPIEDADES:

Acero para cementación no aleado para piezas pequeñas exigidas principalmente al desgaste, donde la tenacidad del núcleo no sea importante. Buena soldabilidad.

#### EMPLEO:

Para la construcción de levas uniones, bujes, pines, pivotes, partes prensadas o troqueladas, pernos grado 2, ejes de transmisión con baja exigencia la torque.

#### TRATAMIENTO TÉRMICO:

Forjado:	1060 – 850 °C
Recocido:	650 – 700 °C
enfriamiento lento en el horno	
Normalizado:	890 – 920 °C
Cementación:	880 – 950 °C
Temple:	770 – 800 °C
enfriamiento arc agua.	
Dureza obtenible:	
En el núcleo:	20 – 25 HRC
En la capa cementada	55 – 58 HRC
Revenido:	150 – 200 °C



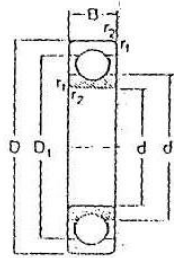
### Anexo 3. Selección de rodamientos. (C/P)

Tabla 2 Rodamientos de bolas - valores C/P para diferentes direcciones  $L_{10h}$ , expresadas en horas de funcionamiento, a diferentes velocidades  $n$  (r/min)

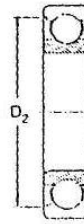
$L_{10h}$	C/P cuando $n =$													
	10	18	25	40	63	100	125	160	200	250	320	400	500	630
100	-	-	-	-	-	-	-	-	1,06	1,15	1,24	1,34	1,45	1,56
500	-	-	-	1,06	1,24	1,45	1,56	1,60	1,82	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67
1 000	-	-	1,15	1,34	1,56	1,82	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36
1 250	-	1,06	1,24	1,45	1,68	1,96	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63
1 600	-	1,15	1,34	1,56	1,82	2,12	2,29	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91
2 000	1,06	1,24	1,45	1,68	1,96	2,20	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23
2 500	1,15	1,34	1,56	1,82	2,12	2,47	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56
3 200	1,24	1,45	1,68	1,96	2,29	2,67	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93
4 000	1,34	1,56	1,82	2,12	2,47	2,88	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32
5 000	1,45	1,68	1,96	2,29	2,67	3,11	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75
6 300	1,56	1,82	2,12	2,47	2,88	3,36	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20
8 000	1,68	1,96	2,29	2,67	3,11	3,63	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70
10 000	1,82	2,12	2,47	2,88	3,36	3,91	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23
12 500	1,96	2,29	2,67	3,11	3,63	4,23	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81
16 000	2,12	2,47	2,88	3,36	3,91	4,56	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43
20 000	2,29	2,67	3,11	3,63	4,23	4,93	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11
25 000	2,47	2,88	3,36	3,91	4,56	5,32	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83
32 000	2,67	3,11	3,63	4,23	4,93	5,75	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6
40 000	2,88	3,36	3,91	4,56	5,32	6,20	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5
50 000	3,11	3,63	4,23	4,93	5,75	6,70	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4
63 000	3,36	3,91	4,56	5,32	6,20	7,23	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4
80 000	3,63	4,23	4,93	5,75	6,70	7,81	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5
100 000	3,91	4,56	5,32	6,20	7,23	8,43	9,11	9,83	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,7
200 000	4,93	5,75	6,70	7,81	9,11	10,6	11,5	12,4	13,4	14,5	15,6	16,8	18,2	19,7

## Anexo 4. Selección de rodamientos catálogo SKF.

Rodamientos tipo 6000  
d 17-40 mm



Borde sin ranuras



Borde con ranuras

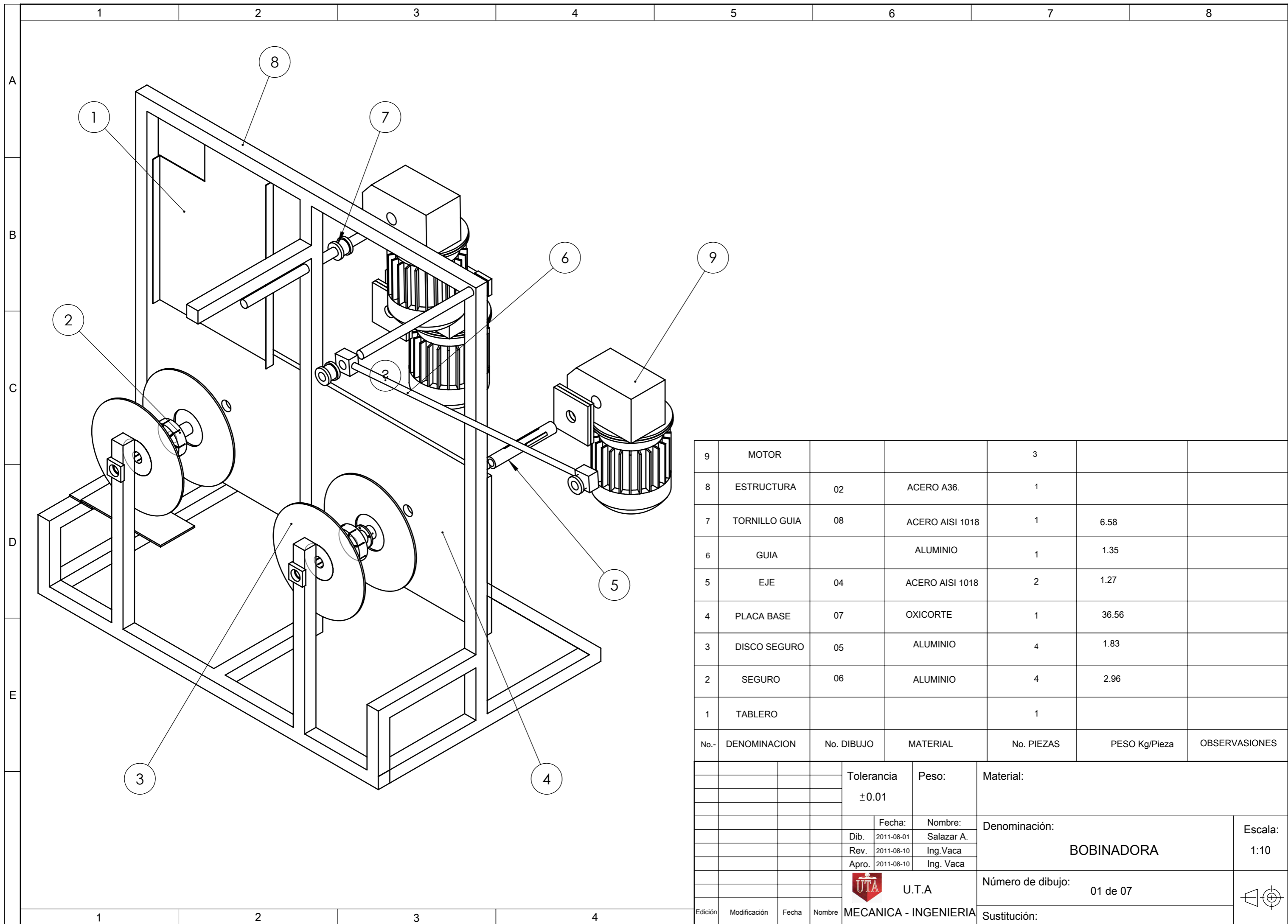
Dimensiones principales			Capacidad de carga		Límite de velocidad		Masa	Designación
d	D	B	dinám. C	estát. C <sub>0</sub>	con grasa	con aceite	kg	
mm			N		r/min			
17	25	5	1 600	930	24 000	30 000	0,0012	61003
	35	8	6 050	2 000	19 000	24 000	0,032	16003
	35	10	6 050	2 800	19 000	24 000	0,039	6003
	40	12	9 560	4 500	17 000	20 000	0,065	6203
	47	14	13 500	6 550	16 000	19 000	0,12	6303
	62	17	22 900	11 800	12 000	15 000	0,27	6403
20	32	7	2 650	1 400	19 000	24 000	0,018	61004
	42	8	7 020	3 400	17 000	20 000	0,050	16004
	42	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,069	6004
	47	14	12 700	6 200	15 000	18 000	0,11	6204
	52	15	15 900	7 800	13 000	16 000	0,14	6304
	72	19	30 700	16 800	10 000	13 000	0,40	6404
25	37	7	3 120	1 950	17 000	20 000	0,022	61005
	47	8	7 810	4 000	14 000	17 000	0,060	16005
	47	12	11 200	5 600	15 000	18 000	0,080	6005
	52	15	14 600	8 950	12 000	15 000	0,13	6205
	62	17	22 500	11 400	11 000	14 000	0,23	6305
	80	21	35 800	19 600	9 000	11 000	0,53	6405
30	42	7	3 120	2 000	15 000	18 000	0,025	61006
	55	9	11 200	5 850	12 000	15 000	0,085	16006
	55	13	13 300	6 000	12 000	15 000	0,12	6006
	62	16	19 500	10 000	10 000	13 000	0,20	6206
	72	19	28 100	14 600	9 000	11 000	0,35	6306
	90	23	43 600	24 000	8 500	10 000	0,74	6406
35	47	7	4 030	3 000	13 000	16 000	0,030	61007
	62	9	12 400	6 950	10 000	13 000	0,11	16007
	62	14	15 900	8 500	10 000	13 000	0,16	6007
	72	17	25 500	13 700	9 000	11 000	0,29	6207
	80	21	33 200	18 000	8 500	10 000	0,46	6307
	100	25	55 300	31 000	7 000	8 500	0,95	6407
40	52	7	4 160	3 350	11 000	14 000	0,034	61008
	68	9	13 300	7 800	9 500	12 000	0,13	16008
	68	15	16 800	9 300	9 500	12 000	0,19	6008
	80	18	20 700	16 600	8 500	10 000	0,37	6208
	90	23	41 000	22 400	7 500	9 000	0,63	6308
	110	27	63 700	36 500	6 700	8 000	1,25	6408

**Anexo 5.** Diseño de pernos de anclaje de los motores.

**Table A-31**  
Dimensions of  
Hexagonal Nuts

Nominal Size, in	Width W	Height H		
		Regular Hexagonal	Thick or Slotted	JAM
$\frac{1}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{5}{32}$
$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{17}{64}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{3}{16}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{21}{64}$	$\frac{13}{32}$	$\frac{7}{32}$
$\frac{7}{16}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{29}{64}$	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{16}$
$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{31}{64}$	$\frac{39}{64}$	$\frac{5}{16}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{35}{64}$	$\frac{23}{32}$	$\frac{3}{8}$
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{41}{64}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{27}{64}$
$\frac{7}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{29}{32}$	$\frac{31}{64}$
1	$1\frac{1}{2}$	$\frac{55}{64}$	1	$\frac{35}{64}$
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{11}{16}$	$\frac{31}{32}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{39}{64}$
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{23}{32}$
$1\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{16}$	$1\frac{11}{64}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{25}{32}$
$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{9}{32}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{27}{32}$

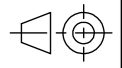
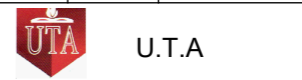
Nominal Size, mm				
M5	8	4.7	5.1	2.7
M6	10	5.2	5.7	3.2
M8	13	6.8	7.5	4.0
M10	16	8.4	9.3	5.0
M12	18	10.8	12.0	6.0
M14	21	12.8	14.1	7.0
M16	24	14.8	16.4	8.0
M20	30	18.0	20.3	10.0
M24	36	21.5	23.9	12.0
M30	46	25.6	28.6	15.0
M36	55	31.0	34.7	18.0

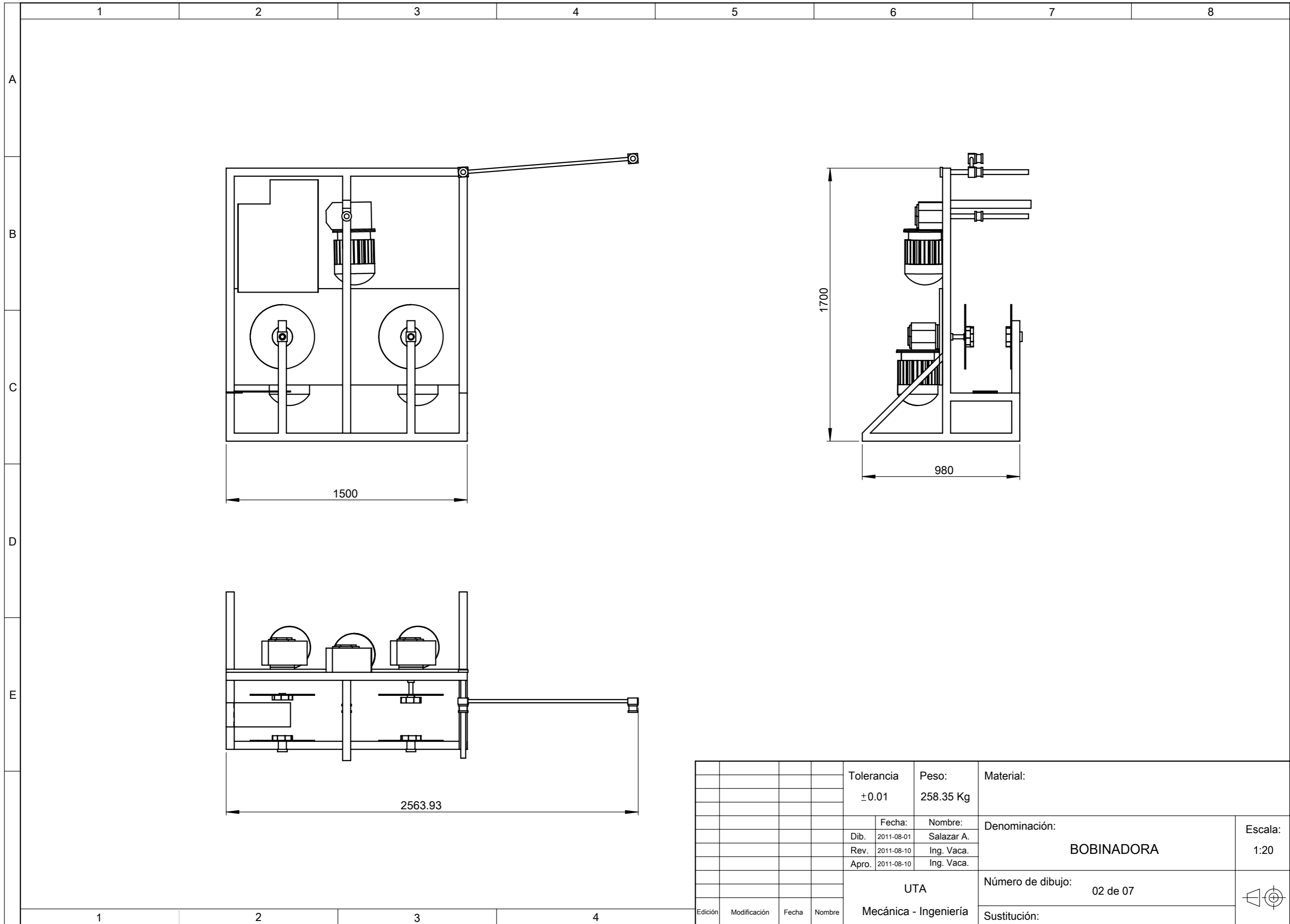



No.-	DENOMINACION	No. DIBUJO	MATERIAL	No. PIEZAS	PESO Kg/Pieza	OBSERVACIONES
9	MOTOR			3		
8	ESTRUCTURA	02	ACERO A36.	1		
7	TORNILLO GUIA	08	ACERO AISI 1018	1	6.58	
6	GUIA		ALUMINIO	1	1.35	
5	EJE	04	ACERO AISI 1018	2	1.27	
4	PLACA BASE	07	OXICORTE	1	36.56	
3	DISCO SEGURO	05	ALUMINIO	4	1.83	
2	SEGURO	06	ALUMINIO	4	2.96	
1	TABLERO			1		

Tolerancia		Peso:		Material:		
±0.01						
Fecha:		Nombre:		Denominación:		
Dib. 2011-08-01		Salazar A.				
Rev. 2011-08-10		Ing. Vaca				
Apro. 2011-08-10		Ing. Vaca		Número de dibujo: 01 de 07		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	MECANICA - INGENIERIA		Sustitución:

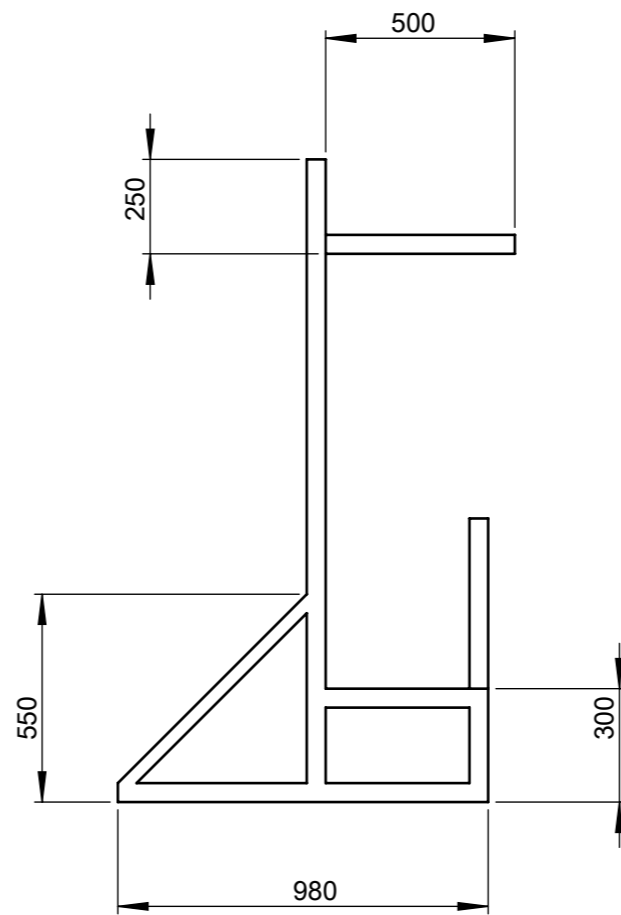
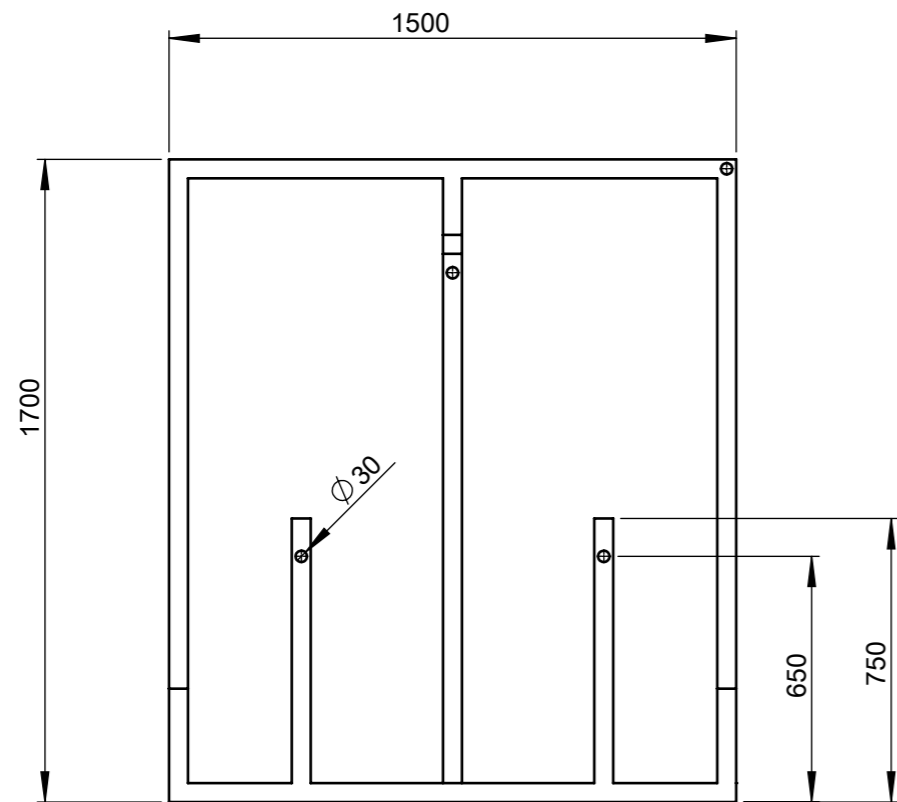
BOBINADORA  
Escala: 1:10





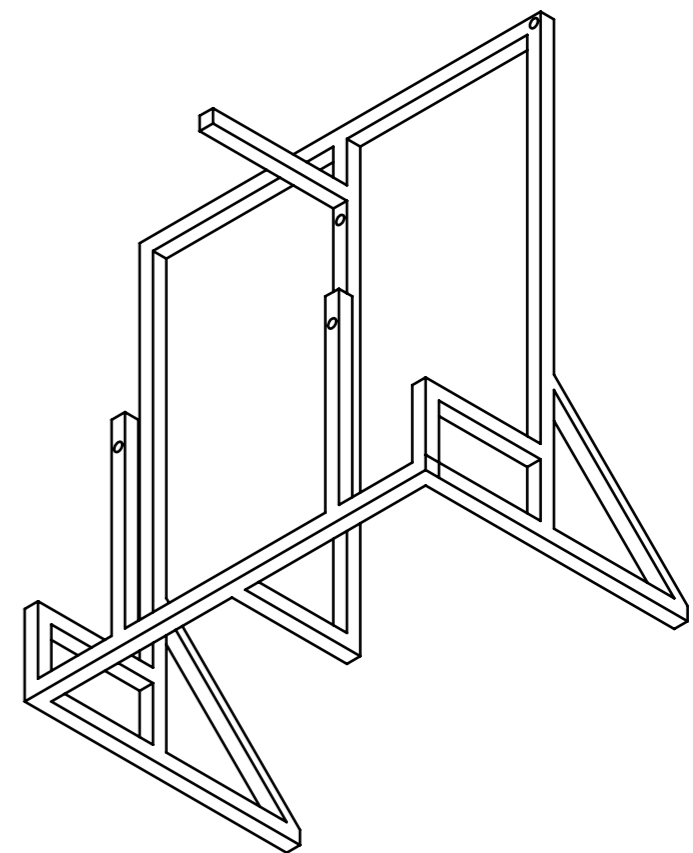
				Tolerancia ±0.01	Peso: 258.35 Kg	Material:	
						Denominación: <b>BOBINADORA</b>	Escala: 1:20
				Fecha:	Nombre:		
				Dib. 2011-08-01	Salazar A.		
				Rev. 2011-08-10	Ing. Vaca.	Número de dibujo: 02 de 07	
				Apro. 2011-08-10	Ing. Vaca.		
				UTA Mecánica - Ingeniería		Sustitución:	

A

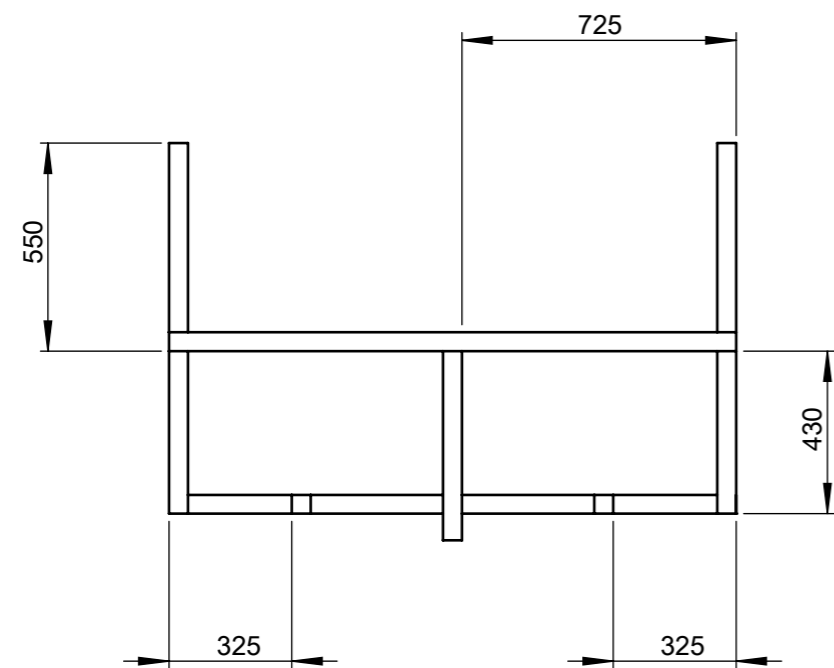


B

C



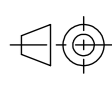
D



E

				Tolerancia ±0.01	Peso:	Material: ACERO A36	
					Fecha: Dib. 2011-07-11	Nombre: Salazar A.	Denominación: <b>ESTRUCTURA</b>
					Rev. 2011-08-08	Ing. Vaca	
					Apro. 2011-08-10	Ing. Vaca	
						U.T.A.	Número de dibujo: 03 de 07
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	MECANICA - INGENIERIA			Sustitución:

Escala:  
1:20



1

2

3

4

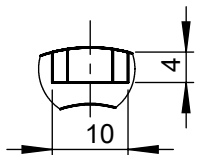
1

2

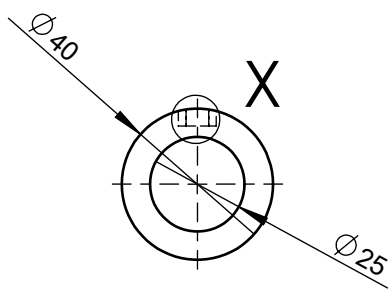
3

4

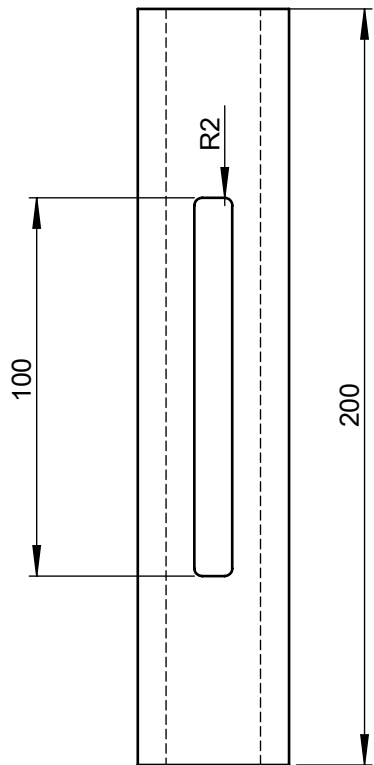
A



DETALLE X

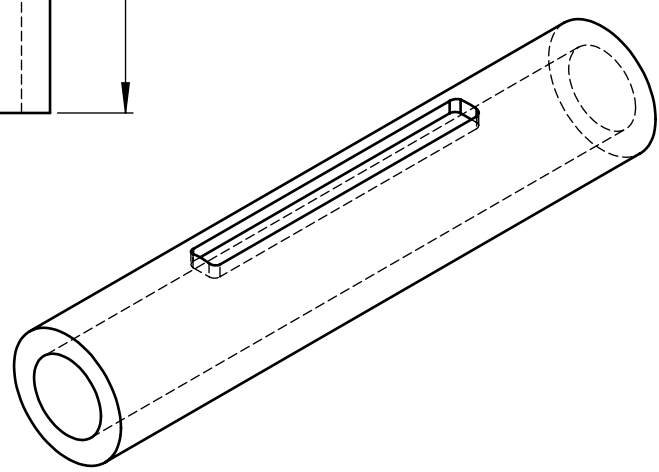


B



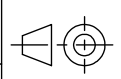
C

D



E

				Tolerancia ±0.01	Peso: 1.27 kg	Material: AISI 1018	
					Fecha: Dib. 11-07-2011	Nombre: Adriana S.	Denominación: EJE
					Rev. 08-08-2011	Ing. Vaca	
					Apro. 10-08-2011	Ing. Vaca	
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 04 de 07	Escala: 1:2.5
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	







1

2

3

4

A

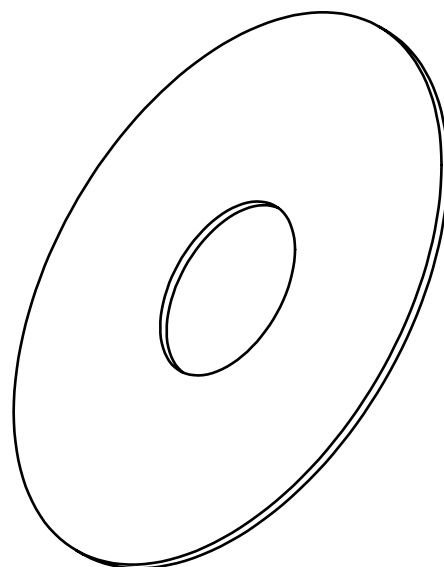
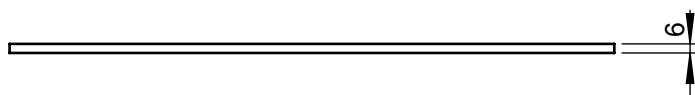
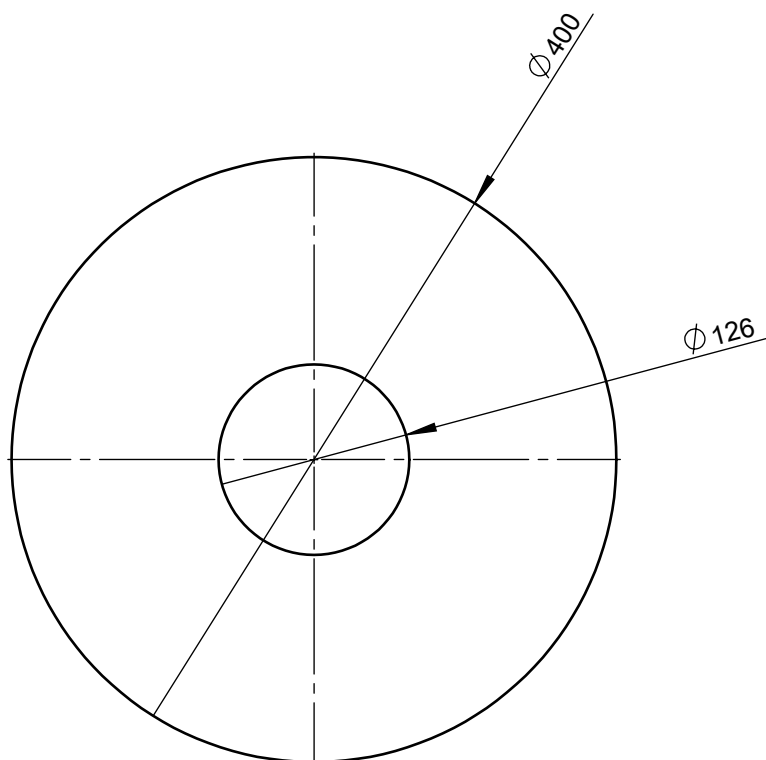
B

C

D

E

N9



				Tolerancia $\pm 0.01$	Peso: 1.83 Kg	Material: ALUMINIO	
					Fecha:	Nobre:	Denominación:
				Dib.	11-07-2011	Adriana S.	DISCO SEGURO
				Rev.	08-08-2011	Ing. Vaca	
				Apro.	10-08-2011	Ing. Vaca	
				UTA		Número de dibujo:	05 de 07
				Mecánica - Ingeniería		Sustitución:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Escala: 1:5

1

2

3

4

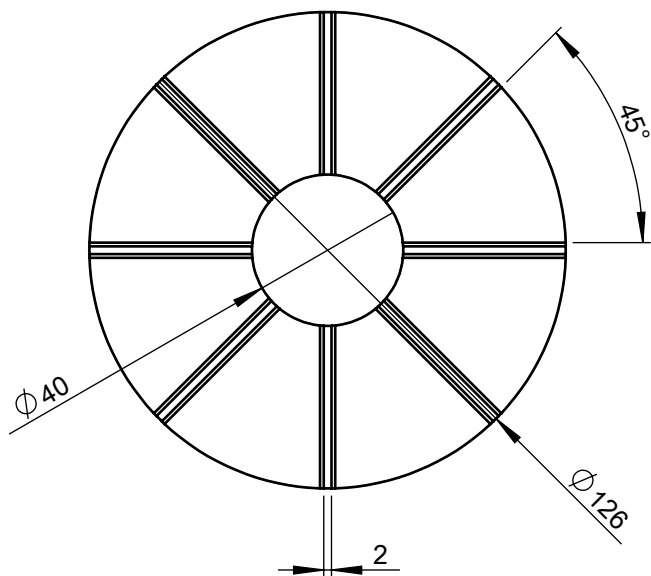
A

B

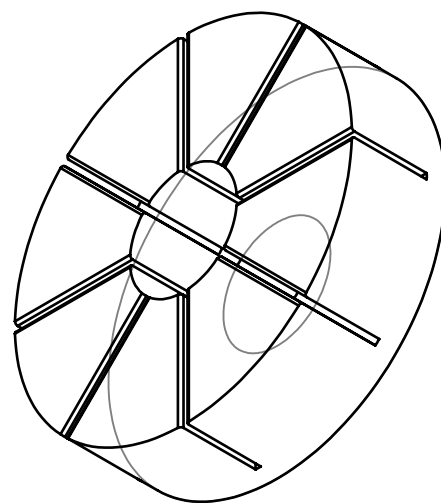
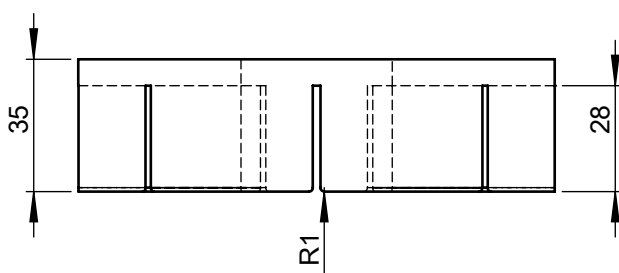
C

D

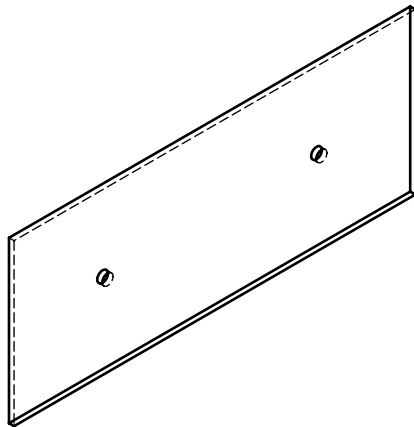
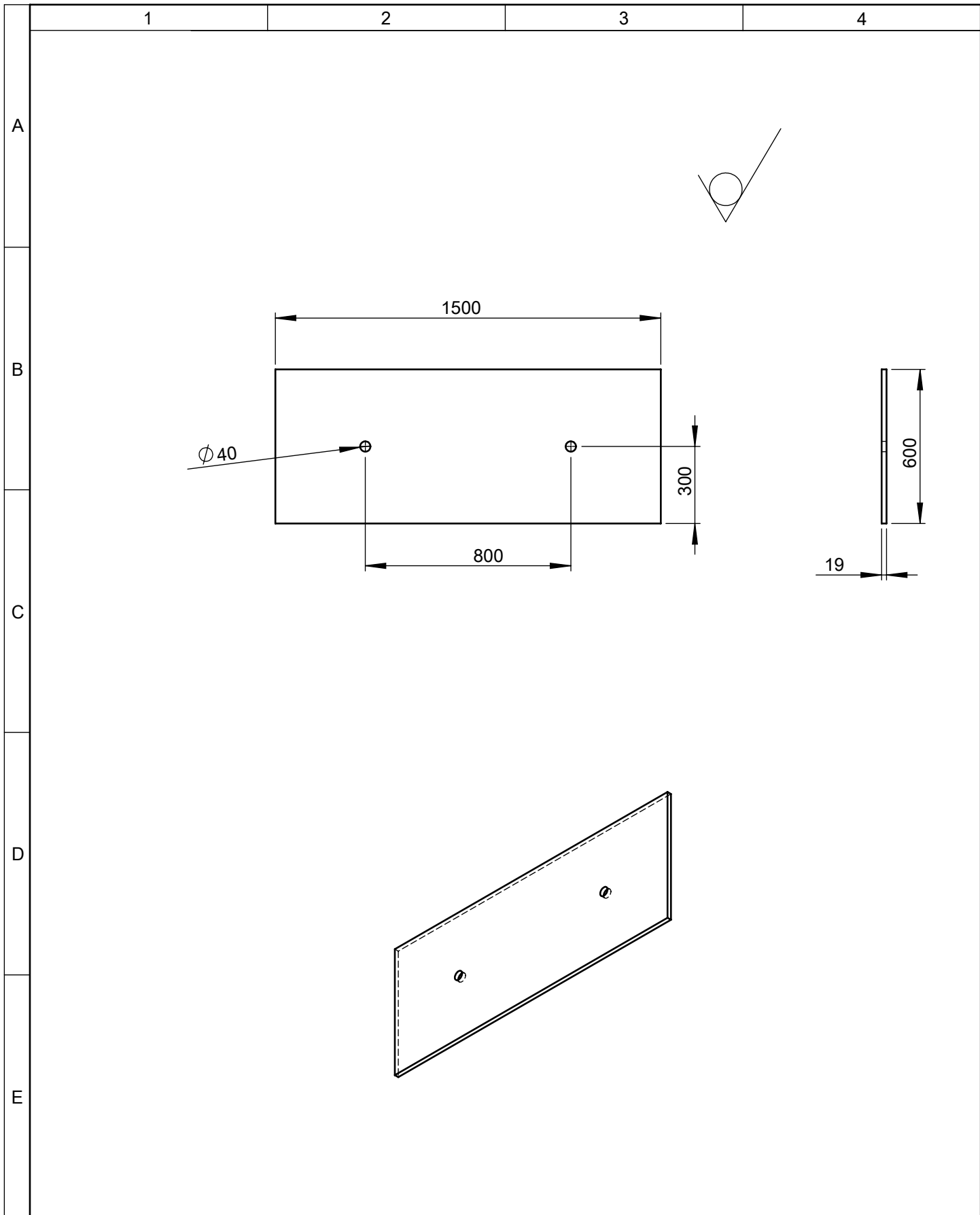
E

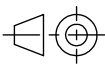


N10



				Tolerancia $\pm 0.01$	Peso: 2.94 Kg	Material: AISI 1018	
					Fecha:	Nombre:	Denominación: SEGURO
				Dib.	11-07-2011	Adriana S.	
				Rev.	08-08-2011	Ing. Vaca	
				Apro.	10-08-2011	Ing. Vaca	Escala: 1:2.5
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 06 de 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	



				Tolerancia $\pm 0.01$	Peso:	Material: OXICORTE	
					Fecha:	Nombre:	Denominación: PLACA
				Dib.	11-07-2011	Adriana S.	
				Rev.	08-08-2011	Ing. Vaca	
				Apro.	10-08-2011	Ing. Vaca	
				UTA Mecánica - Ingeniería		Número de dibujo: 07-07	Escala: 1:20 
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	