



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 CLASIFICADO DE FRUTAS PARA
OBTENER GUÍA DE PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE
AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO”**

AUTOR: Lenin Cayetano Lascano Sánchez

Tutor: Ing. Mauricio Carrillo

Ambato – Ecuador

2011

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“ESTUDIO DEL PROCESO DE CLASIFICADO DE FRUTAS PARA OBTENER GUÍA DE PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO”**, elaborado por el señor Lenin Cayetano Lascano Sánchez egresado 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.
- Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Agosto del 2011

.....

Ing. Mauricio Carrillo.

TUTOR

AUTORÍA

Yo Lenin Cayetano Lascano Sánchez con C.I: 180400423-0, declaro que el presente trabajo investigativo bajo el tema **“ESTUDIO DEL PROCESO DE CLASIFICADO DE FRUTAS PARA OBTENER GUÍA DE PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO”**, me he guiado en libros, páginas electrónicas, revistas como referencia bibliográfica y los análisis conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor del presenta trabajo de graduación.

Ambato, Agosto del 2011

.....
Lenin Cayetano Lascano Sánchez

C.I: 180400423-0

AUTOR

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado el don de la vida, la voluntad, la salud y por guiarme en el camino del conocimiento y la sabiduría.

A mis padres Lener Lascano y Mariana Sánchez a quienes con su amor y apoyo incondicional a cada momento, quienes con mucho esfuerzo lograron que yo culmine con éxito mi carrera.

A mis hermanos Danilo y Diego; por su dulzura cariño y comprensión, quienes estuvieron junto a mí, apoyándome en las buenas y en las malas.

A mis tíos, primos quienes me apoyaron, con sus consejos, vivencias, me ayudaron a caminar por este sendero y llegando a culminar con éxito.

Lenín Lascano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por haberme ayudado la fortaleza por alcanzar las metas que me puse al inicio del ciclo universitario.

Mi gratitud a la Universidad Técnica de Ambato, de forma especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por haberme abierto las puertas para formar parte de ella y terminar mi vida estudiantil.

A los Ingenieros: Mauricio Carrillo, Santiago Villacís, por quienes fue posible iniciar y concluir esta investigación, gracias a su invaluable colaboración.

De igual manera a todas aquellas personas y amigos que de una u otra forma me ayudaron en la elaboración de este trabajo, de forma especial al Sr. Oscar Villafuerte quien siempre me ha alentado a seguir adelante.

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PÁGINAS PRELIMINARES

TITULO O PORTADA	I
APROBACIÓN POR EL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE LA TESIS.....	III
DEDICATORIA.	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN EJECUTIVO.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII

B.- TEXTO INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1.- PROBLEMA

1.1.- TEMA:.....	1
1.2.-CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.3.- ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.4.- PROGNOSIS	3
1.5.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.6.- PREGUNTAS DIRECTRICES	4
1.7.- DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.7.1.- DE CONTENIDO.....	4
1.7.2.- ESPACIAL	5
1.7.3.- TEMPORAL.....	5
1.8.- JUSTIFICACIÓN	5
1.9.- OBJETIVOS	6
1.9.1.- OBJETIVO GENERAL.....	6
1.9.2.- OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	6

CAPÍTULO II

2.- MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS:	7
2.2.- FUNDAMENTO LEGAL	7
2.3.- RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	10
2.3.1.- INGENIERÍA MECÁNICA	10
2.3.2.- DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA	11
2.3.3.- MECANISMOS.....	11
2.3.4.- CLASIFICADO DE FRUTA	17
2.3.5.- CONTROL INDUSTRIAL.....	17
2.3.6.- EL CONTROLADOR AUTOMÁTICO.	20
2.3.7.- CONTROLANDO EL PROCESO	21
2.4.- HIPOTESIS	32
2.5.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS.....	32

3.- METODOLOGÍA

3.1.- ENFOQUE

3.2.- MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.2.1.-MODALIDAD BÁSICA	34
3.3.- NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.4.- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	35
3.4.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE= Estudio del proceso de clasificado de frutas.....	35
3.4.2.-VARIABLE DEPENDIENTE= Guía de práctica en el laboratorio de automatización.	36
3.5.- RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	37
3.6- ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	37
3.6.1.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	37
3.6.2.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	38

CAPÍTULO IV

4.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	39
4.2.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43
4.3. -VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	46

CAPÍTULO V

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES	52
5.2.- RECOMENDACIONES.....	53

CAPÍTULO VI

6.- PROPUESTA

6.1.- DATOS INFORMATIVOS	55
6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	56
6.3.- JUSTIFICACIÓN	57
6.4 OBJETIVOS	57
6.4.1 OBJETIVO GENERAL	57
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	58
6.6 FUNDAMENTACIÓN	59
6.6.1 SELECCIÓN DEL PLC.....	59
6.6.2 SELECCIÓN DEL SENSOR.....	63
6.6.3 SELECCIÓN VARIADOR DE FRECUENCIA	64
6.6.4 PULSADORES	65
6.6.5 CONTACTORES de 220v-110v	65
6.6.6 SELECCIÓN DEL SERVOMOTOR	67
6.6.7 CALCULOS.....	70
6.7 METODOLOGIA	82
6.7.1 PROGRAMACIÓN EN EL PLC.....	87
6.8 ADMINISTRACIÓN	91
6.8.1 COSTOS DIRECTOS	91
6.8.2 COSTOS INDIRECTOS.....	92
6.8.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN	92
6.8.4 FINANCIAMIENTO	92

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	92
-------------------------------------	----

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA	93
-----------------------	----

D.- ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Red de categorías.....	10
Figura 4.1 Clasificado de las frutas.....	41
Figura 4.2 Velocidad de función de la frecuencia.....	45
Figura 4.3 Tiempo de función de la frecuencia.....	45
Figura 4.4 Clasificado de fruta.....	48
Figura 4.5 Inicio del programa.....	48
Figura 4.6 Accionamiento de los componentes	49
Figura 4.7 Ubicación de los equipos	49
Figura 4.8 Instalación del sensor óptico.....	50
Figura 4.9 Conexión de los equipos	50
Figura 6.1 PLC Renu FL 010.....	59
Figura 6.2 Captura del Software Flexisoft	60
Figura 6.3 Captura pantalla de programación	60
Figura 6.4 Captura creando un programa.....	61
Figura 6.5 Captura finalizando un programa	61
Figura 6.6 Captura compilación si existe errores.....	62
Figura 6.7 Transferencia de datos	62
Figura 6.8 Sensor óptico de proximidad	63
Figura 6.9 Forma de conexión del sensor óptico.....	64
Figura 6.10 Variador de frecuencia.....	64
Figura 6.11 Pulsador normalmente abierto	65
Figura 6.12 Contactor 220V – 110V.....	66
Figura 6.13 Especificaciones del servomotor	68
Figura 6.14 Parte interior del servomotor	68
Figura 6.15 Utilización del servomotor	69
Figura 6.16 Diagrama de corte y momento flexionante.....	72

Figura.6.17 Ubicación de el equipo en la clasificadora	82
Figura 6.18 Instalación del pistón y el final de carrera	83
Figura 6.19 Vista lateral de las mesas	83
Figura 6.20 Vista frontal de la banda transportadora.....	84
Figura 6.21 Ubicación del sensor óptico de proximidad.....	84
Figura 6.22 Vista frontal del variador de frecuencia	85
Figura 6.23 Electrovalvula	85
Figura.6.24 Máquinas clasificadora de fruta.....	86
Figura 6.25 Programa realizado en el lenguaje ladder	87
Figura 6.26 Controlando el proceso	88
Figura.6.27 Finalizando el proceso	89

E.- ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Selección del equipo para la automatización	39
Tabla 4.1 Posibles frutas a ser utilizadas	40
Tabla 4.1 Tiempo de clasificado sin automatizar	43
Tabla 4.2 Tiempo del clasificado automatizado	44
Tabla 6.1 Costos directos	90
Tabla 6.2 Costos indirectos	92
Tabla 6.3 Costo total de la inversión	92

RESUMEN EJECUTIVO

Para ejecutar el presente trabajo de investigación, lo primero que se realizó fue pruebas en la clasificadora de fruta, se tuvo muchos problemas como demasiado tiempo, consumo de energía, costo muy alto, se dio como solución implementar un proceso de clasificado de fruta por medio del control automático.

La implementación se realizó mediante un PLC, que está programado para controlar el tiempo total del proceso, y dispositivos de control como es el de realizar el accionamiento por medio de un pulsador, el cual permite el funcionamiento de los pistones neumáticos con el objetivo de recibir las señales que puedan accionar al mismo y también abrir la compuerta de descarga de la fruta, el accionamiento del final de carrera será cuando el recipiente tenga el peso adecuado para que permita cerrar la compuerta.

Se realizó un programa que controla a cada una de las partes constituyentes para el funcionamiento de los finales de carrera, y además la apertura-regreso del pistón de por medio de las electroválvula, el enclavamiento de contactor para el encendido del motor y el funcionamiento del sensor óptico de proximidad que permita apagar al motor y abrir la bandeja de la fruta grande para realizar nuevamente el proceso.

Finalmente se realizó pruebas de funcionamiento de todos los componentes que están implementados en el proceso llegando a funcionar de buena manera y cumpliendo los objetivos propuestos.

Todo este sistema se implementó en la facultad de ingeniería Civil y Mecánica en el laboratorio de control automático.

INTRODUCCIÓN

La implementación de un proceso en la máquina clasificadora de fruta en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, utilizando la guía de práctica los estudiantes podrán aplicar los conocimientos adquiridos en la vida estudiantil, se cuenta con todos los instrumentos en el laboratorio de automatización para no tener ningún problema al realizar la práctica.

El capítulo I, abarca el problema de la investigación, su contextualización, análisis crítico, justificación, delimitación del problema y se plantean los objetivos de la investigación.

El capítulo II, se investigan antecedentes similares al estudio que se está realizando, se desarrolla el marco teórico, se establece las categorías fundamentales las cuales permitieron la comprensión del problema de mejor manera, se plantea la hipótesis y el señalamiento de variables que intervienen en el tema de investigación.

El capítulo III, determina la modalidad básica de la investigación, se establece el tipo de investigación que corresponde a un nivel experimental, descriptivo y explicativo; también contiene la operacionalización de variables y se establece el plan de recolección de la información.

En el capítulo IV, se realiza el análisis e interpretación de los resultados una vez terminado la automatización de la máquina.

En el capítulo V, se determinan las conclusiones, a las cuales se ha llegado luego de haber realizado el estudio y se establece las recomendaciones a los problemas e inconvenientes encontrados durante la ejecución del proyecto.

En el capítulo VI, se elabora la propuesta, dando solución a los problemas encontrados durante el desarrollo de la investigación que se ha realizado.

En los anexos se adjuntan los planos de la máquina clasificadora de frutas y la información adicional para realizar los cálculos respectivos de la misma.

CAPÍTULO I

1.- PROBLEMA

1.1.- TEMA:

“ESTUDIO DEL PROCESO DE CLASIFICADO DE FRUTAS PARA OBTENER GUÍA DE PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO”

1.2.-CONTEXTUALIZACIÓN

La demanda por la competencia establecida por las grandes empresas se refiere a la producción a gran escala en la innovación tecnológica con maquinaria de punta para agilizar procesos de producción, los productos de consumo humano se ha incrementado debido a la sobre población que existe en el mundo, se debe seguir las normas ISO que para tener un producto final de alta calidad y el consumidor quede satisfecho.

En 1777 se hizo una primera descripción de los costos de producción por procesos con base en una empresa fabricante de medias de hilo de lino. Mostraba como el costo de los productos terminado se puede calcular mediante una serie de cuentas por partida doble que llevaba en cantidades y valores para cada etapa del proceso productivo.

A principios del siglo XIX, la revolución industrial introdujo el proceso de producción de múltiples etapas y fue necesario determinar los costos de cualquier producto en cada fase y medir el desempeño de los trabajadores y gerentes en todas las etapas. La medida común de eficiencia era el costo por unidad producida. A

finales del siglo XIX surgió el desarrollo de grandes firmas de comercialización que tenían líneas de múltiples productos siglo XX, no era suficiente explicar todos los costos que generaba determinado producto, a medida que se avanzaba en el proceso de producción.

Existen máquinas de procesos de clasificación de fruta las cuales tienen lo último en tecnología, dejando en el pasado a las empresas que siguen haciéndolo manualmente con baja productividad y con pérdidas de tiempo en la salida al mercado.

En el caso de desarrollo y producción en el Ecuador, se debe comenzar considerando la duración de los trabajos de investigación y desarrollo que llevan a configurar totalmente el producto y las necesidades de inversión en equipo humano y de laboratorio, muestras, prototipos, etc., necesarios para desarrollar el producto final.

Se realice asistencia bajo supervisión para el control de gestión interna de los procesos, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, manejo de Normas ISO 9001, 14001. En el control automático se sustituye la presencia del ser humano por un mecanismo, circuito eléctrico, circuito electrónico o, más modernamente por un ordenador.

El Control de la Calidad en procesos se posiciona como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad. Es un programa para asegurar la continua satisfacción de los clientes externos e internos mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios.

En el laboratorio de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato no se realiza procesos de automatización de maquinaria, debido a que es una carrera en pleno desarrollo, es por cuanto se requiere implementar una guía práctica que puedan ser utilizados por profesores y estudiantes para la optimización de conocimientos y el crecimiento de la carrera.

1.3.- ANÁLISIS CRÍTICO

Al desarrollar un proceso de clasificación de fruta que permita el mejoramiento académico de los estudiantes en la guía de práctica será de mucha utilidad dentro del laboratorio de automatización, lo cual será una parte importante del estudio, de tal manera que puedan llegar a comprender como funciona un proceso de solución práctico en este tipo de elementos, la automatización de maquinaria y control programable desde un equipo computacional.

Se requiere implementar en el laboratorio para obtener conocimientos que puedan conjugar la teoría con la práctica y de esta manera permita el progreso dentro de lo que realmente es la ingeniería mecánica, dar soluciones a problemas como retraso en una producción en serie, agilizar tiempos de producción para obtener productos a menor costo.

Con este procedimiento los estudiantes obtendrán ganancias en conocimientos así como también el cumplimiento de entrega procesos con una alta calidad de terminado en el producto final.

1.4.- PROGNOSIS

En caso de no realizar este estudio de la guía práctica en cualquier tipo de proceso, se estaría negando oportunidades de conocimientos porque cada día que pasa la tecnología va en desarrollo, las nuevas generaciones podrían quedarse atrás sin esta nueva innovación y sin aptitudes profesionales.

Con este procedimiento los estudiantes obtendrán buenos conocimientos así como también el cumplimiento en cualquier empresa como las exigencias que les piden y responsabilizándose en una calidad de terminado en el producto.

Llegando a cubrir las requerimientos del consumidor final con los niveles de calidad establecidos en las normas nacionales e internacionales, con el fin de proporcionar profesionales con alta aptitud.

1.5.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se realiza el proceso de clasificación de fruta en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica?

1.6.- PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Qué características tiene la clasificadora de fruta existente en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica?

¿Qué guías de práctica se realizan en el laboratorio de automatización de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica?

¿Qué diseño de máquina será el adecuado para realizar prácticas utilizando un proceso automatizado?

1.7.- DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Para desarrollar esta investigación es necesario delimitar los tiempos, lugares y fechas en que puedan dar a conocer los resultados.

1.7.1.- DE CONTENIDO

- Diseño de elementos finitos I, II.
- Estructuras metálicas.
- Mecanismos
- Sistema de medición y control industrial.

1.7.2.- ESPACIAL

En el laboratorio de Control Automático de la facultad de Ingeniería civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, el cual permitió realizar las pruebas en el desarrollo del proyecto.

1.7.3.-TEMPORAL

Este estudio se lo realizó en el periodo comprendido entre los meses Enero 2011 - Agosto 2011.

1.8.- JUSTIFICACIÓN

Se realiza esta investigación con el fin de incentivar el desarrollo personal, tecnológico de los estudiantes para solucionar problemas que se presente en el plano laboral que posea una producción en serie y la salida de productos sin pérdida de tiempo y con ganancias económicas.

Por medio de esta investigación se llegó a aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso estudiantil por la universidad, se pretenderá seleccionar el material, la vida útil de la máquina para cualquier proyecto que se desee construir, llegando a elegir elementos mecánicos con sus respectivas normas calidad, que su desempeño sea de correcta función y que produzca satisfacción a los dueños de la empresa y clientes.

Acceder al uso de nuevas tecnologías y diseños que ayuden a mejorar la calidad de sus de sus productos, debido a que los sistemas de producción artesanales no son de alta calidad, como también significan una pérdida para las empresas en tiempo, rentabilidad y productividad.

Por lo que se hace necesario considerar la implementación de nuevos elementos para un mejor control y a su vez optimizar los tiempos de producción, con la tecnología que cada día avanza más y más.

Este estudio ha desarrollado en el estudiante condiciones académicas óptimas para no tener problemas al ingresar en un futuro laboral, con el aporte de nuevos conocimientos, criterios e interpretaciones que le permita tomar decisiones en el trabajo bajo cualquier presión.

1.9.- OBJETIVOS

1.9.1.- OBJETIVO GENERAL

Estudiar el proceso de clasificado de frutas para obtener una guía práctica en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

1.9.2.- OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Investigar sobre clasificadoras de frutas que permitan realizar prácticas en el laboratorio de la facultad.
- Seleccionar un proceso adecuado de construcción con los conocimientos adquiridos aplicándolos en la práctica de la Ingeniería mecánica.
- Proponer un diseño de máquina que permita realizar prácticas en procesos de clasificado dominando el control automático.

CAPÍTULO II

2.- MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS:

Luego de haber revisado proyectos en la biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato, también como en las otras facultades se ha podido determinar que no se han realizado temas similares como el que se está investigando, luego se revisó tesis en la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en la cual tampoco se encontró ningún tema relacionado al proyecto.

También se investigó en otras universidades en las cuales no tienen ningún parentesco con el tema de estudio del problema.

2.2.- FUNDAMENTO LEGAL

En la Constitución de la República del Ecuador se buscaron leyes que permitieron respaldar la investigación y los detallamos de la siguiente manera:

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria¹.

¹http://www.montecristivive.ec/portal/index.php?option=com_docman&Itemid=61

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente.

Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
2. Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos.
3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
4. Establecer mecanismos preferenciales de financiamiento para los pequeños y medianos productores y productoras, facilitándoles la adquisición de medios de producción.
5. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.
6. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.

7. Regular bajo normas de bioseguridad el uso y desarrollo de biotecnología, así como su experimentación, uso y comercialización.
8. Fortalecer el desarrollo de organizaciones y redes de productores y de consumidores, así como las de comercializaciones y distribución de alimentos que promueva la equidad entre espacios rurales y urbanos.
9. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.
10. Adquirir alimentos y materias primas para programas sociales y alimenticios, prioritariamente a redes asociativas de pequeños productores y productoras.

Art. 408.- El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

2.3.- RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

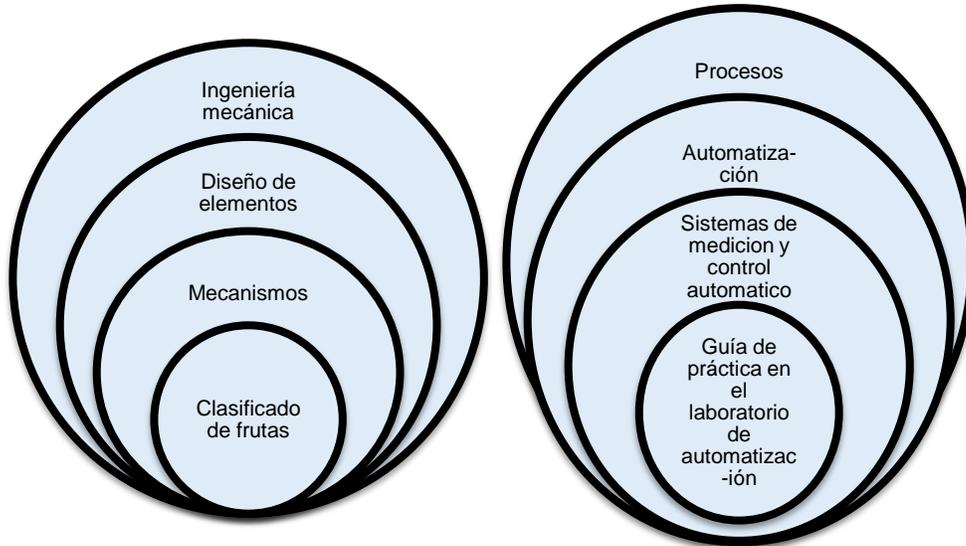


Figura 2.1 Red de categorías

Fuente: Elaborado por el investigador

2.3.1.- INGENIERÍA MECÁNICA

La Ingeniería Mecánica comprende el diseño, construcción, supervisión, instalación, mejoramiento y mantenimiento de sistemas mecánicos relacionados con las actividades industriales, agrícolas y comerciales, usando eficientemente los recursos con que cuenta el medio. La Ingeniería mecánica es la aplicación de los principios físicos para la creación de dispositivos útiles, como objetos y máquinas. Los ingenieros mecánicos usan principios como el calor, la fuerza y la conservación de la masa y la energía, para analizar sistemas físicos estáticos y dinámicos, contribuyendo a diseñar objetos como automóviles, aviones y otros vehículos, así como una gran variedad de máquinas y utensilios que intervienen en nuestra vida cotidiana. Los

sistemas de enfriamiento y calentamiento, equipos industriales y maquinaria de guerra, pertenecen también a esta rama de la ingeniería².

Es la rama de las máquinas, equipos e instalaciones teniendo siempre en mente aspectos ecológicos y económicos para el beneficio de la sociedad. Para cumplir con su labor, la ingeniería analiza las necesidades, formula y soluciona problemas técnicos mediante un trabajo interdisciplinario, y se apoya en los desarrollos científicos, traduciéndolos en elementos, máquinas, equipos e instalaciones que presten un servicio adecuado, mediante el uso racional y eficiente de los recursos disponibles. Se dedica al Diseño, Construcción, Negociación y Mantenimiento de elementos. Se requería de nuevos dispositivos con funcionamientos complejos en su movimiento o que soportaran grandes cantidades de fuerza, por lo que fue necesario que esta nueva disciplina estudiara el movimiento y el equilibrio. El uso de máquinas que funcionan con energía proveniente del vapor, del carbón, de la gasolina y de la electricidad trajo grandes avances.

2.3.2.- DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA

El diseño mecánico de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, estructuras, mecanismos, máquinas y dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte, el diseño mecánico hace uso de la matemática, las ciencias de uso materiales y las ciencias mecánicas aplicadas a la ingeniería.

2.3.3.- MECANISMOS

Un mecanismo es un dispositivo que transforma el movimiento producido por un elemento motriz (fuerza de entrada) en un movimiento deseado de salida (fuerza de salida) llamado elemento conducido.

²<http://www.universidades.com/carreras/ingenieria-mecanica.asp>

Se llama mecanismo a un conjunto de sólidos resistentes, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones, llamadas pares cinemáticas (pernos, uniones de contacto, pasadores, etc.), cuyo propósito es la transmisión de movimientos y fuerzas. También se usa el término mecanismo para designar a las abstracciones teóricas que modelan el funcionamiento de las máquinas reales, y de su estudio se ocupa la Teoría de mecanismos³.

Basándose en principios del álgebra lineal y física, se crean esqueletos vectoriales, con los cuales se forman sistemas de ecuaciones. A diferencia de un problema de cinemática o dinámica básico, un mecanismo no se considera como una masa puntual y, debido a que los elementos que conforman a un mecanismo presentan combinaciones de movimientos relativos de rotación y traslación, es necesario tomar en cuenta conceptos como centro de gravedad, momento de inercia, velocidad angular, etc.

La mayoría de veces un mecanismo puede ser analizado utilizando un enfoque bidimensional, lo que reduce el mecanismo a un plano.

Palanca

Es un sistema de transmisión lineal. La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza F con el fin de vencer una resistencia R .

La ley de la palanca dice: Una palanca está en equilibrio cuando el producto de la fuerza F , por su distancia d , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia R por su distancia r , al punto de apoyo.

³http://iespseza.educa.aragon.es/tecnologia/marisa_moreno/mecanica/mecanismos-transmision.pdf

Sistemas de poleas

Una polea es una rueda con una ranura que gira alrededor de un eje por la que se hace pasar una cuerda que permite vencer una resistencia R de forma cómoda aplicando una fuerza F . De este modo podemos elevar pesos hasta cierta altura. Es un sistema de transmisión lineal, pues el movimiento de entrada y salida es lineal⁴.

Sistemas de poleas con correa

Se trata de dos ruedas situadas a cierta distancia, que giran a la vez por efecto de una correa. Las correas suelen ser cintas de cuero flexibles y resistentes.

Según el tamaño de las poleas tenemos dos tipos:

- 1) Sistema reductor de velocidad: En este caso, la velocidad de la polea conducida (o de salida) es menor que la velocidad de la polea motriz (o de entrada). Esto se debe a que la polea conducida es mayor que la polea motriz.
- 2) Sistema multiplicador de velocidad: En este caso, la velocidad de la polea conducida es mayor que la velocidad de la polea motriz. Esto se debe a que la polea conducida es menor que la polea motriz.

La velocidad de las ruedas se mide normalmente en revoluciones por minuto (rpm) o vueltas por minuto⁵

⁴http://iespseza.educa.aragon.es/tecnologia/marisa_moreno/mecanica/mecanismos-transmision.pdf

⁵http://iespseza.educa.aragon.es/tecnologia/marisa_moreno/mecanica/mecanismos-transmision.pdf

Transmisión por engranajes

Los engranajes son ruedas dentadas que encajan entre sí, de modo que, unas ruedas transmiten el movimiento circular a las siguientes.

El tamaño de los dientes de todos los engranajes debe ser igual.

Los engranajes giran de modo que, los más pequeños giran a mayor velocidad, de modo similar al caso del sistema de poleas con correa. En este caso, en lugar de tener en cuenta el diámetro de la polea, se tienen la cuenta el número de dientes de cada rueda⁶.

Los engranajes tienen la ventaja de que transmiten movimiento circular entre ejes muy próximos y además transmiten mucha fuerza (porque los dientes no deslizan entre sí), al contrario que con el sistema de poleas con correa.

Normalmente al engranaje mayor se le llama rueda y al menor piñón.

Al igual que con el sistema de poleas con correa, hay dos tipos de sistemas de transmisión por engranajes.

- 1) Reductor: El piñón es el engranaje motriz y la rueda es el engranaje conducido. En este caso, la velocidad de salida (rueda) es menor que la velocidad de entrada (piñón).
- 2) Multiplicador: El piñón es el engranaje conducido y la rueda es el engranaje motriz. En este caso, la velocidad de salida (piñón) es mayor que la velocidad de entrada (rueda).

⁶http://iespseza.educa.aragon.es/tecnologia/marisa_moreno/mecanica/mecanismos-transmision.pdf

Tren de sistema de poleas y engranajes

Un tren de un sistema de poleas con correa consiste en la combinación de más de dos poleas.

Engranajes con cadena

Este sistema de transmisión consiste en dos ruedas dentadas de ejes paralelos, situadas a cierta distancia la una de la otra, y que giran a la vez por efecto de una cadena que engrana a ambas. Es el mecanismo que emplean las bicicletas. La relación de transmisión se calcula como en el caso de los engranajes⁷.

Tornillo sin fin

Se trata de un tornillo que se engrana a una rueda dentada, cuyo eje es perpendicular al eje del tornillo. Por cada vuelta del tornillo sinfín acoplado al eje motriz, la rueda dentada acoplada al eje de arrastre gira un diente.

Este sistema tiene una relación de transmisión muy baja, es decir, es un excelente reductor de velocidad. Se emplea, por ejemplo, en las clavijas que tensan las guitarras.

⁷http://iespseza.educa.aragon.es/tecnologia/marisa_moreno/mecanica/mecanismos-transmision.pdf

Estructuras

El proyectista debe aprender a distribuir y a proporcionar las partes de las estructuras de manera que tengan suficiente resistencia, su montaje sea práctico y sean económicas⁸.

Seguridad: Las estructuras no solo deben soportar las cargas impuestas, sino que además las deflexiones y vibraciones resultantes, no sean excesivas alarmando a los ocupantes, o provoquen agrietamientos.

Costo: El proyectista debe siempre procurar abatir los costos de construcción sin reducir la resistencia, algunas ideas que permiten hacerlo son usando secciones estándar haciendo detallado simple de conexiones y previendo un mantenimiento sencillo.

Factibilidad: Las estructuras diseñadas deben fabricarse y montarse sin problemas, por lo que el proyectista debe adecuarse al equipo e instalaciones disponibles debiendo aprender cómo se realiza la fabricación y el montaje de las estructuras para poder detallarlas adecuadamente, debiendo aprender tolerancias de montaje, dimensiones máximas de transporte, especificaciones sobre instalaciones; de tal manera que el proyectista se sienta capaz de fabricar y montar la estructura que está diseñando

Especificaciones Y Códigos De Construcción

Las especificaciones de diseño de estructuras no se han desarrollado para restringir al ingeniero sino para proteger al usuario de estas. No todo se encuentra en los

⁸McCornac, Jack C (1999).Diseño de Estructuras Metálicas. Cuarta Edición. Editorial ALFAOMEGA.

reglamentos así que sin impactar los códigos o especificaciones empleados, la responsabilidad final de la estructura (seguridad) recae en el ingeniero estructural⁹.

Cargas

Una de las tareas más importantes del proyectista es determinar de la manera más precisa posible el valor de las cargas que soportará la estructura durante su vida útil, así como su posición y también determinar las combinaciones más desfavorables que de acuerdo a los reglamentos pueda presentarse¹⁰.

2.3.4.- CLASIFICADO DE FRUTA

El clasificado de fruta se realiza dependiendo de la forma en la cual está constituida porque puede dar problemas ya que su descarga es por gravedad debe ser semiredondo para que pueda rodar por la bandeja y no permita quedar atascado en la misma.

El tamaño permitirá realizar la separación de la fruta grande de la pequeña, finalizando con un clasificado bueno y no muy costoso, ayudando al agricultor agilizar el producto, con la salida de la fruta al mercado más rápido, la forma en la que está constituida ayuda a elegir la fruta adecuada a trabajar en clasificadora de fruta.

2.3.5.- CONTROL INDUSTRIAL

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es

⁹McCornac, Jack C (1999).Diseño de Estructuras Metálicas. Cuarta Edición. Editorial ALFAOMEGA.

¹⁰McCornac, Jack C (1999).Diseño de Estructuras Metálicas. Cuarta Edición. Editorial ALFAOMEGA.

consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control .Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas¹¹.

El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático.

El Control Automático es el mecanismo básico mediante el cual los sistemas mecánicos, eléctricos, químicos, o biológicos, mantienen su equilibrio. En los organismos vivos más evolucionados, las condiciones bajo las que la vida puede continuar son bastante estrechas. Un cambio en la temperatura del cuerpo humano de medio grado centígrado es generalmente una señal de enfermedad. El equilibrio en el cuerpo humano se mantiene a través del uso de un control por realimentación.

El Control por Realimentación puede definirse como un medio de controlar un sistema usando la diferencia entre los valores reales de variables del sistema y sus valores deseados¹².

Tipos y clasificación de los automatismos.

Para automatizar una máquina, hay dos soluciones posibles:

- Analógica.- Las informaciones presentan el valor de las magnitudes físicas que varían en forma continua (entradas y salidas). Por ejemplo: Temperatura y

¹¹ <http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/Regimen/Tp0a.pdf>

¹² <http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/Regimen/Tp0a.pdf>

tensión eléctrica. Se miden con aparatos analógicos: Termómetros, voltímetros, manómetros, etc.

- Digital.- La señal es de naturaleza discreta. Por ejemplo: Un interruptor eléctrico que abre o cierra un circuito, dejando o no pasar la corriente (no importa el valor de la corriente). Para transmitir una información digital es preciso adjudicar un valor a cada una de las dos posibilidades o estados en los que se puede presentar tal magnitud (un 1 lógico, si existe, y un 0 lógico si no existe).

Las máquinas automatizadas, en función de las señales recibidas, se clasifican en máquinas que trabajan en:

Sistemas de control en lazo abierto

Un sistema de control en lazo o bucle abierto es aquél en el que la señal de salida no influye sobre la señal de entrada. La exactitud de estos sistemas depende de su calibración, de manera que al calibrar se establece una relación entre la entrada y la salida con el fin de obtener del sistema la exactitud desea.

Sistemas de control en lazo cerrado

Un sistema de control de lazo cerrado es aquél en el que la acción de control es, en cierto modo, dependiente de la salida. La señal de salida influye en la entrada. Para esto es necesaria que la entrada sea modificada en cada instante en función de la salida¹³.

¹³http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf

La realimentación es la propiedad de un sistema en lazo cerrado por la cual la salida (o cualquier otra variable del sistema que esté controlada) se compara con la entrada del sistema (o una de sus entradas), de manera que la acción de control se establezca como una función de ambas.

Realimentación

Es la propiedad de un sistema de lazo cerrado que permite que la salida (o cualquier otra variable controlada del sistema) sea comparada con la entrada al sistema (o con una entrada a cualquier componente interno del mismo con un subsistema) de manera tal que se pueda establecer una acción de control apropiada como función de la diferencia entre la entrada y la salida.

Más generalmente se dice que existe realimentación en un sistema cuando existe una secuencia cerrada de relaciones de causa y efecto entre las variables del sistema.

El proceso

Los tipos de procesos encontrados en las plantas industriales son tan variados como los materiales que producen. Estos se extienden desde lo simple y común, tales como los lazos que controlan caudal, hasta los grandes y complejos como los que controlan columnas de destilación en la industria petroquímica¹⁴.

2.3.6.- EL CONTROLADOR AUTOMÁTICO.

El último elemento del lazo es el controlador automático, su trabajo es controlar la Medición. “Controlar” significa mantener la medición dentro de límites aceptables.

¹⁴<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/pdffiles/spnch2-1.pdf>

Los principios a ser tratados pueden ser aplicados igualmente tanto para los controladores neumáticos como para los electrónicos y a controladores de todos los fabricantes. Todos los controladores automáticos usan las mismas respuestas generales, a pesar de que los mecanismos internos y las definiciones dadas para esta respuesta pueden ser ligeramente diferentes de un fabricante al otro.

Un concepto básico es que para que el control realimentado automático exista, es que el lazo de realimentación esté cerrado. Esto significa que la información debe ser continuamente transmitida dentro del lazo. El controlador debe poder mover a la válvula, la válvula debe poder afectar a la medición, y la señal de medición debe ser reportada al controlador. Si la conexión se rompe en cualquier punto, se dice que el lazo está abierto. Tan pronto como el lazo se abre, como ejemplo, cuando el controlador automático es colocado en modo manual, la unidad automática del controlador queda imposibilitada de mover la válvula. Así las señales desde el controlador en respuesta a las condiciones cambiantes de la medición no afectan a la válvula y el control automático no existe¹⁵.

2.3.7.- CONTROLANDO EL PROCESO

Al llevar a cabo la función de control, el controlador automático usa la diferencia entre el valor de consigna y las señales de medición para obtener la señal de salida hacia la válvula. La precisión y capacidad de respuesta de estas señales es la limitación básica en la habilidad del controlador para controlar correctamente la medición.

Si el transmisor no envía una señal precisa, o si existe un retraso en la medición de la señal, la habilidad del controlador para manipular el proceso será degradada. Al

¹⁵<http://www.google.com/#q=Maneras++Procesos+en+el+control+automatico&hl=es&biw=1024&bih=578&prmd=ivns&ei=pqa1TefqJ9GitgeU1b3pDg&start=10&sa=N&bav=on.2,or.&fp=f6983137a0b02077>

mismo tiempo, el controlador debe recibir una señal de valor de consigna precisa (set-point).

En controladores que usan señales de valor de consigna neumática o electrónica generadas dentro del controlador, una falla de calibración del transmisor de valor de consigna resultará necesariamente en que la unidad de control automático llevará a la medición a un valor erróneo.

La habilidad del controlador para posicionar correctamente la válvula es también otra limitación. Si existe fricción en la válvula, el controlador puede no estar en condiciones de mover la misma a una posición de vástago específica para producir un caudal determinado y esto aparecerá como una diferencia entre la medición y el valor de consigna.

Proyecto de una automatización.

Un proyecto de automatización tiene tres etapas:

1. **Estudio.-** Se debe estudiar lo que se tiene (cómo funciona) y qué objetivos se desean, es decir, qué va a hacer la máquina o sistema, si tiene movimientos secuenciales, que tecnología se debe emplear así como las condiciones ambientales, limpieza, seguridad, temperatura, condiciones mecánicas, vibraciones, fuerzas, condiciones económicas, aparatos, velocidades, rendimiento, costes, conocimiento de las tecnologías, etc.

2. Proyecto.

- 1) Diseño. Qué método se utilizará: intuitivo, secuencial (cascada, paso a paso, secuenciador, programador, etc.), lógico (álgebra de Boole), autómatas programables, por ordenador.

- 2) Esquemas. Se debe realizar un esquema ya sea: neumático, hidráulico, eléctrico, electrónico.
- 3) Materiales. Definir proveedores, marcas, etc. Haciendo un estudio comparativo en lo relativo a precio-calidad.

3.-Montaje, puesta a punto y mantenimiento.- Se debe poner cuidado en el lugar de ubicación y montaje, teniendo muy en cuenta la conexión con el resto de la fábrica, manutención de materias primas, normas de seguridad, sistemas de mantenimiento predictivo, preventivo y de calidad, flexibilidad para que puedan adaptarse y programarse, fiabilidad, rapidez y precisión, facilidad de manejo, e integrales para que permitan la supervisión y control de la producción.

Composición de un sistema automatizado.

Un sistema automatizado está compuesto de:

- 1) Parte operativa. Formado por accionadores: cilindros neumáticos, hidráulicos, motores neumáticos, hidráulicos, eléctricos.
- 2) Parte de mando. Dirige u ordena las acciones operativas:
- 3) Mandos neumáticos. Empleo de aire comprimido.
- 4) Mandos hidráulicos. Empleo de aceites o fluidos inflamables con presión.
- 5) Mandos mecánicos. Empleo de engranajes, levas, etc.
- 6) Eléctricos de contacto. Basada en la técnica de relés, también puede utilizar tensiones e intensidades elevadas, dando lugar a sistemas electromecánicas.
- 7) Electrónicas. Basada en transistores, circuitos integrados y microprocesadores, empleando tensiones e intensidades pequeñas.

Automatización neumática

El aire comprimido, básicamente, tiene por objeto la sustitución de la acción muscular, permite trabajar con velocidades altas de conmutación y realizar los

movimientos con la rapidez de respuesta requerida. No obstante, y por imperativos tales como problemas de cálculo, cadencias muy altas, transmisión de señales a distancia en un tiempo corto, etc. Obligan a la utilización de otro tipo de elementos de mando no neumáticos¹⁶.

Estructura de los automatismos neumáticos. Esencialmente una máquina se compone de dos partes:

- 1) La potencia. Que realiza los esfuerzos musculares (motores eléctricos, cilindros neumáticos y/o hidráulicos, etc.).
- 2) El mando. Que realiza los esfuerzos cerebrales (contactos eléctricos, mando neumático, programadores, microprocesadores, autómatas programables).

Las dos partes se pueden ligar de manera lógica o bien analítica. Se pueden distinguir dos tipos de automatismo:

- a) Por cadena abierta (Lazo abierto). Solamente el factor tiempo condiciona el paso de una secuencia a otra, no hay reacción de la potencia hacia el mando.
- b) Por cadena cerrada (Lazo cerrado). Solamente la correcta ejecución de la secuencia permite el paso a la siguiente. Los captadores de información permiten el diálogo permanente entre potencia y tratamiento de la información.

Las instalaciones que utilizan técnicas neumáticas deben constar básicamente de:

- a) Generadores de aire comprimido (compresores)
- b) Circuitos de gobierno con distribuidores
- c) Circuitos de potencia

¹⁶<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/107/8/Capitulo3.pdf>

Los automatismos neumáticos, y su disposición, son análogos a los de los automatismos eléctricos y los procedimientos para la solución también.

Necesidades del sistema básico para la introducción de la neumática en un sistema de control.

- 1) Planta de compresores. La planta de producción en la que se usen herramientas neumáticas, etc. Debe equiparse con la planta de aire comprimido de capacidad apropiada para satisfacer la necesidad de este aire de los sistemas.
- 2) Tubería. Debe tirarse un sistema bien tendido para el aire comprimido, desde el compresor hasta el punto de consumo de la energía neumática en las diversas secciones de la planta en donde se van a introducir dispositivos y sistemas neumáticos.
- 3) Válvulas de control. Se usan diversos tipos de válvulas de control para regular, controlar y monitorear la energía neumática, con el fin de controlar la dirección, la presión, el flujo, etc.
- 4) Actuador neumático. Se utiliza diversos tipos de cilindros y motores neumáticos para realizar el trabajo útil para el cual se diseña el sistema neumático.
- 5) Aparatos auxiliares. Es posible que deban usarse diversos tipos de equipo auxiliar en el sistema neumático, con el fin de lograr un mejor rendimiento, facilitar el control y obtener una mayor confiabilidad.

Automatización Hidráulica

Los sensores electrónicos, controladores, actuadores y válvulas utilizados para el control de sistemas hidráulicos permite a prensas, máquinas de moldeado por inyección, máquinas para el movimiento de grandes pesos trabajar de forma rápida y precisa. El servicio de instalación y sobre todo, de mantenimiento de los sistemas

electro-hidráulicos requiere instrumentos de medida con la capacidad de dar una clara visión del comportamiento y/o rendimiento del sistema¹⁷.

Principios de Sistemas Hidráulicos

Básicamente, un sistema hidráulico está compuesto por un depósito de fluido y una bomba encargada de bombear dicho fluido hacía uno o varios cilindros con el fin de generar movimiento sobre un vástago.

Un controlador, o etapa de control, determina la cantidad y sobre que cilindro debe ser bombeado el fluido, por lo general aceite, abriendo una (o varias) válvula/s. El grado de apertura de dicha válvula determina a su vez la velocidad del movimiento generado.

En este proceso la válvula permanece abierta, generando movimiento sobre el vástago, hasta que un sensor (u operador) proporciona una señal de “parada” al controlador causando el cierre automático de la válvula.

Los sensores utilizados habitualmente en la industria para esta labor pueden ser de tres tipos:

- 1) “Sensores de límite”, también conocidos como de final de carrera, que informan al controlador que una determinada posición del vástago ha sido alcanzada.
- 2) “Sensores de posición” que proporcionan al controlador información sobre la posición del vástago.
- 3) “Válvulas de presión” que limitan la máxima presión que ejerce el fluido en el depósito.

¹⁷http://es.rs-online.com/es/pdf/RSFluke_Control_Hidraulico.pdf

Señales de control

El recorrido del vástago y su velocidad está directamente relacionado con la regulación que efectúa la válvula del flujo de aceite (fluido)¹⁸.

Señales de sensores

Muchos de los sistemas hidráulicos que se emplean en la industria utilizan sensores para determinar la posición de las partes en movimiento del sistema, como por ejemplo los detectores de final de carrera¹⁹.

Automatización eléctrica.

Contadores.- Según las normas IEC (comisión eléctrica internacional) un contador es un dispositivo que permite la conexión o desconexión de uno o varios circuitos, existen de diferentes clases; entre ellas:

Contactor electromagnético.- La fuerza para cerrar los contactos es provista por un electroimán, y el cierre o apertura se realiza mediante piezas mecánicas.

Circuito o partes mecánicas.- (Resortes, partes fijas, móviles etc.)

Circuito electromagnético.- Son partes de hierro por el cual circula un flujo magnético.

Bobina.- Es un arrollamiento por lo general de alambre de cobre esmaltado, alimentado ya sea con corriente continua o alterna.

¹⁸http://es.rs-online.com/es/pdf/RSFluke_Control_Hidraulico.pdf

¹⁹http://es.rs-online.com/es/pdf/RSFluke_Control_Hidraulico.pdf

Entrehierro.- Es el espacio comprendido entre las dos armaduras y es muy importante que en el cierre del contactor este no se haga cero pues dificultaría la apertura del mismo²⁰.

Contactos.- Son los encargados de permitir el paso de la corriente hacia el elemento que lo requiera, por ejemplo un motor.

Aplicaciones. Se puede mencionar, entre algunas:

- 1) Accionamiento (arranque) de motores eléctricos, inversión de giro, desconexión automática en caso de falla de energía si es usado con enclavamiento y accionado con pulsador, desconexión automática en caso de excesivas corrientes acompañado de un relé térmico.
- 2) En sistemas automáticos de transferencia de energía.
- 3) En el accionamiento de bombas para diferentes usos.
- 4) En el accionamiento de puentes grúas, montacargas, ascensores, etc.
- 5) En general en cualquier sistema que necesite el cierre o apertura de contactos para el paso de corriente.

PLC

Un PLC (Programable LogicController - controlador lógico programable) es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar secuencialmente procesos en tiempo real en un ámbito industrial²¹.

Dentro de las funciones del PLC se puede mencionar:

- 1) Adquirir datos del proceso por medio de las entradas digitales y analógicas.

²⁰http://www.escolares.net/files_trabajos/file/pdf/ciencia_y_tecnologia/automatizacion.pdf

²¹http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf

- 2) Tomar decisiones en base a reglas programadas.
- 3) Almacenar datos en memoria.
- 4) Generar ciclos de tiempo.
- 5) Realizar cálculos matemáticos.
- 6) Actuar sobre dispositivos externos mediante las salidas digitales y analógicas.
- 7) Comunicarse con otros sistemas externos.

Aplicaciones de los PLC

- 1) El costo efectivo por punto de entrada/salida ha disminuido con la caída del precio de los microprocesadores y los componentes relacionados.
- 2) La capacidad de los controladores para resolver tareas complejas de computación y comunicación ha hecho posible el uso de PLC en aplicaciones donde antes era necesario dedicar un computador.

Existen 6 áreas generales de aplicación de PLC:

- 1) Control secuencial.
- 2) Control de movimiento.
- 3) Control de procesos.
- 4) Monitoreo y supervisión de procesos.
- 5) Administración de datos.
- 6) Comunicaciones.

Tendencia del hardware

El hardware utilizado hasta nuestros días ha cambiado drásticamente desde la primera aparición del PLC en 1970. La invención y la aplicación del microprocesador han ayudado a esto.

Es muy probable que con este desarrollo acelerado, en un futuro próximo los controladores programables se llamen de otra manera, tal como unidad controladora, ya que este término engloba mejor las nuevas funciones adquiridas.

CPU

El desarrollo de la CPU ha sido tanto en el número de bits que se puede procesar por cada ciclo de máquina (8 bits a mediados de los '70, 16 bits en la década de los '80 y ahora 32 bits) y velocidad de procesamiento, como en su arquitectura interna, dotando al microprocesador de nuevas instrucciones poderosas²²

Sistemas de entradas y salidas

Los sistemas de entrada/salida tendrán la habilidad de interactuar con una gran variedad de sensores y actuadores de una manera altamente inteligente²³.

Los diagnósticos estarán rápidamente disponibles y serán usados de una manera que podrá ser de mayor entendimiento para los diseñadores de sistemas y para el personal en general.

Dispositivos de programación

Los dispositivos de programación serán adaptaciones de los computadores personales. Existirán versiones industriales que no sólo podrán programar cualquier unidad de control, sino también cualquier equipo inteligente del proceso, tales como controladores de robots, controladores numéricos, controladores de visión artificial.

²²<http://www.masadelante.com/faqs/software-hardware>

²³<http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/estructura-basica-plc>

La comunicación podrá realizarse a través de una red local, o bien desde un computador portátil conectado directamente al PLC²⁴.

Software

El desarrollo del software está jugando un rol muy importante en la evolución de los PLC, tanto a nivel de sistemas operativos, como a nivel de lenguajes de programación.

Sistemas operativos

En la gran mayoría de los casos los sistemas operativos son exclusivos al controlador programable. Fueron diseñados para operar de una manera óptima pero no estándar.

Así como en los computadores personales tienden a tener sistemas operativos estándares, es probable que los controladores programables tengan la capacidad de escoger entre un número pequeño de sistemas operativos estándares.

Lenguajes de programación

Los programas se configurarán fácilmente para las aplicaciones industriales específicas por medio de herramientas de programación. Con el propósito de obtener una mejor comunicación entre el diseñador del sistema y el controlador, cada vez se utilizarán más las técnicas gráficas²⁵.

Con lenguajes de programación de tipo gráfico, el operador podrá entender más fácilmente el programa y resolver eventuales problemas que se presenten.

²⁴<http://www.masadelante.com/faqs/software-hardware>

²⁵<http://www.masadelante.com/faqs/software-hardware>

Si es que no evolucionan los lenguajes de programación de diagrama escalera, bloques funcionales y lógica booleana, es muy probable que se desarrolle un nuevo lenguaje, el que deberá incluir combinaciones y conversiones de los lenguajes actuales mencionados.

2.4.- HIPOTESIS

Con la implementación de un proceso de clasificado de frutas se podrá generar una guía de prácticas en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

2.5.- SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPOTESIS

VARIABLE INDEPENDIENTE:

Estudio del proceso de clasificado de frutas.

VARIABLE DEPENDIENTE:

Guía de práctica en el laboratorio de automatización

CAPÍTULO III

3.- METODOLOGÍA

3.1.- ENFOQUE

En el presente trabajo investigativo se obtuvo un enfoque cuantitativo porque se ejecutaron tablas, esto permitió realizar una guía de práctica a los estudiantes en el laboratorio de automatización industrial, aplicando los conocimientos adquiridos, lo cual ayudo a un mejor desarrollo académico de los alumnos, esto genero un proceso adecuado en la construcción de proyectos aplicando el control automático, también verificamos los espacios físicos para coordinar los tiempos y movimientos, que esto no cause ningún problema en los procesos de trabajo en la automatización.

3.2.- MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1.-MODALIDAD BÁSICA

De campo.- La investigación se realizó en el lugar donde se producen los acontecimientos como es el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, se utilizó la optimización de tiempos y movimientos en el transporte de los productos, diseño de varios elementos mecánicos.

Documental.- Se tomaron datos documentados de sitio, lugar, en los que podrá recoger una buena información.

Bibliográfica.- Se enfocó en los conceptos fundamentales que han sido investigados para comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes teorías y criterios.

Experimental o de Laboratorio.- Es el estudio de la variable independiente para observar los efectos en la variable dependiente, con propósito de precisar la relación causa-efecto.

La investigación que se realizó fue combinada.- Es decir, investigaciones de campo y de laboratorio, para que la investigación se desarrolle de mejor manera.

3.3.- NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Exploratoria.- Permitió seleccionar mecanismos automatizados de características y actividades similares a la investigación que se realizó, lo que ayudó a recopilar la información para ejecutar el proceso adecuado de automatización en el sistema.

Descriptiva.-En este tipo de investigación se describieron las partes constituyentes o pasos realizados en el sistema automatizado, es decir se pudo mencionar el adelanto del proyecto, los problemas que se presentaron conjuntamente con las posibles soluciones.

Explicativa.- permitió relacionar la teoría con la práctica y también se identificó los datos obtenidos por medio de cálculos, se verificó las variables en las cuales se centró el desarrollo de la investigación.

3.4.- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.4.1.- VARIABLE INDEPENDIENTE= Estudio del proceso de clasificado de frutas.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>El clasificado de la fruta dependerá del producto en buen estado sin llegar a dañarlo, cumpliendo las exigencias del consumidor final y de la eliminación del producto dañado, infectado, y sobre maduro, deteriorando rápidamente al producto sano.</p> <p>Dependerá del tipo de fruta que se desee clasificar.</p> <p>Bajo determinadas condiciones, está formada por un mecanismo de sustentación, maneja los productos en trayectorias horizontales y verticales</p>	Capacidad de la tolva	Cuál es la capacidad de carga?	-20 lb - 30 lb	Observación directa. Cuaderno denotas.
	Peso	Cuál será el peso adecuado a manipular?	-10 lb -15 lb -20 lb	Observación directa. Cuaderno de notas.
	Fruta	Que frutas se va a manipular?	-Naranjas -Mandarinas -Naranjilla -Limonos	Observación directa.
	Procesos	De qué forma se clasifica la fruta?	-Manual -Automático	Observación directa.
	Mecanismos	Qué mecanismos se debe utilizar en las compuertas?	-Biela-manivela -Leva y excéntrica	Observación directa.
	Motor	Qué tipos motores se pueden utilizar?	-Monofásicos -Trifásicos	Observación directa. Registro específico.
	Transporte del producto	Qué distancia se va transportar y la superficie?	-Longitud -Ancho	Observación directa.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Una guía de práctica contiene reglas, procedimientos o información general que orienten o dirijan a un objetivo o actividad a realizar.</p> <p>En la práctica a realizarse se tendrá un reporte con los procedimientos a seguir.</p> <p>Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí.</p> <p>Tiempo a realizar el proceso en el clasificado de la fruta.</p>	Reporte	Qué parámetros se deben tener en cuenta para el reporte?	-Volumen que se utiliza. -El tiempo de trabajo	Tabla comparativa de datos. Registro específico.
	Dispositivo de Automatización	Qué tipo de dispositivo será necesario para la automatización?	PLC Micro-controlador	Bibliográfica Libros
	Tiempos	Qué tiempo se demora en clasificar la fruta y realizar el proceso?	<1 Hora >1 Hora	Observación directa. Cuaderno de notas
		Qué tiempo se necesita para realizar la práctica?	> 45 min < 1.30 Horas	Documental

3.5.- RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Al realizar el estudio de investigación se utilizó la siguiente técnica de recolección de la información.

Observación.-La investigación se estableció fundamentalmente en la observación directa, permitió observar datos los mismos que sirvieron de guía en la ejecución del proyecto.

Se utilizó observación de campo para no descartar la oportunidad de basar nuestra automatización en otros diseños ya realizados, los cuales se encuentran en libros, folletos y páginas electrónicas, sobre todo los artículos en formato pdf considerados más confiables.

3.6- ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Revisión crítica de la investigación recogida; es decir, limpieza de información recogida en base al marco teórico, la observación en el laboratorio permitió recopilar la información necesaria para el estudio de la clasificadora de fruta.

- Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales, para corregir fallas de la información seleccionada en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

- Tabulación o cuadros según variables de la hipótesis: el manejo de información permitió realizar cuadros, tablas de datos para la presentación de resultados que se encuentran en el capítulo IV.

3.6.2.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

- El análisis de los resultados se realizó en el tiempo en que se demora en cumplir un proceso el de clasificadora una vez que se efectuó las pruebas correspondientes, destacando tendencias o relaciones fundamentadas de acuerdo con los objetivos que nos hemos planteados.

- Se interpretara todos los datos obtenidos en el desarrollo del capítulo IV, para sustentar estos resultados también se apoyó del marco teórico, y los anexos.

CAPÍTULO IV

4.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la selección del equipo para automatizar la clasificadora se tiene dos posibles soluciones las cuales es utilizar un PLC o un micro controlador que permita realizar un control automático óptimo.

Tabla 4.1 Selección del equipo para la automatización.

	PLC	Micro controlador
Ventajas	Control más preciso. Mayor rapidez de respuesta. Flexibilidad Control de procesos complejos. Facilidad de programación. Seguridad en el proceso. Empleo de poco espacio. Fácil instalación. Menos consumo de energía. Mejor monitoreo del funcionamiento. Menor tiempo en la elaboración de proyectos. Posibilidad de añadir modificaciones sin elevar costos. Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómeta.	Reducción de la cantidad de espacio en la implementación de un diseño dado. Reduce el costo de implementación. Permite desarrollo de aplicaciones específicas de manera más rápida y eficiente. Los fabricantes dan mucho soporte sobre las aplicaciones más comunes. Se adaptan mejor a aplicaciones específicas.
Desventaja	Mano de obra especializada. Condiciones ambientales apropiadas. Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas.	Desventajas Flexibilidad limitada Los drivers proporcionados por los fabricantes son gratis, pero no están garantizados. Requiere de programadores con habilidades en hardware y software

Fuente: Elaborado por el investigador

Se opto por la utilización del PLC por el conocimiento adquirido en el transcurso estudiantil y no se utilizó el micro controlador por la falta de información del mismo,

se tiene una programación con un control más preciso, detección de averías y tiempos muertos, ocupa poco espacio físico, se puede manipular sin ningún problema.

Se realizó una lista de las posibles frutas a ser utilizadas en la máquina para que las mismas se deslicen, permitiendo bajar por la bandeja grande esta es de tipo rejilla, el producto grande se queda en la misma bandeja y el pequeño llega a la otra bandeja para así almacenarse en su respectivo recipiente, se detalla todo en la siguiente tabla.

Tabla 4.2 Posibles frutas a ser utilizar en la máquina.

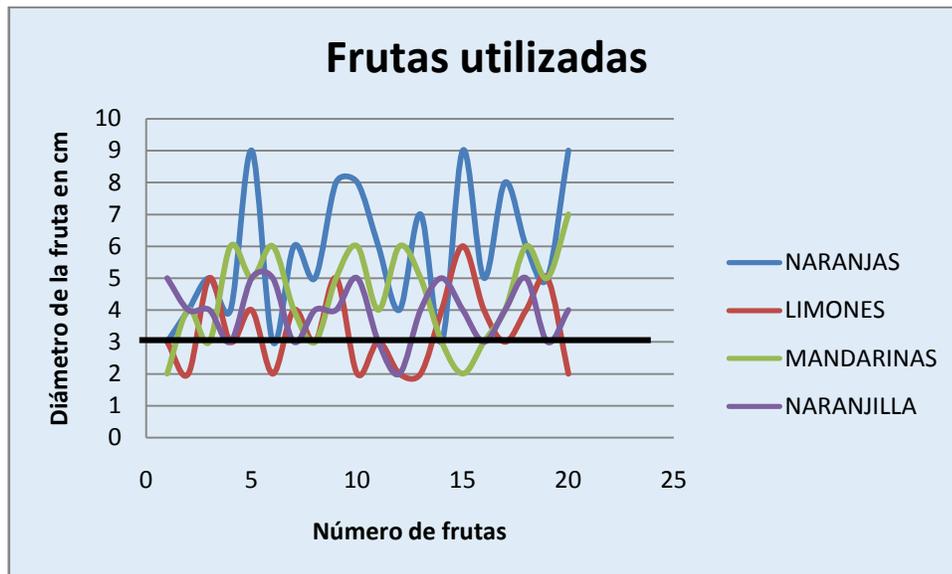
Número de frutas	Naranjas (diámetro en cm)	Limonos (diámetro en cm)	Mandarinas (diámetro en cm)	Naranja (diámetro en cm)
1	3	3	2	5
2	4	2	4	4
3	5	5	3	4
4	4	3	6	3
5	9	4	5	5
6	3	2	6	5
7	6	4	4	3
8	5	3	3	4
9	8	5	5	4
10	8	2	6	5
11	6	3	4	3
12	4	2	6	2
13	7	2	5	4
14	3	4	3	5
15	9	6	2	4
16	5	4	3	3
17	8	3	4	4
18	6	4	6	5
19	5	5	5	3
20	9	2	7	4

Fuente: Elaborado por el investigador

En la siguiente figura se podrá visualizar como se llega a clasificar la fruta, será por su característica principal el diámetro, menor de 3cm pasa a la bandeja pequeña, caso

contrario seguirá por la bandeja grande para llegar a cada uno de su contenedor, luego será transportada a su lugar de almacenamiento.

Figura 4.1 Clasificado de las frutas



Fuente: Elaborado por el investigador

La naranja muy difícilmente se puede clasificar, con este tipo de fruta se podría utilizar la mayoría como empacadora.

Para las pruebas en la clasificadora se utilizó la naranja y el limón porque este tipo de fruta se tiene por lo general todo el año y un factor muy importante también fue el aspecto económico en la compra del producto para en la realización de las prácticas, puesto que es menos costoso y al alcance del autor.

Otros procesos que realizan en la clasificación pueden ser por su color, tamaño, pasando por el estado madurez, producto sano, antes de pensar en el almacenamiento de productos frescos, existen otros factores que deben tomarse en consideración. La vida máxima de almacenamiento de un producto cosechado depende del historial de su producción, calidad y de la madurez en el momento de la cosecha.

La vida actual de almacenamiento que puede alcanzar en la práctica, puede ser muy diferente, ya que depende de los procedimientos de cosecha y manejo y del medio ambiente del almacenamiento para que el producto no tienda a dañarse, lo que permita al consumidor final tener un producto de buena calidad y llegando a satisfacer sus necesidades.

El análisis de resultados se lo realizó de acuerdo a la investigación, las ventajas que se puede obtener en el proceso interpretando adecuadamente los datos obtenidos, mediante la utilización de un PLC permitió realizar la automatización de la clasificadora de frutas, el cual va a depender de las características que se necesite tomando muy en cuenta el aspecto económico en la adquisición de los materiales, el financiamiento cubrirá el autor del proyecto.

La automatización de la clasificadora de fruta se realizó con el objetivo de crear una guía de práctica en el que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas y consigan llevar de la mano lo teórico-práctico para que en la vida profesional se puedan desenvolver fácilmente.

Para analizar el tiempo de llevado de la fruta en el recipiente, la salida a la banda transportadora y llegada al final de la misma, cuando se ejecuta el proceso de clasificado y el llenado en el contenedor se utilizó un cronómetro para tener un menor margen de error.

Luego de culminar con la instalación de las partes necesarias en la clasificadora para poder automatizar la máquina se realizó las pruebas de funcionamiento, ejecutando y verificando que todas las partes que lo conforman estén rindiendo de la mejor manera, de modo que permitió corregir las fallas que tiene el proceso y dejándolo funcionando al 100%.

4.2.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Debido al trabajo que cumple el resorte se utilizó un peso de 15 lb, permitiendo comprimirlo y realizar el proceso, en las tablas siguientes se muestra los datos obtenidos en las pruebas que se realizó y para la otra mesa se utilizó un peso de 5 lb el mismo que no realiza ningún proceso.

TABLA 4.1Número de pruebas – Tiempo de clasificado sin automatizar.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
Ensayo del transporte de la fruta				
Elaborado: Lenin Cayetano Lascano Sánchez				
Fecha de elaboración: 10-14 de Enero del 2011				
Pruebas	Tiempo Seg.	Consumo	Análisis	Proceso
1	18	Demasiada energía	Costoso	Ninguno
2	19	Demasiada energía	Costoso	Ninguno
3	25	Demasiada energía	Costoso	Ninguno
4	20	Demasiada energía	Costoso	Ninguno
5	19	Demasiada energía	Costoso	Ninguno

Fuente: Elaborado por el investigador.

Las pruebas se las realizó en base al variador de frecuencia porque permitió obtener una velocidad adecuada para el transporte de la fruta sin llegar a tener ningún inconveniente.

Para determinar el peso con el que se trabajó se lo hizo por medio de pruebas, teniendo muy en cuenta el bienestar y calidad de la fruta y el tipo de recipiente en el cual va ser transportada para un proceso adecuado.

TABLA 4.2Número de pruebas – Tiempo de clasificado automático.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
Ensayo del transporte de la fruta				
Elaborado: Lenin Cayetano Lascano Sánchez				
Fecha de elaboración: 25-29 de Julio del 2011				
Pruebas	Frecuencia Hz	Velocidad obtenida rpm	Tiempo Seg.	Análisis
1	30	0	0	V. Inadecuada
2	35	2	8	V. Inadecuada
3	40	7	12	V. Inadecuada
4	50	16	19	V. Inadecuada
5	60	20	25	V. Optima

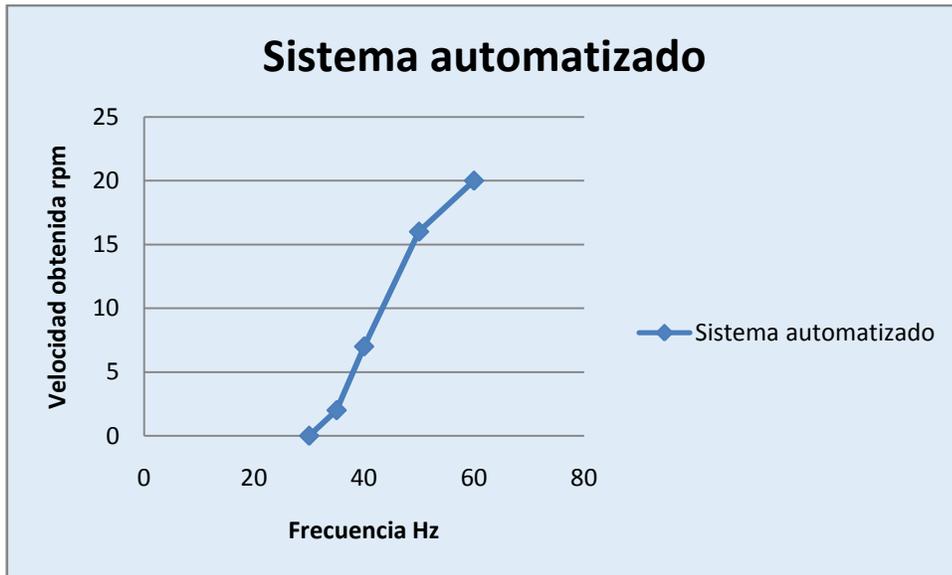
Fuente: Elaborado por el investigador.

De acuerdo con los resultados obtenidos proceso de la clasificadora de fruta se debe de estar encaminada a ofrecer tiempos adecuados que se necesitaría para la producción en la clasificadora, siendo uno de los tiempos más idóneo el de la frecuencia de 60Hz velocidad de 20rpm y un tiempo 25seg que se necesitaría para realizar el transporte completa.

En las tablas realizadas anteriormente se pudo observar cual es valor ideal para el tiempo del clasificado y por lo tanto se deberá tener en cuenta este factor que es muy importante, se realizara una comparación de cómo está trabajando con el sistema actual y la implementación del sistema de automatización en el proceso de la clasificadora.

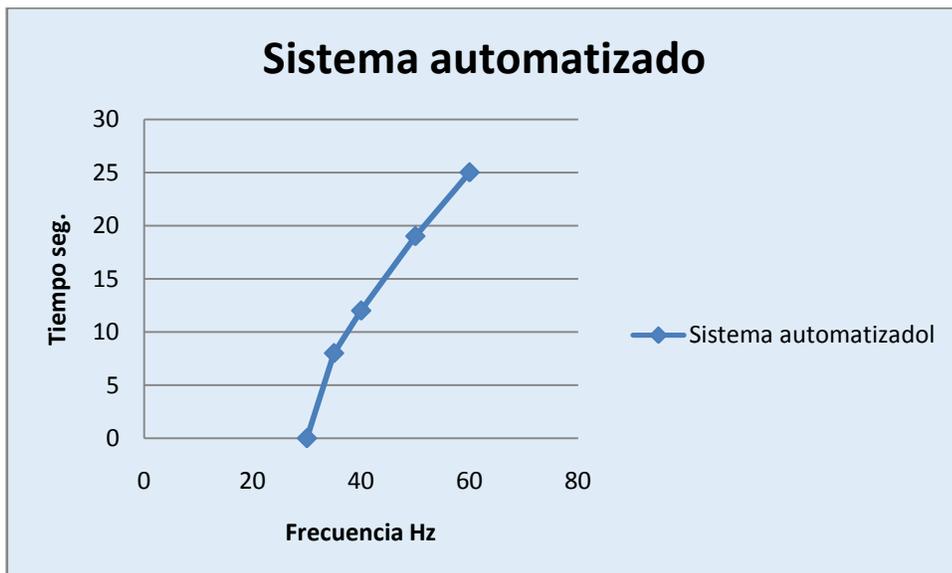
Con las tablas realizadas de las pruebas del sistema automatizado, su representación de los datos obtenidos se interpretación mediante gráficos con un proceso aceptable y óptimo al cual antes no se lo tenía.

Figura4.1 Velocidad en función de la frecuencia



Fuente: Elaborado por el investigador

Figura 4.2 Tiempo en función de la frecuencia



Fuente: Elaborado por el investigador

4.3. -VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

El tiempo promedio para realizar la práctica es de 30 minutos, cumpliendo con un tiempo adecuado porque se tiene dos horas de 45 minutos en el horario académico, esto cubre tranquilamente el proceso, para verificar la máquina que no tenga ningún problema ósea tanto en conexiones como desperfectos de los equipos se tiene un tiempo promedio de 10 a 15 minutos, permitiendo hacer dos grupos los cuales recojan apuntes para realizar su correspondiente informe y puedan entregar al encargado del laboratorio en el plazo establecido para la calificación correspondiente la práctica realizada.

Se utilizó un motor trifásico de un 1 hp en la banda transportadora porque se cuenta en el laboratorio con algunos variadores de frecuencia, estos permiten trabajar a una velocidad adecuada sin dañar la fruta al momento de transportarla, esta tiene una longitud de 3,5 metros y se instala unas guías dejando un ancho de 30 cm para que el recipiente se deslice de mejor manera por la banda.

En el laboratorio también se tiene la facilidad de un tablero con dos electroválvulas, se instaló en la máquina dos pistones, en uno permite abrir y cerrar la descarga de la fruta, el otro expulsa el recipiente con su peso adecuado de fruta para que este llegue a la banda y pueda ser transportada al final de la misma para luego ser llevada al lugar de almacenamiento.

Mediante la implementación de un proceso de clasificación de fruta se consiguió realizar una guía práctica, además los estudiantes podrán aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas, los mismos que permitieron cumplir un sistema de automatización en menor tiempo.

Llegando a incrementar las habilidades y destrezas en los estudiantes de la carrera para que puedan desenvolverse en cualquier trabajo que se les presente.

Para tener un conocimiento más amplio sobre la guía práctica se la detalló de la siguiente manera:

GUÍA PRÁCTICA

OBJETIVO GENERAL

Implementar un proceso de clasificación de frutas para generar una guía de práctica permitiendo fortalecer los conocimientos adquiridos en el ciclo estudiantil y desenvolverse en el campo profesional.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de controladores adecuados para implementar en la automatización de la clasificadora de fruta.
- Elegir la fruta adecuada que permita cumplir con las prácticas en el laboratorio de control automático.
- Obtener un adecuado tiempo en la clasificación de la fruta.

EQUIPOS CON LOS CUALES SE TRABAJA

Computador

PLC

Variador de frecuencia

Contactador

Fuente de 24v y de 5v.

Electroválvulas

Compresor

Unidad de mantenimiento

PROCEDIMIENTO

1.- Ponemos la fruta en la tolva la misma que baja por gravedad por la bandeja, aquí clasifica la fruta grande, la pequeña cae a otra bandeja para que cada una pueda ser almacenada.



Figura 4.3 Clasificado de fruta

Fuente: Elaborado por el investigador

2.- Se dará el pulso de inicio al programa, permitiendo abrir las dos compuertas de descarga, se comienza a llenar la fruta en las cajas, hasta que el peso active un final de carrera el cual enciende al motor de la banda transportadora y acciona también al pistón para empujar a la caja.



Figura 4.4 Inicio del programa

Fuente: Elaborado por el investigador

3.- El pulso acciona el pistón que trabaja con una electroválvula con la presión de 50 psi, también se acciona el servomotor el cual no necesita mayor fuerza.



Figura 4.5 Accionamiento de los componentes

Fuente: Elaborado por el investigador

4.- Cuando la caja llega a pesar 15 lb, activa un final de carrera, el mismo que permite encender al motor con un contactor el cual se energiza y permite pasar energía al motor y acciona el pistón empujando a la caja hacia la banda transportadora.



Figura 4.6 Ubicación de los equipos

Fuente: Elaborado por el investigador

5.- El recipiente con fruta llega a la banda transportadora la lleva hasta el final donde es detenida cuando corta la señal al sensor óptico de proximidad y al mismo tiempo abre la compuerta de descarga para nuevamente realizar el proceso, se debe retirar el recipiente con fruta porque el proceso es secuencial permitiéndole salir el otro recipiente sino se tendría inconvenientes como la demora en el clasificado de fruta.

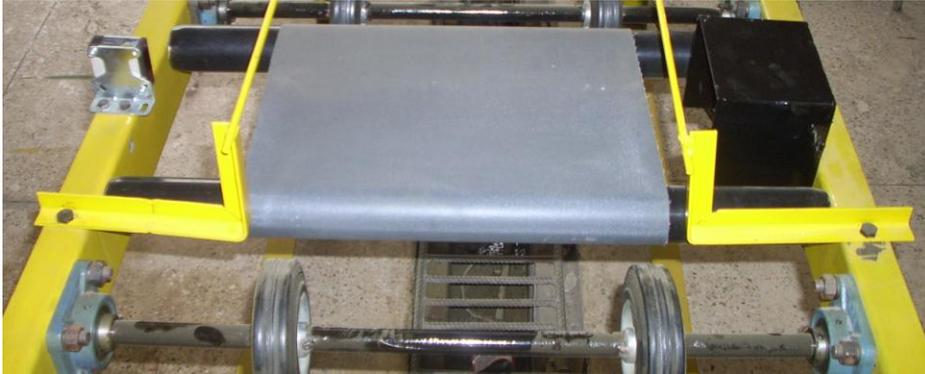


Figura 4.7 Instalación del sensor óptico

Fuente: Elaborado por el investigador

6.- Los equipos se instaló en una plataforma en la mesa de descarga grande en que ubico de la mejor manera para tener mayor espacio en la mesa principal y no produjo ningún inconveniente.

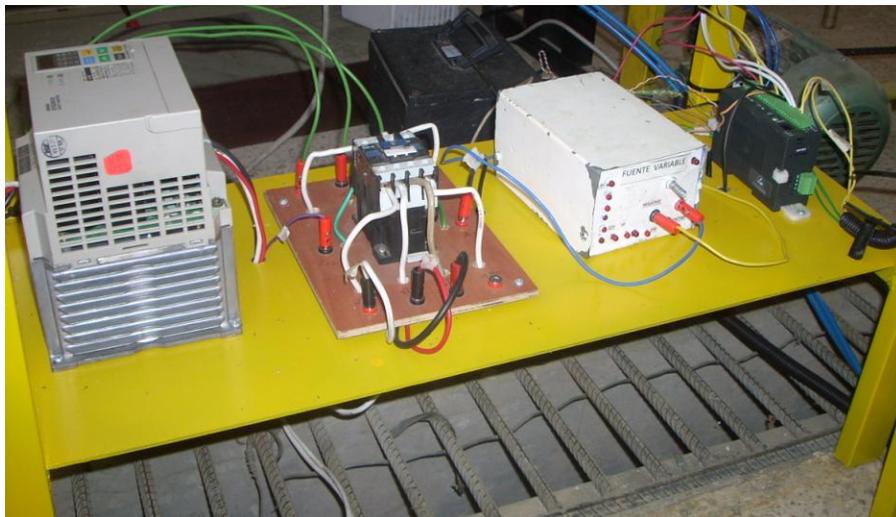


Figura 4.8 Conexión de los equipos

Fuente: Elaborado por el investigador

NOTA:

- Los elementos seleccionados para automatización fueron los adecuados llegando a facilitar proceso de clasificado de fruta, culminando el mismo con un terminado de alta calidad.
- Luego de haber realizado práctica se adquirieron conocimientos como realizar control de procesos, programación y neumática.
- Se recomienda tener las debidas precauciones las conexiones para evitar cortocircuito, pudiendo sufrir algún desperfecto en los equipos o llegando a dar de baja alguno de ellos.
- Además se recomienda tomar todo tipo de apuntes, anotaciones, fotografías durante la práctica para tener mejores y más eficaces resultados al momento de recaudar la información, además que cualquier inquietud que se haya tenido es más fácil recordarlas al instante de mirar las fotografías.

CAPÍTULO V

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

El uso de un PLC para la automatización de la clasificadora, permite tener un control adecuado de los equipos instalados y sus diferentes componentes, así como del transporte del contenedor a una velocidad adecuada en la banda transportadora.

Con la implementación de una guía práctica sobre el correcto uso de la clasificadora de fruta, se consigue separar el producto grande del pequeño en contenedores por separado, para finalmente se transportado al lugar de almacenamiento.

Diseñar y construir una máquina clasificadora de fruta que permita obtener un producto en buen estado y separado en contenedores la fruta grande de la pequeña en el mínimo tiempo posible, cumpliendo con los requerimientos del mercado, de esta manera aumentando la producción satisfaciendo las necesidades de los clientes y mejorando su calidad de vida.

La guía práctica permite tener acceso a instrucciones que podrían ser utilizadas por los estudiantes en caso de duda cuando manipula la máquina, para evitar un desperfecto ya sea mecánico o electrónico.

Se deberá ejecutar un proceso adecuado de construcción, aplicando conocimientos adquiridos básicos de la Ingeniería Mecánica y aprovechar todo lo que se ha aprendido en el ciclo estudiantil.

El adecuado uso de los controladores en la automatización de un clasificador de fruta permite implementar de mejor manera la utilización de cada uno de ellos, entendiendo como manejarlos también en otras maquinarias sin que existan mayores problemas.

5.2.- RECOMENDACIONES

Se debe utilizar un PLC para un correcto funcionamiento de la clasificadora, permite tener un control adecuado de los componentes, así como del envío del contenedor en la banda transportadora sin llegar a dañar la fruta y satisfaciendo las necesidades del consumidor final.

Se recomienda utilizar la guía de práctica de manera adecuada, tomando en cuenta los diferentes puntos que constan en la misma para lograr el correcto funcionamiento de la máquina, de esta manera obtener los resultados deseados, caso contrario se tendrá grandes inconvenientes como daños de los equipos o posiblemente a dándolos de baja.

Para facilitar el separado de la fruta se tiene que diseñar y construir una máquina que utilice una bandeja con separaciones de tipo rejilla la cual permite que el producto grande se deslice por encima de la misma hasta un contenedor, en tanto que la fruta pequeña cae al interior de bandeja siendo trasladada a otro contenedor.

Para el funcionamiento de la máquina clasificadora de fruta se utiliza un pulsador de inicio, que active una electroválvula que abra la compuerta para llenar el contenedor, cuando este llega a un peso de 15lb, el final de carrera activa nuevamente la electroválvula cerrando la compuerta para finalmente ser transportada al lugar de almacenamiento.

Se puede mejorar el funcionamiento de la máquina aumentando nuevos equipos en el proceso del clasificado de frutas también redefiniendo la guía de práctica si así lo requiere.

No se debe exceder de la capacidad de peso especificado que es de 15lb máximo hasta 15.5lb, para lograr un funcionamiento adecuado porque si no se tendría inconvenientes durante el proceso de clasificado de la fruta.

Tener cuidado al momento de instalar el sensor óptico de proximidad porque es muy delicado, llegando a darlo de baja y también al guardarlo sin golpearlo porque se puede dañar sus circuitos.

CAPÍTULO VI

6.- PROPUESTA

TEMA:

“REPOTENCIACIÓN DE LA MÁQUINA CLASIFICADORA DE FRUTAS PARA OBTENER UNA GUÍA DE PRÁCTICA EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO”

6.1.- DATOS INFORMATIVOS

La clasificadora de frutas, está localizada en el laboratorio de automatización de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, los beneficiarios serán los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica la misma permita realizar prácticas aplicando conocimientos adquiridos en el proceso estudiantil.

Con el desarrollo de este proyecto automatizado se pretende utilizar herramientas tecnológicas y prácticas como son: programación, neumática y control de procesos, para el accionamiento de un circuito de control se realiza censando el peso a recibir el cartón de almacenamiento de la fruta, esto son datos iniciales y establecidos por el diseñador.

La velocidad de la banda transportadora se la controla por medio de un variador de frecuencia porque el motor que se utiliza es de 1hp de 1700 rpm que es demasiada velocidad para transportar las 15 lb utilizando su respectivo recipiente.

Se instaló al final de la banda transportadora un sensor óptico de proximidad el cual detiene el proceso y abre la compuerta de salida de la fruta para volver a otro proceso.

El control la clasificadora de fruta se lo realizara por medio de un PLC FlexiLogics, que tiene las entradas y salidas requeridas, permitiendo realizar la programación necesaria para terminar el proceso en un tiempo deseado.

6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Para el desarrollo del presente proyecto se vio la necesidad de realizar una investigación que diera el conocimiento exacto de la existencia o no de proyectos similares al cual se está realizando por tal no se encontró ningún tema relaciona con el que se está realizando.

La máquina estuvo utilizando dos motores de plumas, estos consumen mucho amperaje lo cual era muy costoso la realización de prácticas en el laboratorio porque utilizaba una batería de auto, por lo que se decide cambiar por otros métodos buscando el más bueno, sencillo y sin que de mayor problema.

A la clasificadora se une una banda transportadora la misma que no estaba en funcionamiento, lo que permitió utilizarla para que realice un transporte adecuado en el proceso del clasificado de la fruta.

Al instalar un proceso en la clasificadora ofrecerá ejecutar un guía práctica a los estudiantes lo que ellos aplicaran conocimientos básicos sobre lo que es el control automático y tendrán una idea más clara de las posibles soluciones que se les pueden presentar cuando ingresen a trabajar en una empresa de alta competencia.

6.3.- JUSTIFICACIÓN

El trabajo investigativo considera la implementación de un proceso el cual permitió aplicar en los estudiantes conocimientos sobre la automatización y realizar prácticas de control automático en la máquina clasificadora de fruta, en el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Esta clasificadora permitió a los pequeños comerciantes abastecer el mercado de un producto de buena calidad, adquirir esta máquina de construcción nacional a un precio económico, cumpliendo de manera satisfactoria o mejor que las máquinas importadas, disminuyendo los tiempos de salida de mercadería y aumentando ingresos.

Por esta razón se pretende dar solución al proyecto antes planteado, que es actualizar tecnológicamente la clasificadora, con lo cual permitirá controlar los elementos básicos de automatización, culminando el proceso con éxito en el clasificado de fruta.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un proceso de clasificado de frutas para generar una guía de práctica permitiendo disminuir el tiempo en el llenado del contenedor, fortaleciendo los conocimientos adquiridos en la vida estudiantil.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar los tipos de controladores adecuados para implementar en la automatización de la clasificadora de fruta.

- Proporcionar una Guía de prácticas a los estudiantes, que les permita aplicar, fortalecer lo aprendido en las aulas.
- Realizar las pruebas de funcionamiento de la clasificadora de fruta una vez terminado la automatización y obtener resultados óptimos.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Es factible realizar el presente trabajo al desarrollar la propuesta tomando en cuenta las decisiones necesarias para el mejoramiento continuo del proceso que se desea ejecutar en el estudio.

La repotenciación de la clasificadora de fruta permitió trasladar las cajas utilizando la banda transportadora, se instaló en variador de frecuencia que transporte el recipiente con fruta a una velocidad adecuada porque consta de un motor de 1hp a 1700 rpm que es demasiada velocidad, se aprovecha el mismo para un control ideal.

En cuanto a la construcción de las partes que deseo utilizar para la automatización y acoples, es factible por su fácil adquisición en el país como son las empresas certificadas en distribuir estos accesorios.

Se necesitó saber unos conceptos básicos como son funcionamientos de mecanismos, fuerza necesaria para la salida del pistón, control de motores eléctricos y sensores.

El PLC seleccionado fue de fácil adquisición en el mercado, su costo fue accesible al igual que el sensor óptico de proximidad y los demás accesorios, permitiendo finalizar con éxito y cumpliendo los objetivos propuestos.

Este proceso es aplicado en las concesiones a los diferentes dispositivos de maniobra es muy sencillo para el operador, es necesario tener cuidado en las conexiones, no necesita personal técnico para utilizarlo.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 SELECCIÓN DEL PLC

Para la selección del Controlador Lógico Programable (PLC Renu FL 010) se toma en cuenta los factores que son las entradas que utiliza y las salidas.

Para la selección de este PLC se vio la necesidad de adquirirlo porque cumple con las características deseadas y por su salida a transistor que permite trabajar al servomotor.

Entradas ==> {8 Entradas }

*Salidas ==> { 6 Salidas a rele
2 Salidas a transistor }*

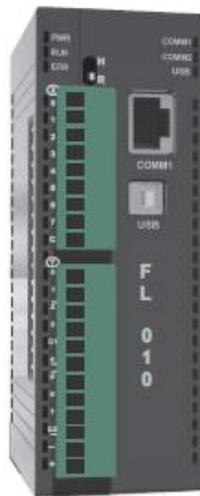


Figura 6.1 PLC Renu FL010

Fuente:www.renuelectronics.com

Utilización del Programa Flexisoft

Como se determinó que PLC debe tener 8 entradas y 8 salidas, mediante el programa FLEXISOFT se realiza la guía de utilización del software antes mencionado.

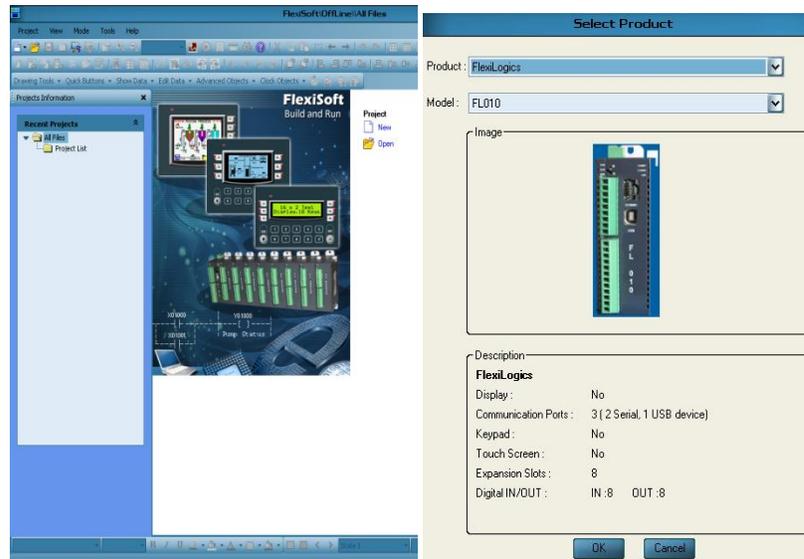


Figura 6.2 Captura del software Flexisoft

Fuente: Elaborado por el investigador

La programación de este tipo de PLC se la realiza en aplicación LADDER (tipo escalera).

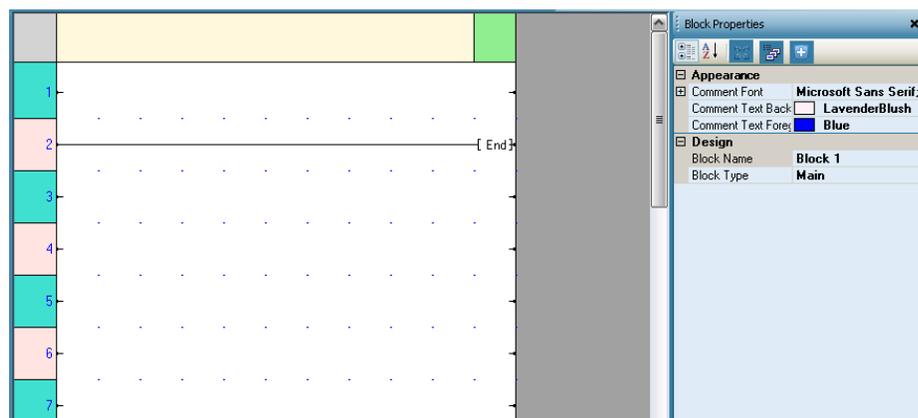


Figura 6.3 Captura pantalla de programación

Fuente: Elaborado por el investigador

Para crear un ejemplo en LADDER insertamos cualquier tipo de componente e inmediatamente nos aparece una pantalla, una ventana en la cual se puede modificar el tipo de función y el nombre del mismo.

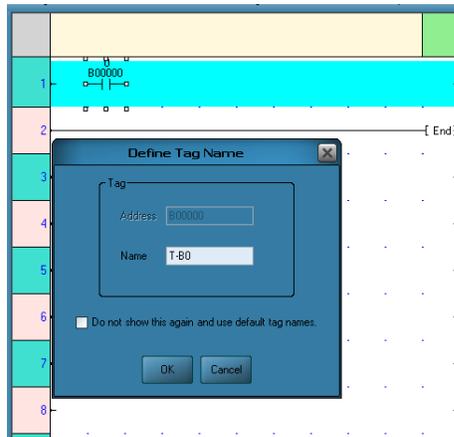


Figura 6.4 Captura creando un programa

Fuente: Elaborado por el investigador

Siempre se debe cerrar toda línea de programación, teniendo en cuenta que al final de todo el trabajo se debe insertar el comando END, para que permita ejecutar el software sin que existan errores o nos envíe una ventana en la cual nos diga en que línea de código está el error.

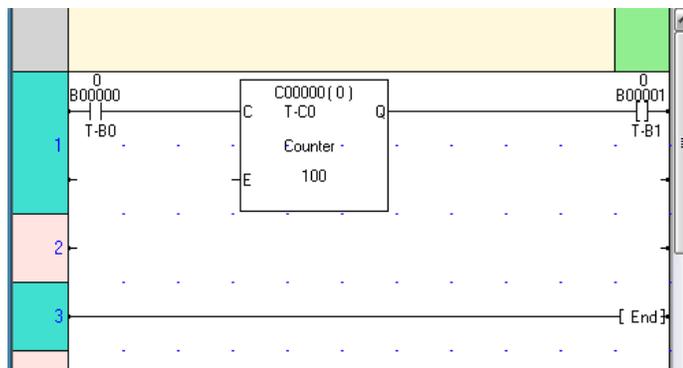


Figura 6.5 Captura finalizando un ejemplo

Fuente: Elaborado por el investigador

Previo a la transferencia del programa al PLC se debe compilar con esto se verifica que la programación en LADDER está realizada de forma correcta o tiene algún error.

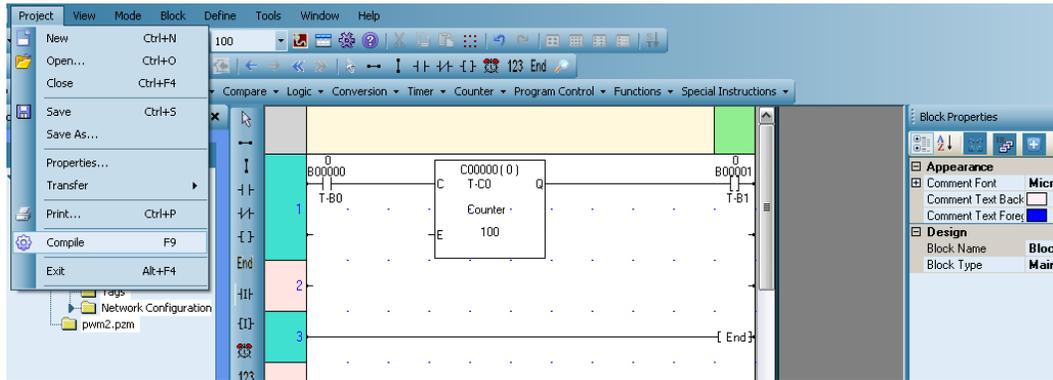


Figura 6.6 Captura compilando si existe errores

Fuente: Elaborado por el investigador

Para luego transferir toda la programación al PLC y se pueda trabajar sin ningún problema.

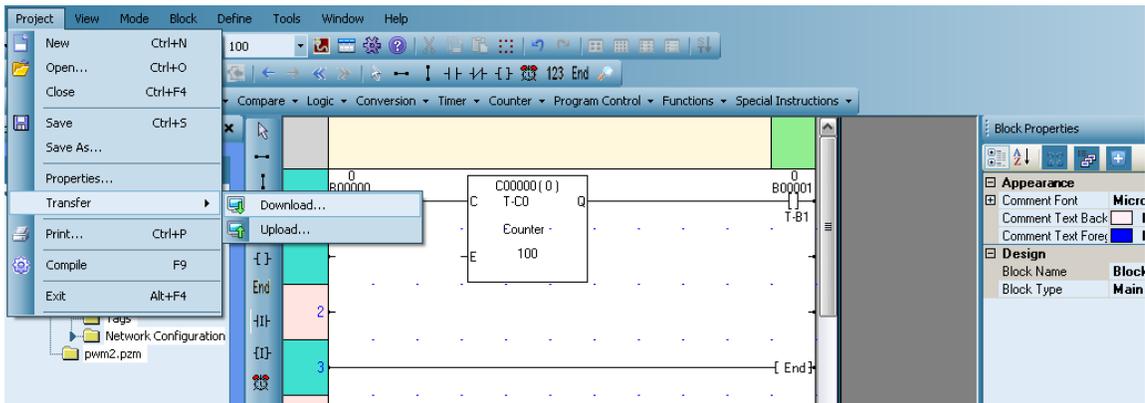


Figura 6.7 Captura transferir datos

Fuente: Elaborado por el investigador

6.6.2 SELECCIÓN DEL SENSOR

Se selecciona este sensor de Fococélulas para todo tipo de tensión E3JK por su necesidad de que el final de la banda transportadora pueda detener la caja que no llegue a caer de la mesa, abrir nuevamente la puerta de descarga y realizar nuevamente el proceso.

- Alimentación universal: de 12 a 240 Vc.c. y de 24 a 240 Vc.a.
- Construcción delgada que ahorra espacio, con unas dimensiones de sólo 50 x 50 x 17,4 mm.
- Salidas de relé con una larga vida útil y alta capacidad de conmutación (3 A, 250 Vc.a.).
- Tipo polarizado de reflexión sobre espejo disponible para detección de objetos brillantes.



Figura 6.8 Sensor óptico de proximidad

Fuente:http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/sensing/photoelectric_sensors/special_models/e3jk/default.html

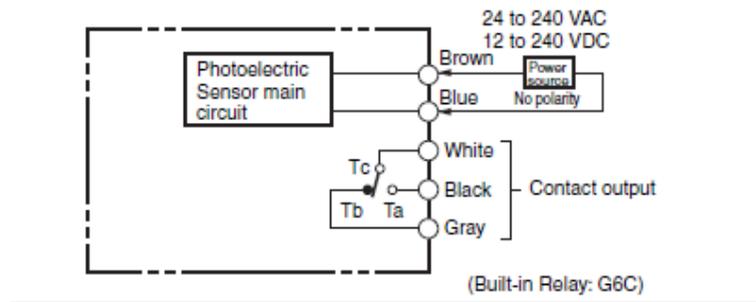


Figura 6.9 Forma de conexión sensor óptico

Fuente:http://ww.ia.omron.com/data_pdf/data_sheet/e3jm_e3jk_dsheets_csm421.pdf

6.6.3 SELECCIÓN VARIADOR DE FRECUENCIA

Se utiliza el variador de frecuencia OMRON SYSDRIVE 3G3EV por la facilidad de existencia en el laboratorio de control automático en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.



Figura 6.10 Variador de frecuencia

Fuente:<http://www.ebay.com/itm/New-Omron-Sysdrive-3G3EV-A2004-AC-Inverter-Drive-NIB-/310137358142>

6.6.4 PULSADORES

Acción momentánea (AM)- Cuando se oprime el botón pulsador del interruptor para cambiar su estado (por ej. de OFF a ON), este estado solo permanecerá mientras se esté aplicando la fuerza de accionamiento. Estos tipos de pulsadores momentáneos sencillos se dividen entre NO y NC, o sea momentáneamente abierto o momentáneamente cerrado respectivamente.

Los pulsadores deben ser normalmente abiertos ya que el PLC únicamente detecta la carga para iniciar o para detenerse.



Figura 6.11 Pulsador normalmente abierto

Fuente: http://www.epromsa.com/pulsadores_%C3%9822mm_340

6.6.5 CONTACTORES de 220v-110v

Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos.

Elección del Contactor:

Cuando se va a elegir un Contactor hay que tener en cuenta, entre otros factores, lo siguiente:

- Tensión de alimentación de la bobina: Esta puede ser continua o alterna, siendo esta última la más habitual, y con tensiones de 12 V, 24 V o 220 V.

- Número de veces que el circuito electromagnético va a abrir y cerrar. Podemos necesitar un Contactor que cierre una o dos veces al día, o quizás otro que esté continuamente abriendo y cerrando sus contactos. Hay que tener en cuenta el arco eléctrico que se produce cada vez que esto ocurre y el consiguiente deterioro.
- Corriente que consume el motor de forma permanente (corriente de servicio).



Figura 6.12 Contactor 220v – 110V

Fuente: <http://www.irvinsystems.com/?p=4942>

Marcado de bornes:

- Bobina: se marca con A1 y A2.
- Contactos auxiliares: Como ya hemos nombrado, existen contactos normalmente abiertos (NO) o (NA) y normalmente cerrados (NC).
- Contactos NO.- Se les asignarán números de 2 cifras, la primera cifra indica el número de orden y la segunda deberá ser 3 y 4. Ejemplos: 13-14, 23-24, 33-34.

- Contactos NC.- Se les asignarán números de 2 cifras, la primera cifra indica el número de orden y la segunda deberá ser 1 y 2. Ejemplos: 11-12, 21-22, 31-32.
- Contactos principales: Se marcan con los siguientes números o letras: 1-2, 3-4, 5-6, o L1-T1, L2-T2, L3-T3.

- El Contactor se denomina con las letras KM seguidas de un número.
- Relé Térmico: Los bornes principales se marcarán como los contactos principales del contactor, 1-2, 3-4, 5-6, o L1-T1, L2-T2, L3-T3. Los contactos auxiliares serán, 95-96 contacto cerrado y 97-98 contacto abierto.

6.6.6 SELECCIÓN DEL SERVOMOTOR

El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro (una resistencia variable) esta es conectada al eje central del servo motor. En la figura se puede observar al lado derecho del circuito. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servo motor. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado.

Si el circuito chequea que el ángulo no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto. El eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180 grados. Normalmente, en algunos llega a los 210 grados, pero varía según el fabricante. Un servo normal se usa para controlar un movimiento angular de entre 0 y 180.

Servomotores en modelismo

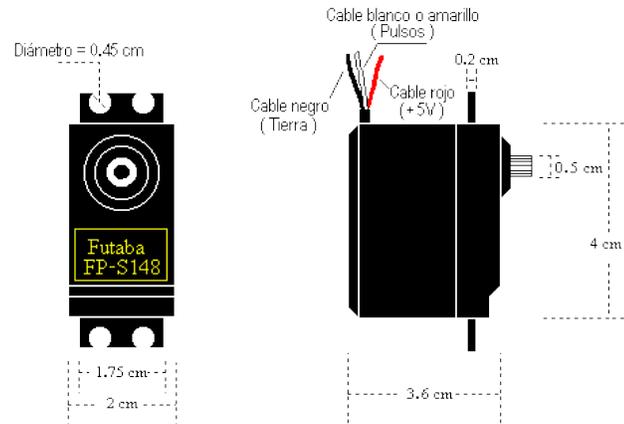


Figura 6.13 Especificaciones del servomotor

Fuente: <http://www.info-ab.uclm.es/labeledc/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>

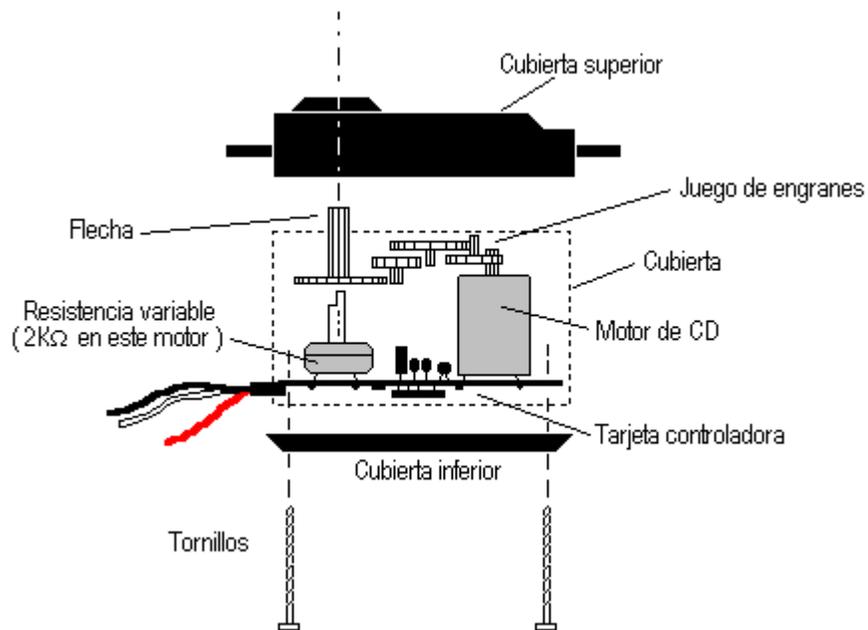


Figura 6.14 Parte interior del servomotor

Fuente: <http://www.info-ab.uclm.es/labeledc/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>

Un servomotor de este tipo es básicamente un motor eléctrico que sólo se puede girar en un ángulo de aproximadamente 180 grados (no dan vueltas completas como los motores normales). De los tres cables que salen de su cubierta. El rojo es de voltaje de alimentación (+5V), el negro es de tierra (0V ó GND). El cable blanco (a veces amarillo) es el cable por el cual se le instruye al servomotor en qué posición ubicarse (entre 0 grados y 180).



Figura 6.15 Utilización del servomotor

Fuente: Elaborado por el investigador

Utilización del servomotor

El servomotor consta de cables uno de color café que es tierra, el de color rojo es alimentado a (+5v) y el de color tomate es el que recibe los pulsos y es en milisegundos.

Para la posición neutra lo tenemos en 0 ms, para que gire en sentido horario el pulso de 1ms y para que gire en sentido anti horario le damos de 33ms; todo esto controlamos por medio del PLC.

6.6.7 CALCULOS

DETERMINAR EL TORQUE Y POTENCIA NECESARIA PARA SELECCIONAR EL MOTOR.

Datos:

Peso a trabajar en la clasificadora = 15 lb = 6.81 kg

$$W = 1700 \text{ rpm} = 178.02 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$r = 1.5 \text{ in} = 0.0254 \text{ m}$$

$$F = 15 \text{ lb}$$

Selección del motor

$$\tau = F * r$$

$$\tau = 15 \text{ lb} * 1.5 \text{ in}$$

$$\tau = 22.5 \text{ lb in} ==> 2.54 \text{ Nm}$$

$$P = \tau * W$$

$$P = 2.54 \text{ Nm} * 178.02 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$P = 452.17 \text{ watts}$$

$$P = 0.606 \text{ hp}$$

Nota: Se selecciona un motor de 1 hp y además se utiliza un variador de frecuencia el mismo que permitirá bajar la frecuencia para la utilización adecuada de la banda transportadora y facilite transportar el recipiente con las 15 lb que se desea trabajar.

DISEÑO DEL EJE

El eje estará encargado de transmitir la potencia que será entregada por el motor, esta potencia será transmitida a través del eje hacia la desgranadora.

Datos.

$$\begin{cases} S_y = 30 \text{ Kpsi} \\ S_{ut} = 55 \text{ Kpsi} \end{cases} \text{ AISI 1020, HB materiales del eje acero de transmisión. Anexo 1}$$

SUMATORIA DE MOMENTOS

$$\Sigma = 0 \text{ sentido horario } +^{\text{vo}}$$

$$(15 \text{ lb} * 11.5 \text{ in}) - (R_C * 23 \text{ in}) + (22.5 \text{ lb in}) = 0$$

$$R_C = 6.52 \text{ lb}$$

SUMATORIA DE FUERZAS

$$\Sigma F_v = 0 \text{ sentido hacia arriba es } +^{\text{vo}}$$

$$R_A + R_C - F = 0$$

$$R_A = 8.48 \text{ lb}$$

DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTO FLEXIONANTE

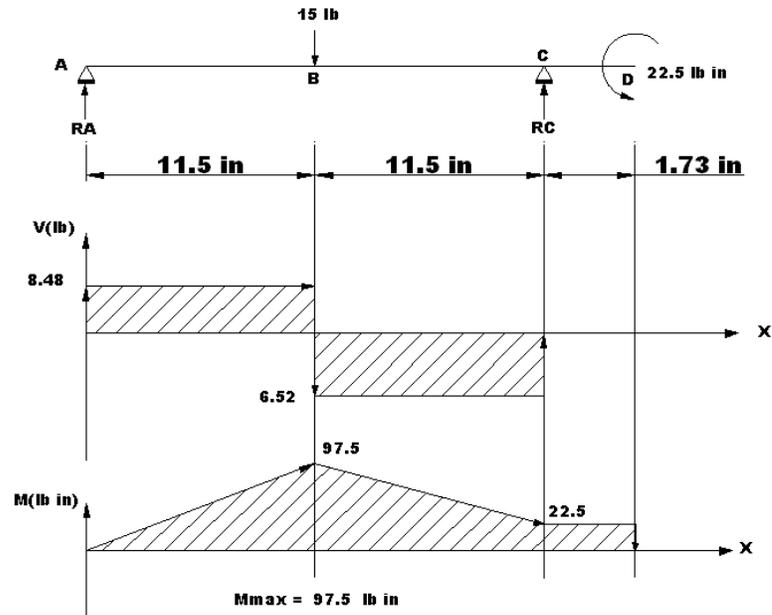


Figura 6.16 Diagrama de Corte y Momento Flexionante

Fuente: Elaborado por el investigador

Método de áreas para terminar gráfica de momentos

$$A_1 = b_1 * h_1$$

$$A_1 = 8.48 \text{ lb} * 11.5 \text{ in}$$

$$A_1 = 97.5 \text{ lb in}$$

$$A_2 = b_2 * h_2$$

$$A_2 = 6.52 \text{ lb} * 11.5 \text{ in}$$

$$A_2 = 74.98 \text{ lb in}$$

$$A_3 = M_2 = 22.5 \text{ lb in}$$

DISEÑO A FATIGA

Diámetro de 0.35 in (Asumido)

M momento maximo = 97.5 lb in

$\tau = 22.5 \text{ lb in} \implies 2.54 \text{ Nm}$

$$s_e' = 0.54 * S_{ut}$$

$$s_e' = 0.54 * 55 \text{ Kpsi}$$

$$s_e' = 29.7 \text{ Kpsi}$$

$$k_a = a * s_{ut}^b$$

Anexo 2

$$k_a = 0.97$$

$$k_b = 0.879 * d^{-0.107}$$

Anexo 3

$$k_b = 0.879 * 0.25^{-0.107}$$

$$k_b = 0.96$$

$$k_c = 0.85 \text{ carga axial}$$

Anexo 4

$$k_d = 1 \text{ trabaja a temperatura ambiente}$$

Anexo 5

$$k_e = 0.897 \text{ confiable 90 \%}$$

Anexo 6

$$s_e = s_e' * k_a * k_b * k_c * k_d * k_e$$

Anexo 7

$$s_e = 29.7 \text{ Kpsi} * 0.97 * 0.96 * 0.85 * 1 * 0.897$$

$$s_e = 21.086 \text{ Kpsi}$$

CARGA ESTÁTICA

POR VON MISES

$$\sigma_m = \sqrt{(\sigma_{xm})^2 + (\sigma_{xm})(\sigma_{ym}) + (\sigma_{xm})^2 + (3\zeta_{xym})} \quad \text{Anexo 7}$$

$$\tau_m = \frac{16 * \tau}{\pi * d^3} \quad \text{Anexo 7}$$

$$\tau_m = \frac{16 * 22.5}{\pi * 0.35^3}$$

$$\tau_m = 2672 \text{ Psi}$$

$$\sigma_a = \frac{32 * M}{\pi * d^3} \quad \text{Anexo 7}$$

$$\sigma_a = \frac{32 * 97.5}{\pi * 0.35^3}$$

$$\sigma_a = 23163 \text{ Psi}$$

$$\sigma_{max}' = \sqrt{\sigma_a^2 + (3 * \tau_m^2)} \quad \text{Anexo 7}$$

$$\sigma_{max}' = \sqrt{23163^2 + (3 * 2672^2)}$$

$$\sigma_{max}' = 23620 \text{ Psi}$$

$$\sigma_{max}' = 23,62 \text{ KPsi}$$

$$\sigma_m' = \sqrt{3 * \tau_m} \quad \text{Anexo 7}$$

$$\sigma_m' = \sqrt{3 * 2672}$$

$$\sigma_m' = 86.53 \text{ Psi}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{max'}}$$

Anexo 7

$$n = 1.27$$

CARGA DINAMICA

Teoría Soderburg máxima esfuerzo de corte

Anexo 8

$$d = \sqrt[3]{\left[\frac{32 * n}{\pi}\right] * \sqrt{\left(\frac{T_{max}}{S_y}\right)^2 + \left(\frac{M_{max}}{S_e}\right)^2}}$$

$$d = \sqrt[3]{\left[\frac{32 * 1.27}{\pi}\right] * \sqrt{\left(\frac{22.5}{300}\right)^2 + \left(\frac{97.5}{21086}\right)^2}}$$

$$d = 0.73 \text{ in}$$

Teoría de Gerber

Anexo 8

$$\frac{S_a}{S_e} + \left(\frac{S_m}{S_{ut}}\right)^2 = 1$$

$$S_a = \frac{r^2 * S_{ut}^2}{2 * S_e} \left[-1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2 * S_e}{r * S_{ut}}\right)^2} \right]$$

$$S_a = \frac{0.35^2 * 55^2}{2 * 16.11} \left[-1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2 * 21.08}{0.35 * 55}\right)^2} \right]$$

$$S_a = 12.36$$

$$S_m = \frac{S_a}{r}$$

$$S_m = 35.31$$

$$n = \frac{S_a}{S_m}$$

$$n = 0.35$$

Se utiliza un eje de $\frac{3}{4}$ in para mayor seguridad en la estructura.

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS DEL CATALOGO SKF

La banda transportadora trabajara con 15lb que es lo que llevara en su línea la misma va a estar a una velocidad permanente de 1700 rpm que es la velocidad que entrega el motor de 1hp, lo que es mucha velocidad para la poca cantidad que transportara lo que es necesario utilizar un variador de frecuencia que permita utilizar un una velocidad adecuada.

Datos:

$$F_a = 15 \text{ lb} = 67.2 \text{ N}$$

$$R_A = 15 \text{ lb} = 37.99 \text{ N}$$

$$R_C = 6.42 \text{ lb} = 29.20 \text{ N}$$

$$L_{10H} = 12\,000 \text{ horas de servicio}$$

Anexo 9

$$a_1 = 0.33 \text{ probabilidad de falla}$$

Anexo 10

$$a_{23} = 2 \text{ Asumido}$$

$$v = 46 \implies ISO VE46$$

Anexo 11

$$k_A < 1.14 (F_{ra} - F_{rb})$$

$$k_A < 1.14 (37.99 - 29.20)$$

$$k_A < 8.79$$

67.2 < 8.79 ==> *Tomamos el caso 2C*

Anexo 12

DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA REQUERIDA

$S_o = 1.5$ condiciones de trabajo cargas de choque acusadas

Carga radial pura

$$F_{rA} = 1.14 * F_{ra}$$

$$F_{rA} = 1.14 * 37.99$$

$$F_{rA} = 43.30 = F_A$$

$$P_o = (0.5 * F_{ra} + 0.26 * F_a)$$

$$P_o = (0.5 * 37.99 + 0.26 * 43.30)$$

$$P_o = 131.653 \text{ N}$$

$$C_o = S_o * P_o$$

$$C_o = 1.5 * 131.653$$

$$C_o = 197.47 \text{ N} ==> \textit{requerida}$$

DETERMINAR LA CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA REQUERIDA.

$$C = P_o * \sqrt[3]{\frac{L_{2aH} * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = 93.75 * \sqrt[3]{\frac{12000 * 1700 * 60}{1000000 * 0.33 * 2}}$$

$$C = 853.64 \text{ N}$$

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS EN EL CATALOGO SKF

Es un rodamiento rígido de bolas

Capacidad de carga dinámica(C)	Designación Rodamiento	D	d
884	618/6	13 mm	6 mm

$$m = \frac{D + d}{2}$$

$$dm = \frac{13 + 6}{2}$$

$$dm = 9.5$$

$$v1 = 3 \text{ mm}^2/\text{seg}$$

$$K = \frac{D}{v1}$$

$$K = \frac{13}{3}$$

$$K = 4.33$$

Re calculamos

$$a_{23} = 1.9 \text{ Asumido}$$

$$C = P_o * \sqrt[3]{\frac{L_{2aH} * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}}$$

$$C = 93.75 * \sqrt[3]{\frac{12000 * 1700 * 60}{1000000 * 0.33 * 1.9}}$$

$$C = 839.17 \text{ N}$$

Capacidad de carga dinámica(C)	Designación Rodamiento	D	d
884	618/6	13 mm	6 mm

$$m = \frac{D + d}{2}$$

$$dm = \frac{13 + 6}{2}$$

$$dm = 9.5$$

$$v_1 = 3 \text{ mm}^2/\text{seg}$$

$$K = \frac{D}{v_1}$$

$$K = \frac{13}{3}$$

$$K = 4.33$$

Del catálogo SKF, se selecciona el rodamiento rígido de bolas 618/6 que cumple las especificaciones requeridas.

SELECCIÓN DE LA CADENA

Potencia transmitida = 1 Hp

Velocidad del motor = 1700 *rev*/*min*

Factor de servicio = 1

Relación = = 1

Potencia de diseño= 1*(1 Hp)= 1 Hp

dientes menor = 11 dientes

$N_1 = N_2$ por que su relacion de transmision es uno

$N_2 = 11$ dientes

VELOCIDAD DE SALIDA ESPERADA

$$n_2 = n_1 \left(\frac{N_1}{N_2} \right)$$

$$n_2 = 1700 \left(\frac{11}{11} \right)$$

$$n_2 = 1700 \text{ rpm}$$

Distancia entre centros = 59.66 cm

59.66 cm = 23.490 plg,

$$l = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C}$$

$$l = 2(40) + \frac{11 + 11}{2} + \frac{(11 - 11)^2}{4\pi^2(40)}$$

$l = 91$ pasos

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[91 - \frac{11 + 11}{2} + \sqrt{\left[91 - \frac{11 + 11}{2} \right]^2 - \frac{8(11 - 11)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$C = 40$ pasos

$C = 40$ pasos $\times 0,75 = 30$ plg.

Nota: Se consta con la estructura de la banda transportadora tanto de clasificadora de fruta como de la banda transportadora y las demás partes a las cuales se está adecuando tanto los pistones como las partes eléctricas.

SELECCIÓN DEL PISTÓN

$Presión = 50$ Psi

$Radio = 6$ mm $\Rightarrow 0.236$ in

Solución

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi * 0.236^2$$

$$A = 0.74 \text{ in}^2$$

$$F = P * A$$

$$F = 50 \frac{lb}{in^2} * 0.74 in^2$$

$F = 37.10 lb \Rightarrow$ fuerza necesaria para el accionamiento de los dos pistones
que trabajan en la clasificadora de fruta.

6.7 METODOLOGIA

La metodología que se realizó para la elaboración de la presente investigación se la describe a continuación:

Se suelda un soporte y una tuerca para la sujeción del pistón; se ubica también una abrazadera para el sujetar el servomotor.



Figura 6.17 Ubicación de equipos en la clasificadora

Fuente: Elaborado por el investigador

Se instala un final de carrera en de accionamiento al pistón cuando la fruta se llene en la caja, permitiendo empujar la caja hacia la banda transportadora.



Figura 6.18 Instalación del pistón y final de carrera

Fuente: Elaborado por el investigador



Figura 6.19 Vista lateral de las mesas

Fuente: Elaborado por el investigador

Se usó una banda transportadora para que cuando accione el pistón la caja pueda ser transportada.



Figura 6.20 Vista frontal de la banda transportadora

Fuente: Elaborado por el investigador

Al final de la banda transportadora se instaló un sensor de luz al detenga a la banda transportadora y accione la apertura de descarga de la fruta.



Figura 6.21 Ubicación del sensor óptico de proximidad

Fuente: Elaborado por el investigador

El variador de frecuencia permite controlar las rpm del motor para un adecuado transporte.



Figura 6.22 Vista frontal del variador de frecuencia

Fuente: Elaborado por el investigador

Las electroválvulas accionan a los dos pistones en forma adecuada.



Figura 6.23 Electroválvula

Fuente: Elaborado por el investigador

El crecimiento de todas las empresas hoy en día las realizan por medio de la automatización de máquinas manuales para realizar procesos de producción, disminuyendo tiempos y aumentando la salida de materia prima al mercado.

En el laboratorio de automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica no existe un proyecto similar al que se está automatizando, por tal motivo es de interés desarrollar esta máquina para que los estudiantes puedan realizar prácticas llegando aplicar los conocimientos y adquirir nuevas ideas sobre el control automático.



Figura 6.24 Máquina clasificadora de fruta

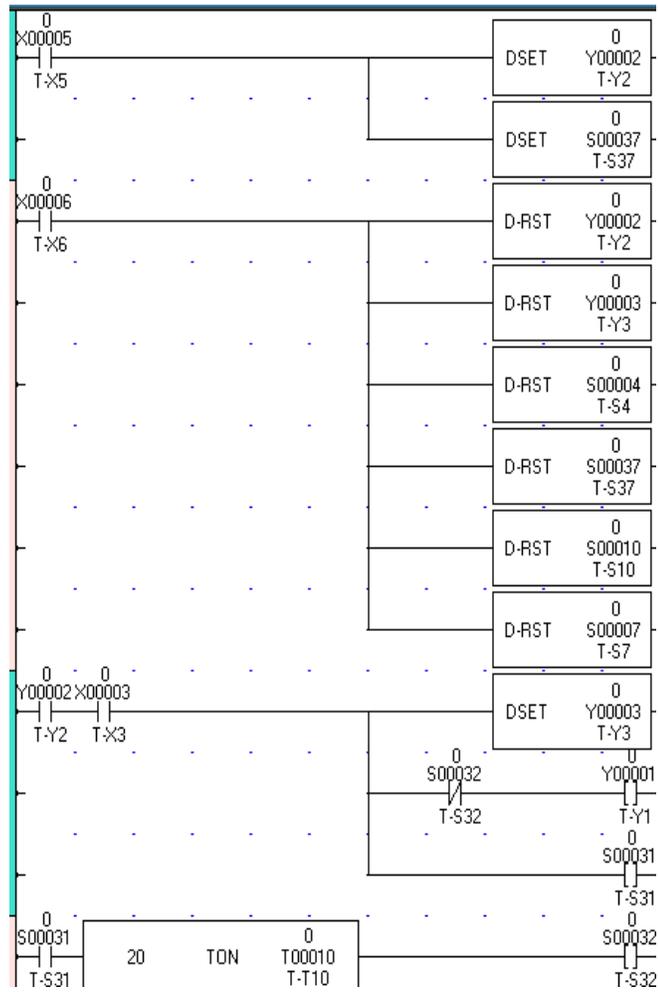
Fuente: Elaborado por el investigador

Para finalizar con la automatización se instaló todos los materiales en una caja, teniendo muy en cuenta las conexiones para no tener que sufrir con un corto circuito, llegando a dañar los equipos electrónicos, también se pintó todas las partes instaladas para que permita realizar el proceso de automatización.

6.7.1 PROGRAMACIÓN EN EL PLC

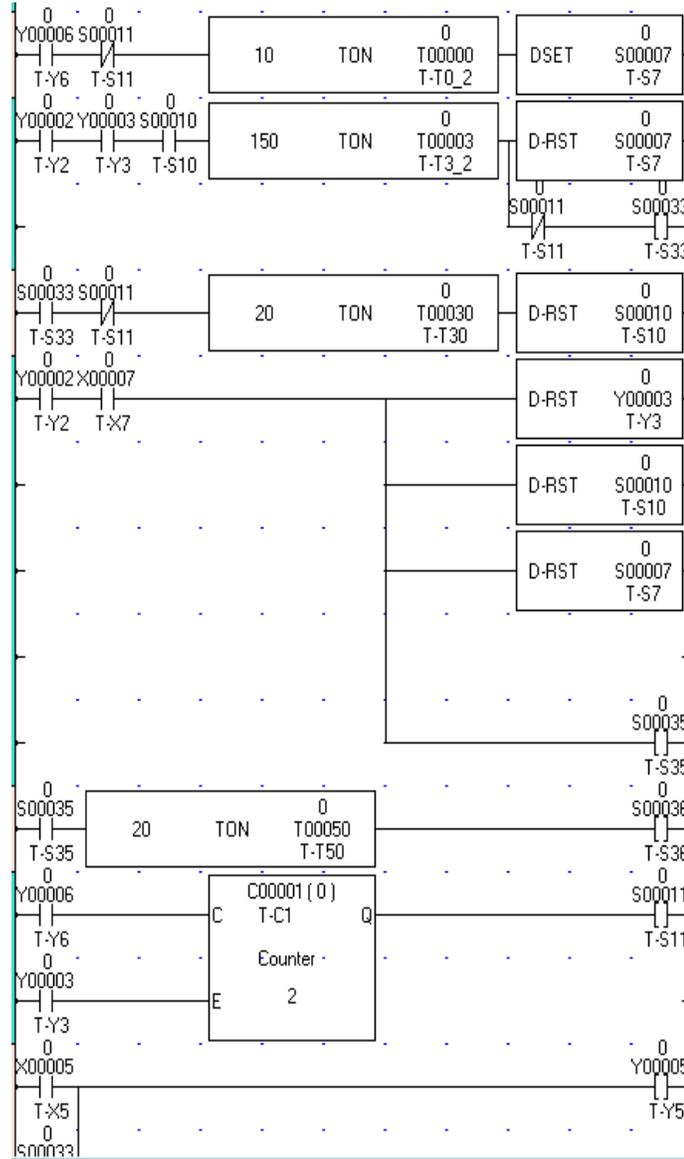
Leguaje LADDER

Figura 6.25 Programa realizado en el lenguaje ladder



Fuente: Elaborado por el investigador

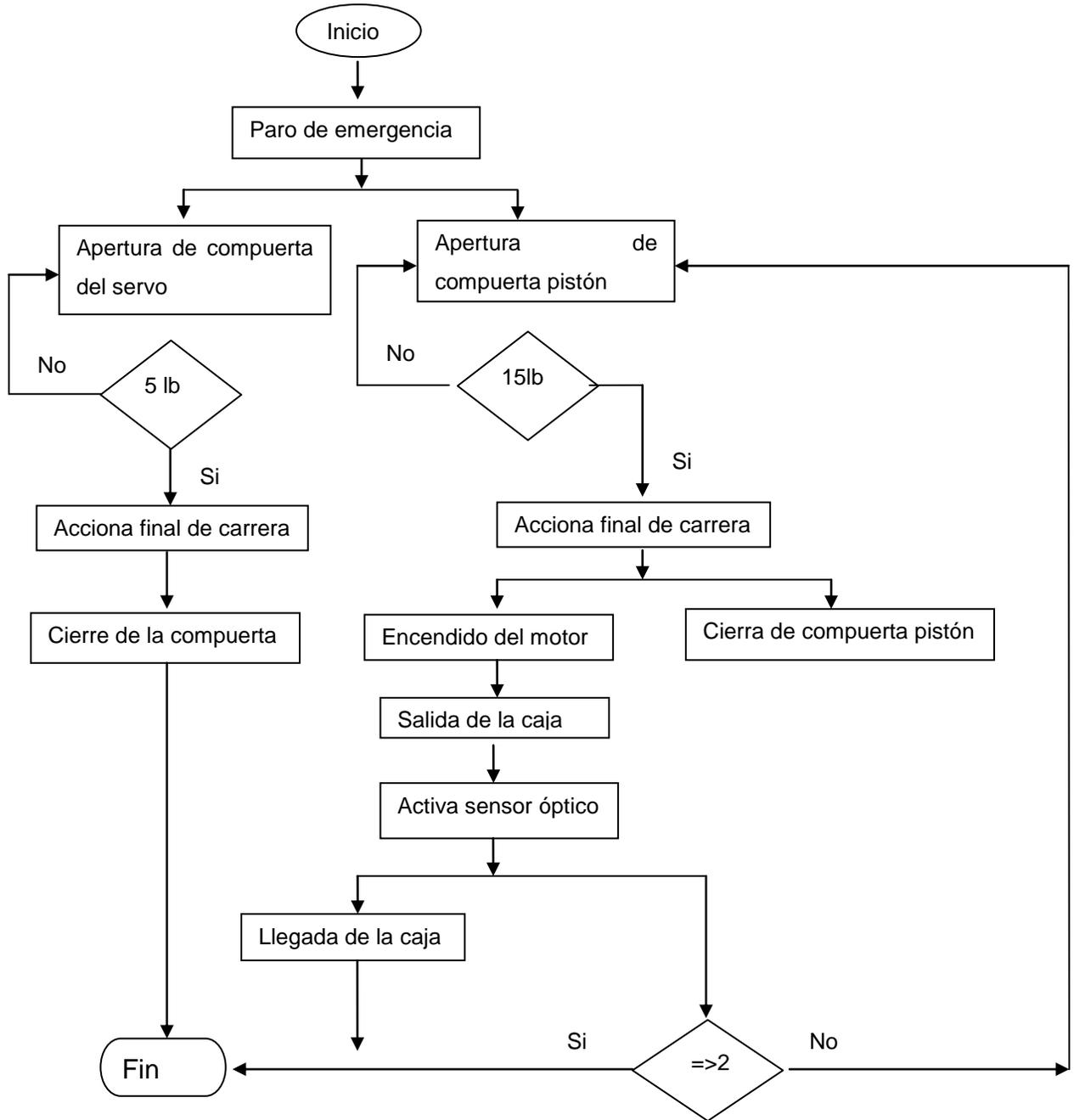
Figura 6.26 Controlando el proceso (continuación)



Fuente: Elaborado por el investigador

Funcionamiento de la clasificadora de fruta

Para saber cómo es el funcionamiento del proceso de la clasificadora de fruta podemos observar en el siguiente gráfico:



Fuente: Elaborado por el investigador

6.8 ADMINISTRACIÓN

Se debe tener mucho cuidado en la adquisición de los materiales; verificando los precios en el tiempo que se realice el proyecto.

6.8.1 COSTOS DIRECTOS

Tabla 6.1 Costos directos

CANTIDAD	RUBROS	COSTO UNITARIO	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL
1	Pistón	\$60	Unidades	\$60.00
1	Pistón descarga	\$40	Unidades	\$30.00
1	Servomotor	\$30	Unidades	\$30.00
2	Teflones	\$0.60	Unidades	\$2.40
10	Pernos M8	\$0.20	Unidades	\$1.60
1	Pintura amarillo	\$12.00	Litro	\$12.00
3	Lijas	\$0.50	Pliegos	\$1.50
1	Angulo $\frac{3}{4}$ * $\frac{1}{8}$	\$8.00	Unidades	\$8.00
1	Cable # 18 * 25m	\$0.18	Unidades	\$4.50
1	Varilla redonda 6mm	\$ 2.00	Unidades	\$2.00
1	Sensores Óptico	\$ 80	Unidades	\$80
1	PLC	\$325	Unidades	\$325
1	Motor 1hp	\$ 90	Unidades	\$90
1	Cable # 14 * 24m	\$ 20	Cantidad	\$ 20
1	Unidad de mantenimiento	\$ 80	Unidades	\$ 80
			TOTAL	\$730.5

Fuente: Elaborado por el investigador

6.8.2 COSTOS INDIRECTOS

Tabla 6.2 Costos indirectos

CARGO	HORAS TRABAJADAS	COSTO/HORA	COSTO
Cerrajero	30	\$ 4	\$ 180
Programador	10	\$ 6	\$ 120
COSTO TOTAL			\$ 380

Fuente: Elaborado por el investigador

6.8.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN

Tabla 6.3 Costo total de la inversión

COSTOS	CANTIDAD
Directos	\$ 730.5
Indirectos	\$300
TOTAL	\$1030.5

Fuente: Elaborado por el investigador

6.8.4 FINANCIAMIENTO

Al concluir el proyecto de investigación el financiamiento será cubierto por parte del autor en un 100% en lo que se refiere a la automatización e implementación de la clasificadora de frutas.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez realizada la re potenciación de la clasificadora de fruta en forma correcta, se debe cumplir con una guía de práctica la cual permitió utilizar adecuadamente los componentes que se implementó en el proceso para no dañarlos y tengan una larga vida, además de ubicar un sensor óptico de proximidad permitiendo detener las salidas-llegadas de las cajas con la fruta y contar el número de cajas que llegan al final y permitiendo detener el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

1. NARANJO, Galo L(2008). Tutoría de la investigación científica. Editorial Empredane Gráfica.
2. McCornac, Jack C(1999).Diseño de Estructuras Metálicas. Cuarta Edición. Editorial ALFAOMEGA.
3. Budynas, G. Richard (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. Octava Edición. Editorial Mexicana Reg.Núm. 736
4. Mott L. Robert (2006). Mecánica de Fluidos. Sexta Edición.
5. Domingo Mery.Controles Lógicos Programables (PLC).
6. La Constitución de la República del Ecuador
http://www.montecristivive.ec/portal/index.php?option=com_docman&Itemid=61
7. Ingeniería Mecánica
<http://www.universidades.com/carreras/ingenieria-mecanica.asp>
8. Diseño de elementos mecánicos
http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcatarina.udlap.mx%2Fu_dl_a%2Ftales%2Fdocumentos%2FImt%2Fcarrales_s_fj%2Fcapitulo2.pdf&rct=j&q=dise%C3%B1o%20de%20elementos%20macanicos&ei=jaC1TZquKc-atwfQ2pzqDg&usg=AFQjCNHI_sBZokStsZ_rgq2iAS_yqaugoA&cad=rja

9. Automatización electrónica
http://www.escolares.net/files_trabajos/file/pdf/ciencia_y_tecnologia/automatizacion.pdf (04-03-2011)
10. Diseño neumático
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/107/8/Capitulo3.pdf> (05-03-2011)
11. Diseño hidráulico
http://es.rs-online.com/es/pdf/RSFluke_Control_Hidraulico.pdf (05-03-2011)
12. Historia del CPU
<http://rcm-library.rcm.upr.edu/HistoriaComputadoras.pdf>(10-03-2011)
13. Plan de producción
http://servicios.ipyme.org/planempresa/expone/plan_produccion.htm(12-03-2011)
14. Control de procesos
<http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/Regimen/Tp0a.pdf>(15-03-2011)
15. Sistemas de control automático
<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sistemas-de-control-automatico.pdf> (18-03-2011)

16. Sistemas de lazo abierto-cerrado
http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf(25-03-2011)
17. El proceso
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/pdffiles/spnch2-1.pdf>(05-05-2011)
18. Aplicaciones del PLC
<http://www.todopic.com.ar/utiles/plc.pdf> (19-05-2011)
19. Ingeniería mecánica
<http://www.universidades.com/carreras/ingenieria-mecanica.asp>(25-05-2011)
20. El servomotor
<http://www.infoab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm> (25-06-2011)
21. Sensor óptico de proximidad
http://www.ia.omron.com/data_pdf/data_sheet/e3jm_e3jk_dsheetsheet_csm421.pdf (14-07-2011)
22. Contactador
<http://centros.edu.xunta.es/iesmanuelchamosolamas/electricidade/fotos/Automatismo.pdf> (19-07-2011)

Anexos

ANEXO 1 Especificaciones de los materiales.

Resistencias mínimas determinísticas a la tensión y a la fluencia ASTM de algunos aceros laminados en caliente (HR) y estirados en frío (CD) [Las resistencias listadas son valores ASTM mínimos estimados en el intervalo de tamaños de 18 a 32 mm ($\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{4}$ pulg). Estas resistencias resultan adecuadas para usarse con el factor de diseño definido en la sección 1-10, a condición que los materiales se ajusten a los requisitos ASTM A6 o A568 o que se requieran en las especificaciones de compra. Recuerde que un sistema de numeración no es una especificación] Fuente: 1986 SAE Handbook, p. 2-15.

1	2	3	4	5	6	7	8
UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 2 Parámetros del factor superficial.

$$k_a = aS_{ut}^b$$

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} kpsi	S_{ut} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o estirado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 3 Eje rotatorio. Para flexión o torsión.

p. 280

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Para carga axial

$$k_b = 1$$

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 4 Elemento no rotatorio

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión} \end{cases}$$

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 5 Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero.

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 6 Factor de confiabilidad

Confiabilidad, %	Variación de transformación z_o	Factor de confiabilidad k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 7 Formulario

$$s_e = s_e' * k_a * k_b * k_c * k_d * k_e$$
$$\sigma_m = \sqrt{(\sigma_{xm})^2 + (\sigma_{xm})(\sigma_{ym}) + (\sigma_{xm})^2 + (3\zeta_{xym})}$$
$$\tau_m = \frac{16 * \tau}{\pi * d^3}$$
$$\sigma_a = \frac{32 * M}{\pi * d^3}$$
$$\sigma_{max}' = \sqrt{\sigma_a^2 + (3 * \tau_m^2)}$$
$$\sigma_m' = \sqrt{3 * \tau_m}$$
$$n = \frac{S_y}{\sigma_{max}'}$$

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 8 Criterios de falla

Intersecciones de ecuaciones	Coordenadas de la intersección
$\frac{S_a}{S_e} + \left(\frac{S_m}{S_{ut}}\right)^2 = 1$ <p>Línea de carga $r = \frac{S_a}{S_m}$</p>	$S_a = \frac{r^2 S_{ut}^2}{2 S_e} \left[-1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2 S_e}{r S_{ut}}\right)^2} \right]$ $S_m = \frac{S_a}{r}$
$\frac{S_a}{S_y} + \frac{S_m}{S_y} = 1$ <p>Línea de carga $r = \frac{S_a}{S_m}$</p>	$S_a = \frac{r S_y}{1 + r}$ $S_m = \frac{S_y}{1 + r}$
$\frac{S_a}{S_e} + \left(\frac{S_m}{S_{ut}}\right)^2 = 1$ $\frac{S_a}{S_y} + \frac{S_m}{S_y} = 1$	$S_m = \frac{S_{ut}^2}{2 S_e} \left[1 - \sqrt{1 + \left(\frac{2 S_e}{S_{ut}}\right)^2 \left(1 - \frac{S_y}{S_e}\right)} \right]$ $S_a = S_y - S_m, r_{crit} = S_a / S_m$
<p>Factor de seguridad de fatiga</p> $n_f = \frac{1}{2} \left(\frac{S_{ut}}{\sigma_m}\right)^2 \frac{\sigma_a}{S_e} \left[-1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2 \sigma_m S_e}{S_{ut} \sigma_a}\right)^2} \right] \quad \sigma_m > 0$	

Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

Anexo 9 Horas de Servicio

Guía para los valores de la duración L_{10h} para diferentes clases de máquinas	
Clases de máquinas	L_{10h} horas de servicio
Electrodomésticos, máquinas, agrícolas instrumentos, aparatos técnicos para uso medico	300 a 3000
Máquinas de uso intermitentes o por cortos periodos: Máquinas-herramientas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas para la construcción.	3 000 a 8 000
Máquinas para trabajar con alta habilidad de funcionamiento durante cortos períodos o intermitentes. Ascensores, grúas para mercancías embaladas o cabecillos de tambores, embaladoras, etc.	8 000 a 1 200
Máquinas para 8 horas de trabajo, no totalmente utilizadas: Transmisiones de engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias.	10 000 a 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: Máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, ventiladores, cintas transportadoras, equipos de imprimir centrifugas y separadoras.	20 000 a 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: Cajas de engranajes para laminadoras, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil.	40 000 a 50 000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria propulsora para transatlánticos.	60 000 a 100 000
Maquinaria para la fabricación de papel y pasta de papel, maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas, rodamientos para la línea de ejes transatlánticos.	➤ 100 000

Fuente: Elaborado por el investigador

Anexo 10 Factor de fallo a1

▼ Factor a ₁						
Probabilidad de fallo %	10	5	4	3	2	1
Vida a fatiga	L ₁₀	L ₅	L ₄	L ₃	L ₂	L ₁
Factor a ₁	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

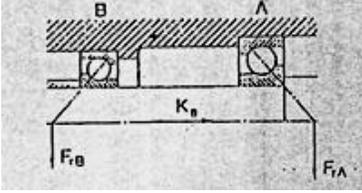
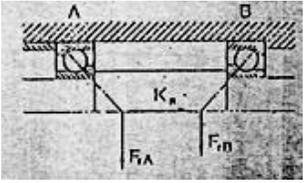
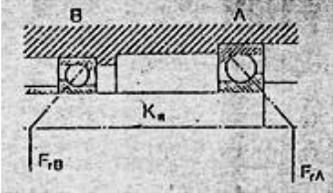
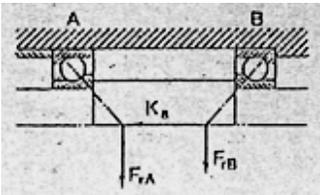
Fuente: Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley

ANEXO 11 Sistema ISO de clasificación según la viscosidad para aceites industriales

GRADO ISO	Viscosidad Cinemática C Media cSt@40°	Límites de Viscosidad cSt @ 40°C	
		Máxima	mínima
VG2	2.2	1.98	2.42
VG3	3.2	2.88	3.52
VG5	4.6	4.14	5.03
VG7	6.8	6.12	7.48
VG10	10.0	9.00	11.00
VG15	15.0	13.50	16.50
VG22	22.0	19.80	24.20
VG32	32.0	28.80	35.20
VG46	46.0	41.40	50.60
VG68	68.0	61.20	74.80
VG100	100.0	90.00	110.00
VG150	150.0	135.00	165.00
VG220	220.0	198.00	242.00
VG320	320.0	288.00	352.00
VG460	460.0	414.00	506.00
VG580	680.0	612.00	748.00
VG1.000	1000.0	900.00	1100.00
VG1.500	1500.0	1350.00	1650.00

Fuente: http://www.petrolob.net/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=31

Anexo 12 Carga axial sobre rodamientos

Cargas axiales sobre rodamientos de una hilera de bolas con contacto angular, diseño B		
Disposición de los rodamientos	Condiciones de carga	Cargas axiales
<p>Montaje O</p> 	<p>1 a) $F_{rA} \geq F_{rB}$ $K_a \geq 0$</p>	$F_{aA} = 1.14 F_{rA}$ $F_{aB} = F_{aA} + K_a$
	<p>1 b) $F_{rA} < F_{rB}$ $K_a \geq 1.14 (F_{rB} - F_{rA})$</p>	$F_{aA} = 1.14 F_{rA}$ $F_{aB} = F_{aA} + K_a$
<p>Montaje X</p> 	<p>1 c) $F_{rA} < F_{rB}$ $K_a < 1.14 (F_{rB} - F_{rA})$</p>	$F_{aA} = F_{aB} - K_a$ $F_{aB} = 1.14 F_{rB}$
<p>Montaje O</p> 	<p>2 a) $F_{rA} \leq F_{rB}$ $K_a \geq 0$</p>	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$ $F_{aB} = 1.14 F_{rB}$
	<p>2 b) $F_{rA} \geq F_{rB}$ $K_a \geq 1.14 (F_{rA} - F_{rB})$</p>	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$ $F_{aB} = 1.14 F_{rB}$
<p>Montaje X</p> 	<p>2 c) $F_{rA} > F_{rB}$ $K_a < 1.14 (F_{rA} - F_{rB})$</p>	$F_{aA} = 1.14 F_{rA}$ $F_{aB} = F_{aA} - K_a$

Fuente: Elaborado por el investigador

Anexo 13 Lista de conexión

Designación	Equipo
A	Final de carrera mesa pequeña
B	Final de carrera mesa grande
C	Encendido del proceso
D	Apagado del proceso
E	Sensor óptico (plomo)
F	Regreso del pistón de descarga
G	Contactador
H	Común (C1 – 110v)
I	Salida del pistón de descarga
J	Salida del pistón de la mesa
K	Alimentación (C2 – 24v)
L	Regreso del pistón de la mesa
M	Alimentación (+ 24v)
N	Alimentación (- 24v)

Fuente: Elaborado por el investigador

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
MANUAL DE USUARIO DE LA CLASIFICADORA DE FRUTAS

ETAPAS PARA UN CORRECTO FUNCIONAMIENTO

ETAPA 1

FIJACION DE LA MÁQUINA

Siempre se recomienda asegurar o fijar la máquina en un lugar plano de tal manera que no tenga movimiento.

1. Facilidad de trabajo
2. Visualización
3. Espacio físico
4. Precisión

ETAPA 2

USO DE LA MÁQUINA

1. Verificar que todos los componentes que estén bien ubicados en las diferentes partes de la máquina.
2. Permitir el paso de aire por la unidad de mantenimiento para el uso correcto de los pistones.
3. Observar que las conexiones eléctricas estén en buen estado.
4. Ajustar los tensionadores ubicados en los piñones de la banda transportadora para obtener un transporte adecuado.

5. Tomar en cuenta todas las advertencias de seguridad presentes en la máquina.
6. Conectar el variador de frecuencia a la alimentación de 220v y de la misma manera al contactor que es alimentado a 110v.
7. Seguir las instrucciones de instalación del sensor óptico de proximidad para no dañarlo.
8. Alimentar al PLC a la fuente designada para realizar su trabajo.
9. Encender la máquina desde la botonera que está ubicado en el tablero donde están instaladas las electroválvulas.
10. Colocar el recipiente en las mesas para respectivo almacenamiento.
11. Descargar la fruta en la tolva para su respectivo proceso de clasificado.

RECOMENDACIONES

1. Para un deslizamiento de la fruta óptimo se deberá regular la tuerca para que baje el producto y no se detenga en la bandeja.
2. La fruta por lo general debe estar en proceso de maduración para que no tienda a dañarse durante el clasificado.
3. Se puede colocar la fruta varias veces para que no para el proceso.
4. No permitir que a la máquina se acerquen niños, para evitar accidentes.
5. Al finalizar la jornada de trabajo se debe a pagar todos los equipos con el fin de cuidar a la maquinaria.
6. Se recomendación realizar un adecuado mantenimiento a la máquina, las indicaciones se encuentran en el manual de mantenimiento.

ERRORES FRECUENTES

1. Sucede muchas veces que el operador encienda la máquina sin haber puesto la fruta en la tolva y puede producir un mal funcionamiento.
2. Otro error frecuente es que no se ha ubicado el recipiente de la fruta en la mesa y el producto cae directamente al suelo.

3. Se introduce fruta madura produciendo el aplastamiento y un producto de mala calidad.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para el buen mantenimiento de la máquina se debe seguir las siguientes recomendaciones.

1. Después de cada jornada de trabajo se debe realizar una limpieza exterior e interior de la máquina.
2. Observar que los equipos estén en buen estado antes de empezar la jornada de trabajo.
3. Se debe engrasar los equipos cada mes para prevenir el desgaste por fricción.
4. Verificación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas una vez cada tres meses para evitar cortos o mal funcionamiento.
5. Los rodamientos de la maquina son SKF 618/6 y tienen una vida útil de 12000 horas de servicio estos deben ser sustituidos una vez que han cumplido con su vida útil.

MANUAL DE SEGURIDAD DEL OPERADOR

El operario debe tener las siguientes precauciones para su seguridad personal.

PELIGRO PARTES EN MOVIMIENTO.

Es la protección que se dé al operario en el giro de los componentes en la banda transportadora que no se produzca enganchar miento.



NO INTRODUCIR LAS MANOS

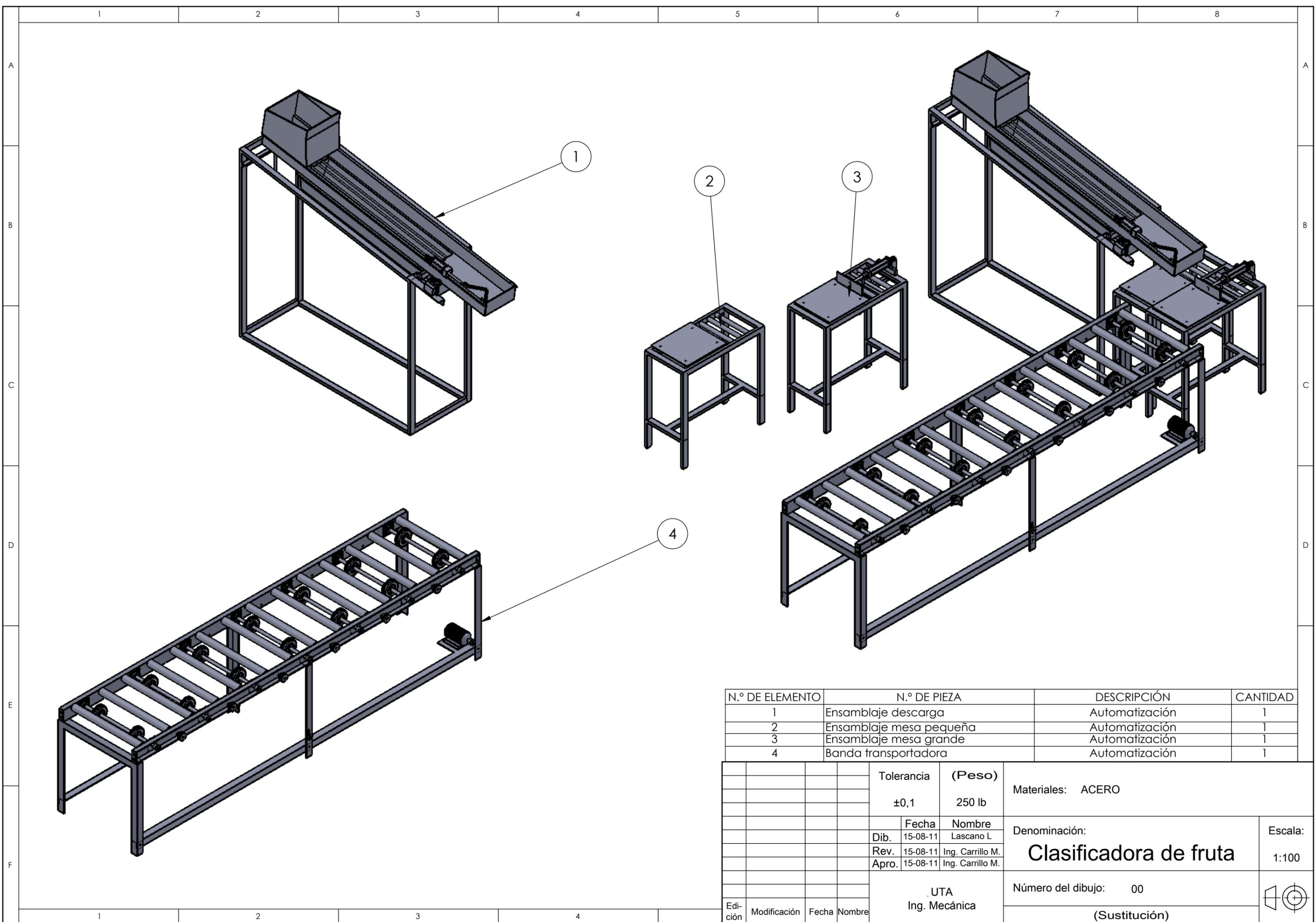
Es la protección que se le da al operador para evitar que no sufra lesiones por ingresar las manos las partes de la máquina que tienen movimiento.



CONCLUSIÓN

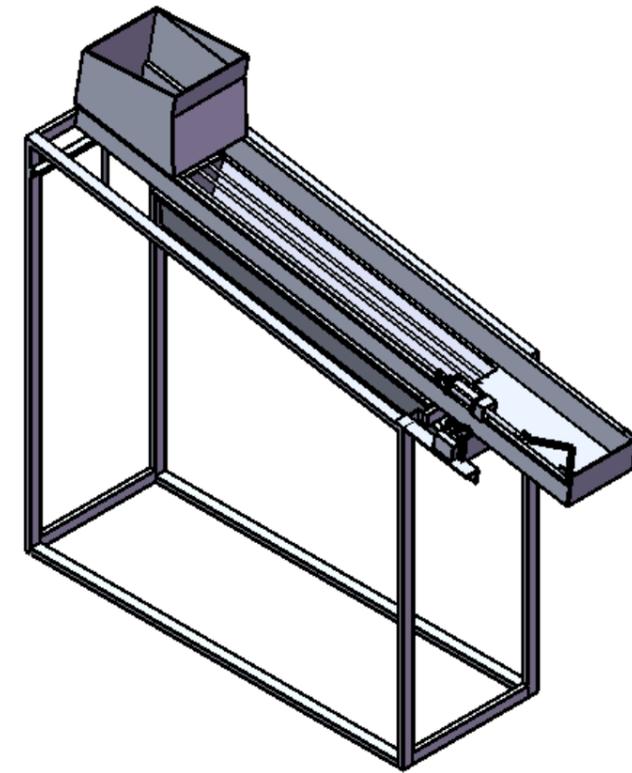
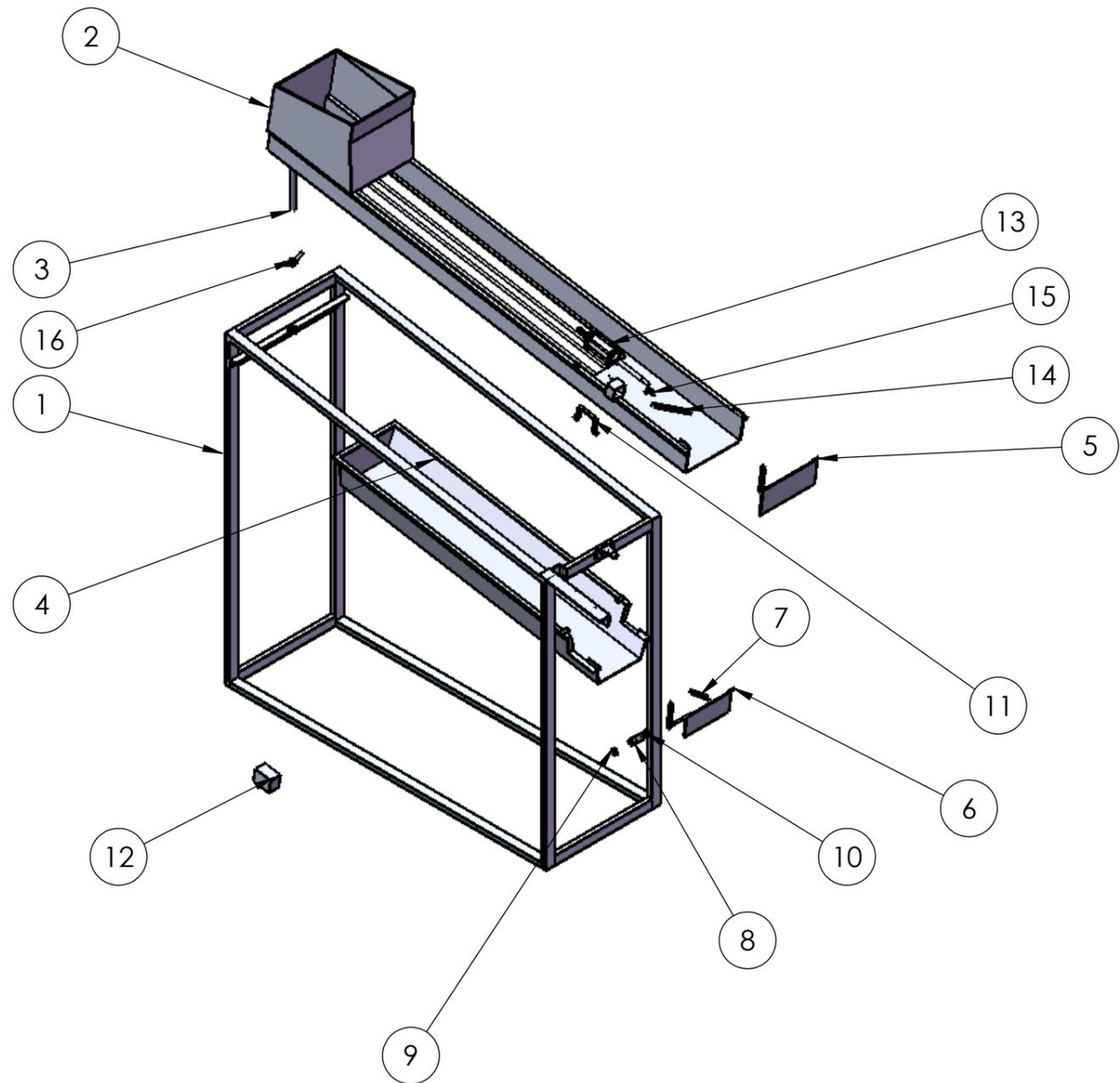
1. El éxito en el uso de la máquina es que los operadores sigan de manera correcta las instrucciones de la misma y las recomendaciones que están en este manual.
2. La calidad que exige el consumidor final depende de los operadores que sigan las instrucciones de forma adecuada.

Planos



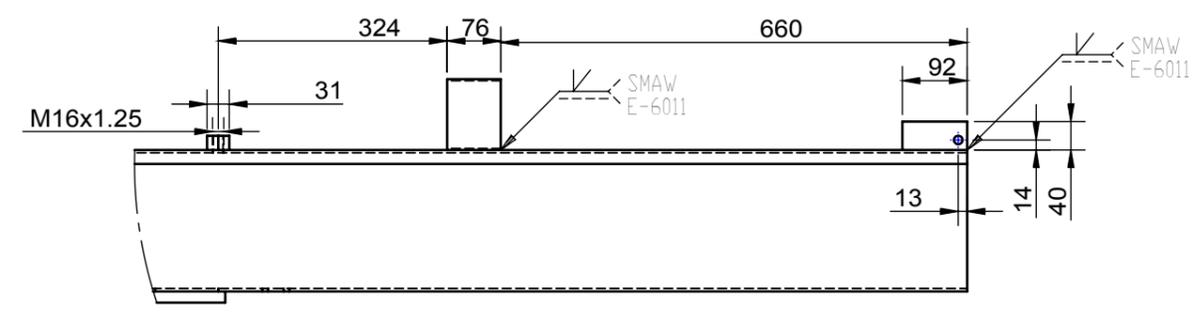
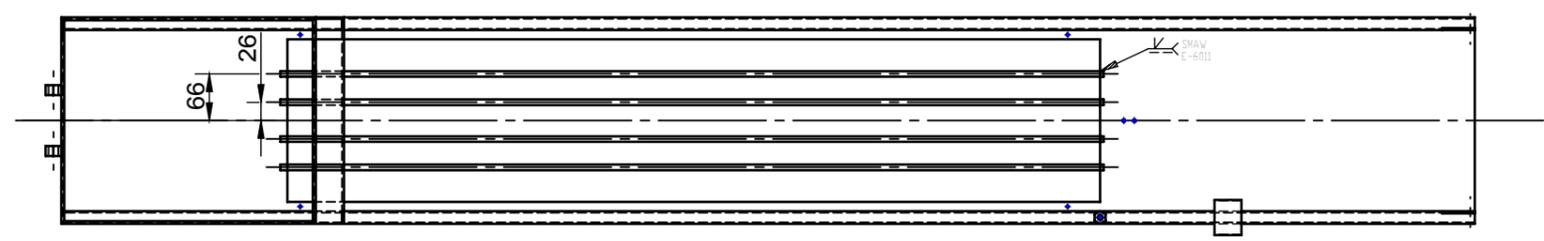
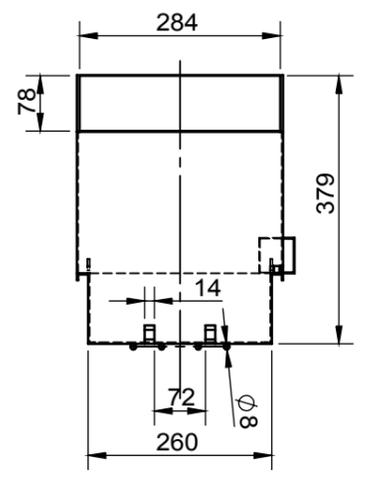
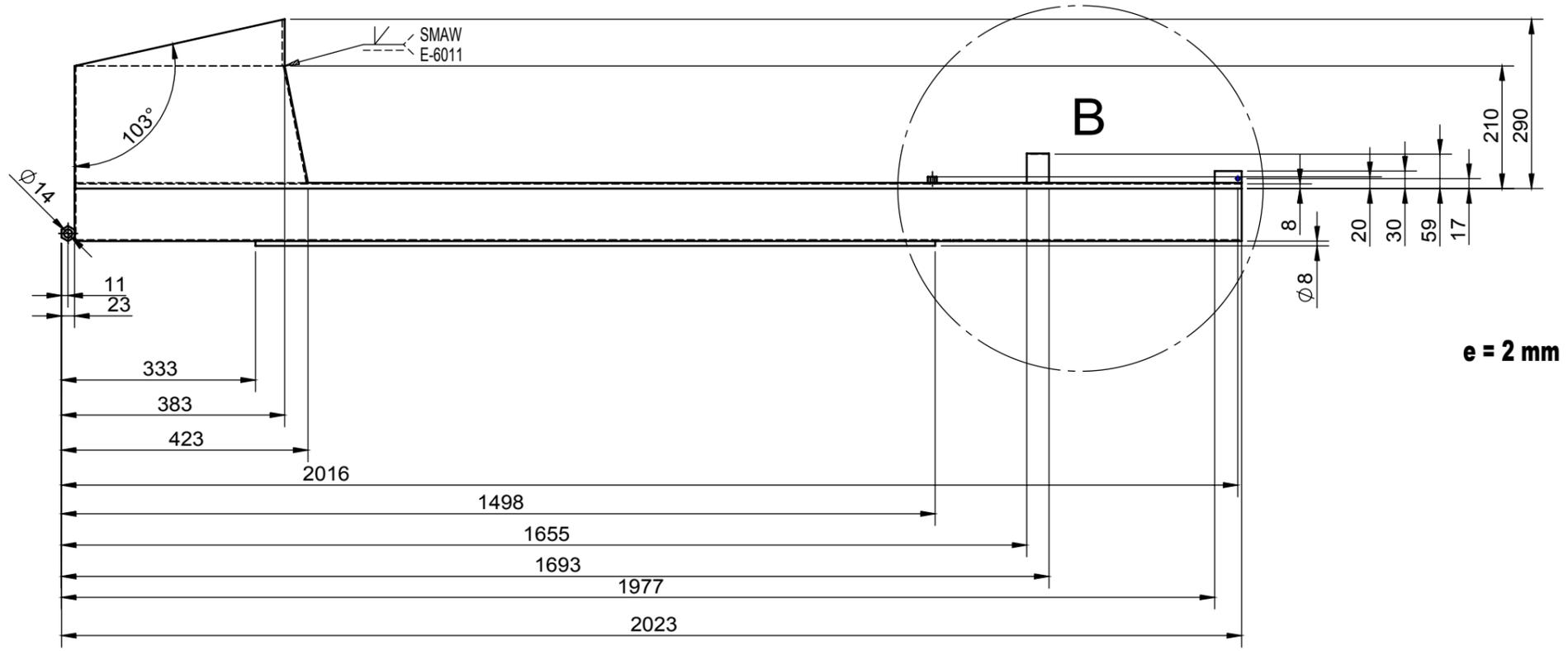
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Ensamblaje descarga	Automatización	1
2	Ensamblaje mesa pequeña	Automatización	1
3	Ensamblaje mesa grande	Automatización	1
4	Banda transportadora	Automatización	1

Tolerancia		(Peso)		Materiales: ACERO		
±0,1		250 lb				
		Fecha	Nombre	Denominación: Clasificadora de fruta		
Dib.	15-08-11	Lascano L				Escala: 1:100
Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.				
Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Número del dibujo: 00		
UTA Ing. Mecánica				(Sustitución)		



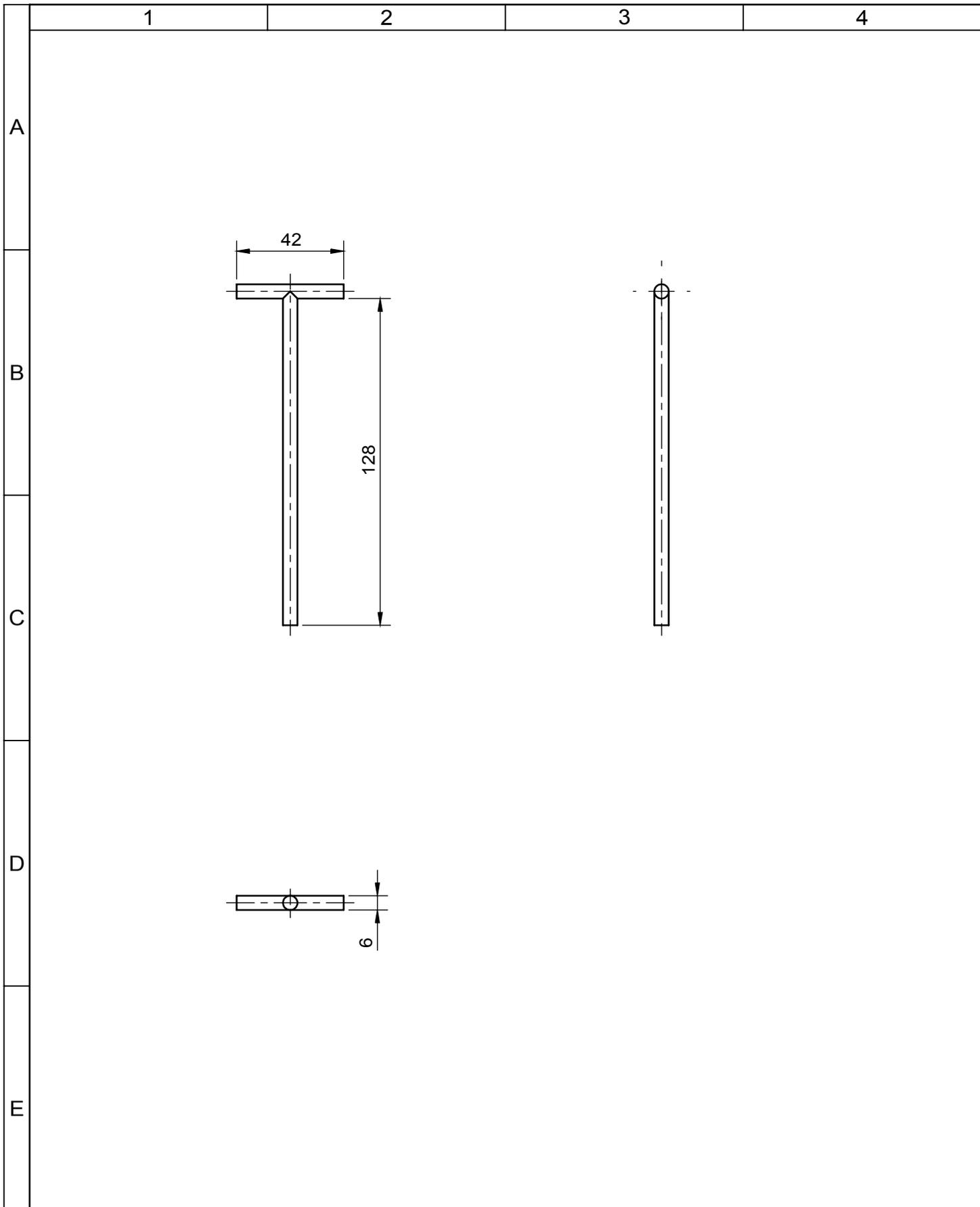
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Mesa	Soldadura	1
2	Bandeja grande	Soldadura	1
3	Pasador bandeja grande	Torneado	1
4	Bandeja pequeña	Soldadura	1
5	Descarga fruta grande	Soldadura	1
6	Descarga fruta pequeña	Soldadura	1
7	Eslabon 2	Perforación	1
8	Eslabon 3	Perforación	1
9	Acople motor	Adquirido	1
10	Sujeción acople	Adquirido	1
11	Sujeción del motor	Perforación	1
12	Motor	Adquirido	1
13	Pistón salida	Adquirido	1
14	Eslabon 4	Perforación	1
15	Eslabon 5	Perforación	1
16	Regulador	Soldadura	1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO		
				±0,1	100 lb			
				Fecha	Nombre	Denominación:		
				Dib. 15-08-11	Lascano L.	Escala:		
				Rev. 15-08-11	Ing. Carrillo M.	Descarga de la fruta		
				Apro. 15-08-11	Ing. Carrillo M.	Escala: 1:100		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 1		
						(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



DETALLE B
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
					Fecha	Nombre	Denominación: Bandeja grande
				Dib.	15-08-11	Lascano L.	
				Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	Escala: 1:100
				UTA		Número del dibujo: 1-2/16	
				ING. MECÁNICA		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Pasador	Escala: 1:100
			Dib.	12-08-11	Lascano L.		
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número del dibujo: 1-3/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	

1 2 3 4 5 6 7 8

A

B

C

D

E

F

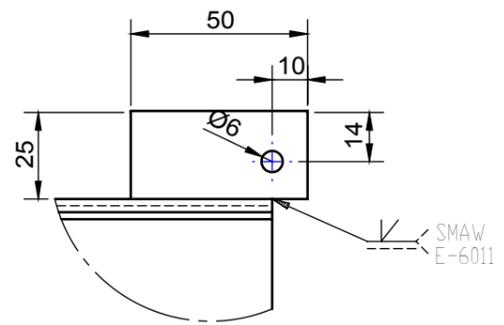
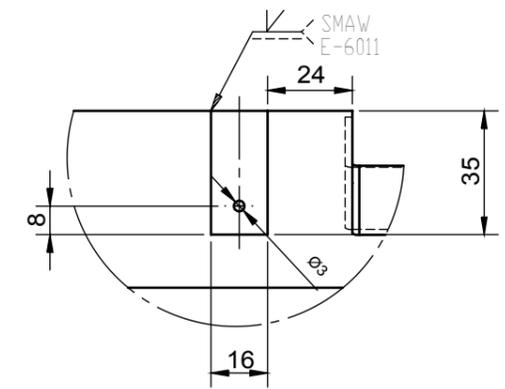
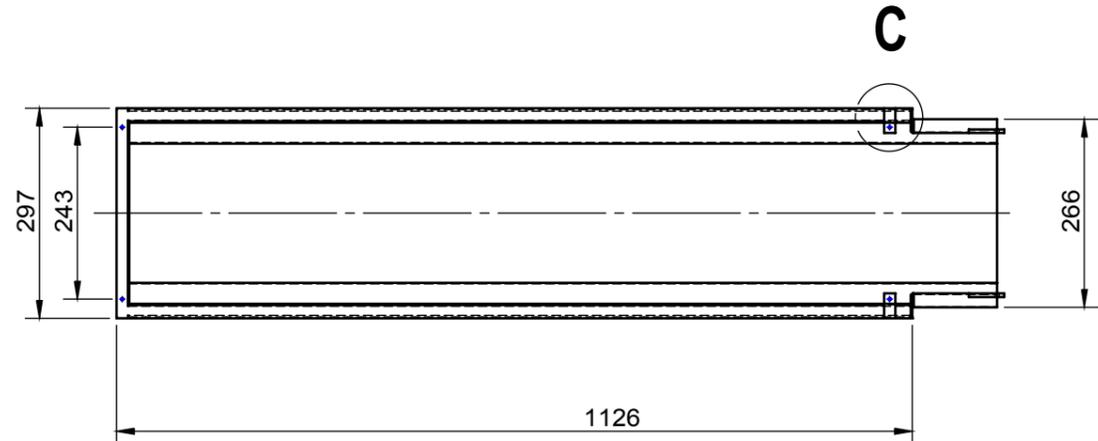
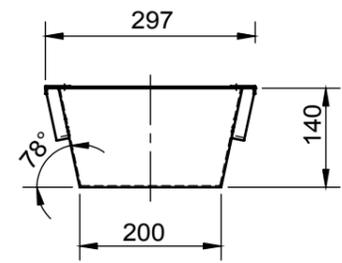
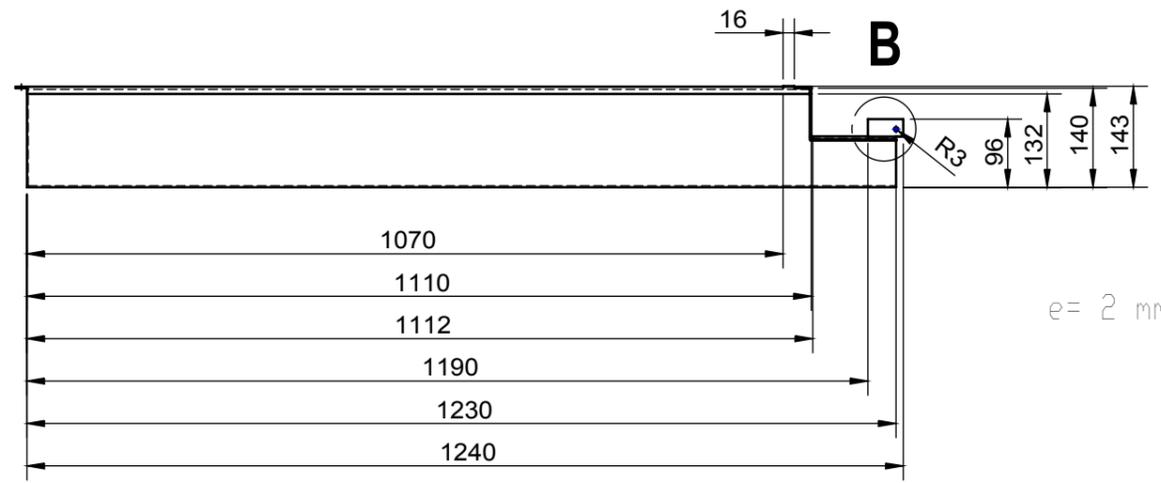
A

B

C

D

E

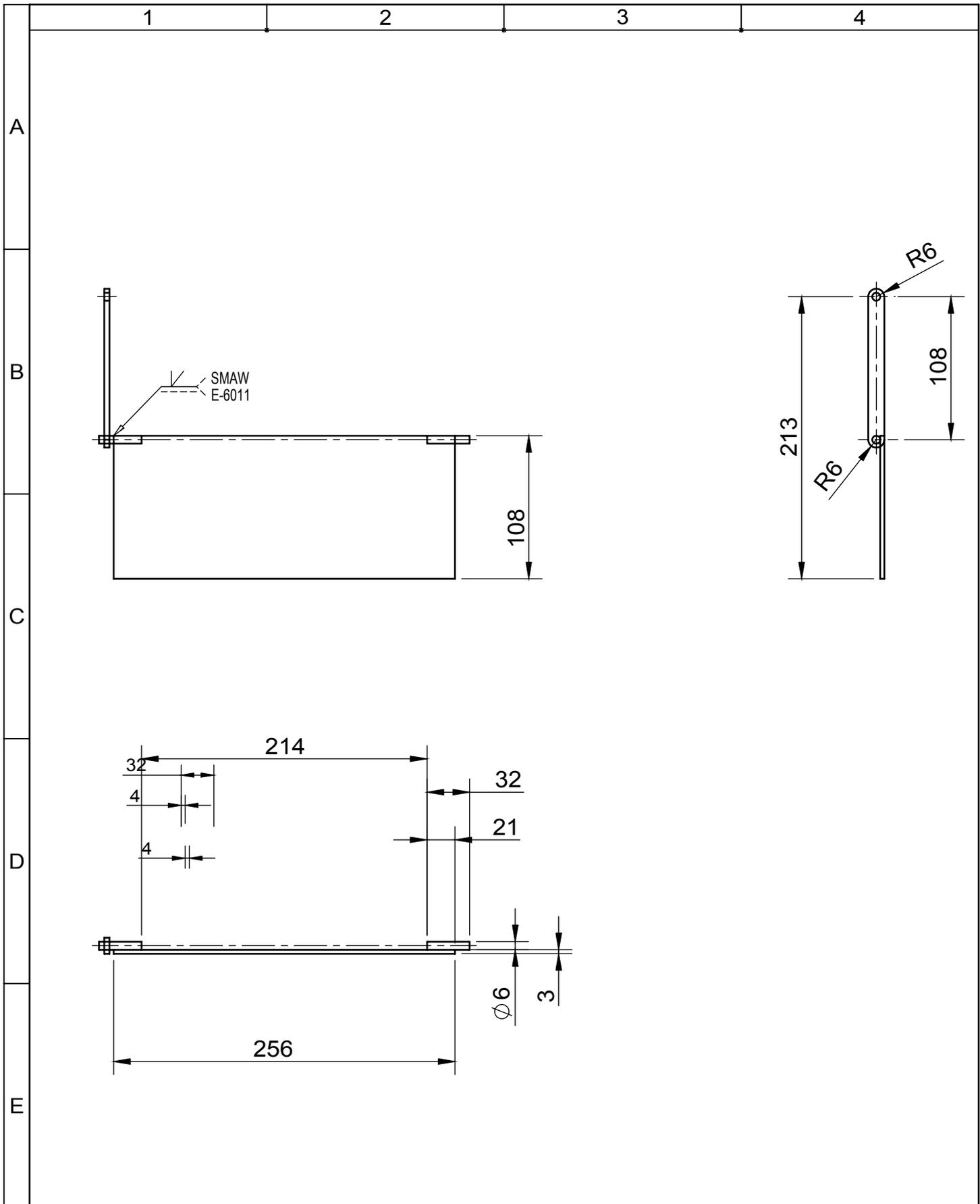


DETALLE C
ESCALA 1 : 2

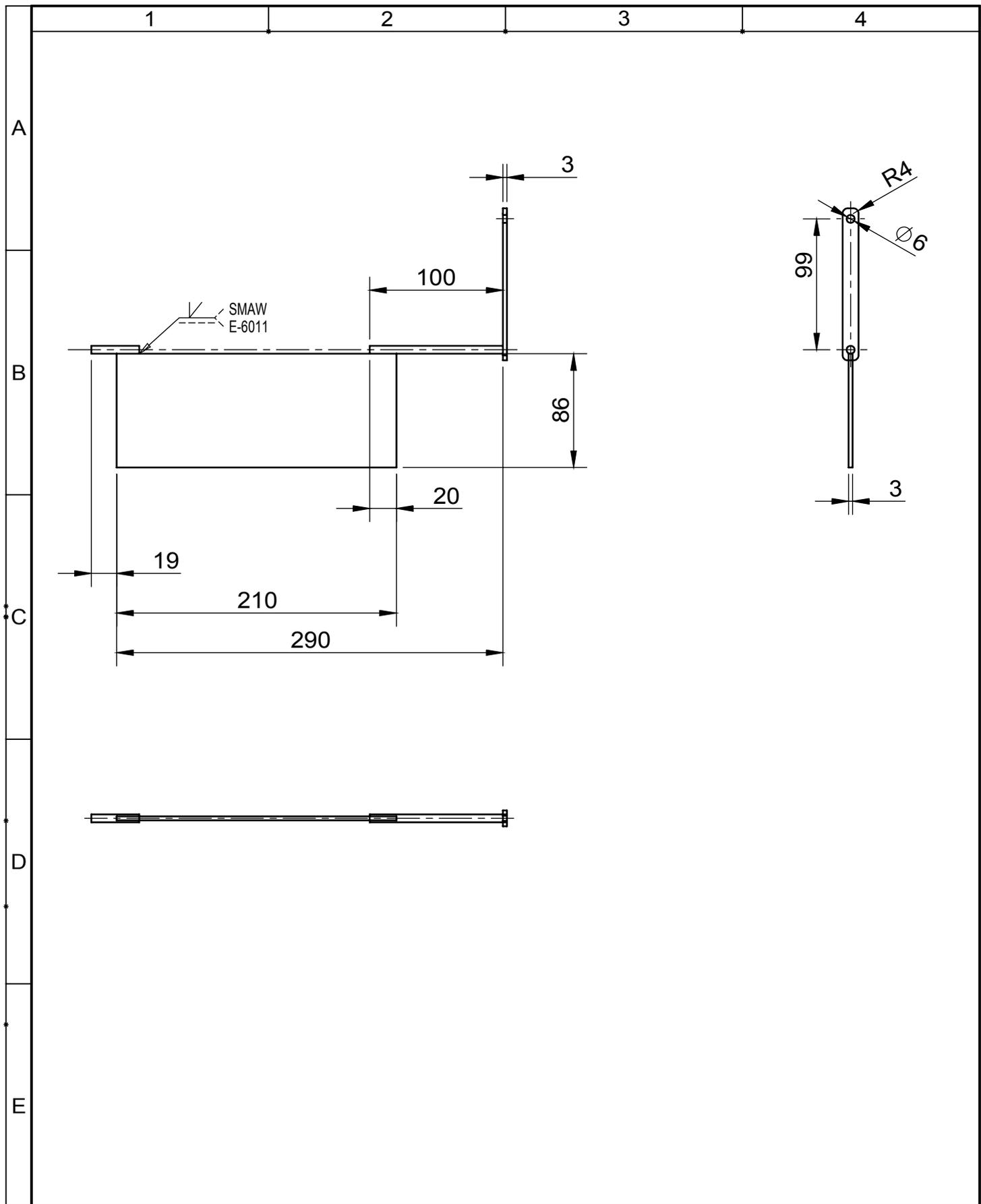
DETALLE B
ESCALA 1 : 2

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
					Fecha	Nombre	Denominación: Bandeja Pequeña
				Dib.	15-08-11	Lascano L.	
				Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	Escala: 1:100
				UTA		Número del dibujo: 1-4/16	
				ING. MECÁNICA		(Sustitución)	
Edic- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

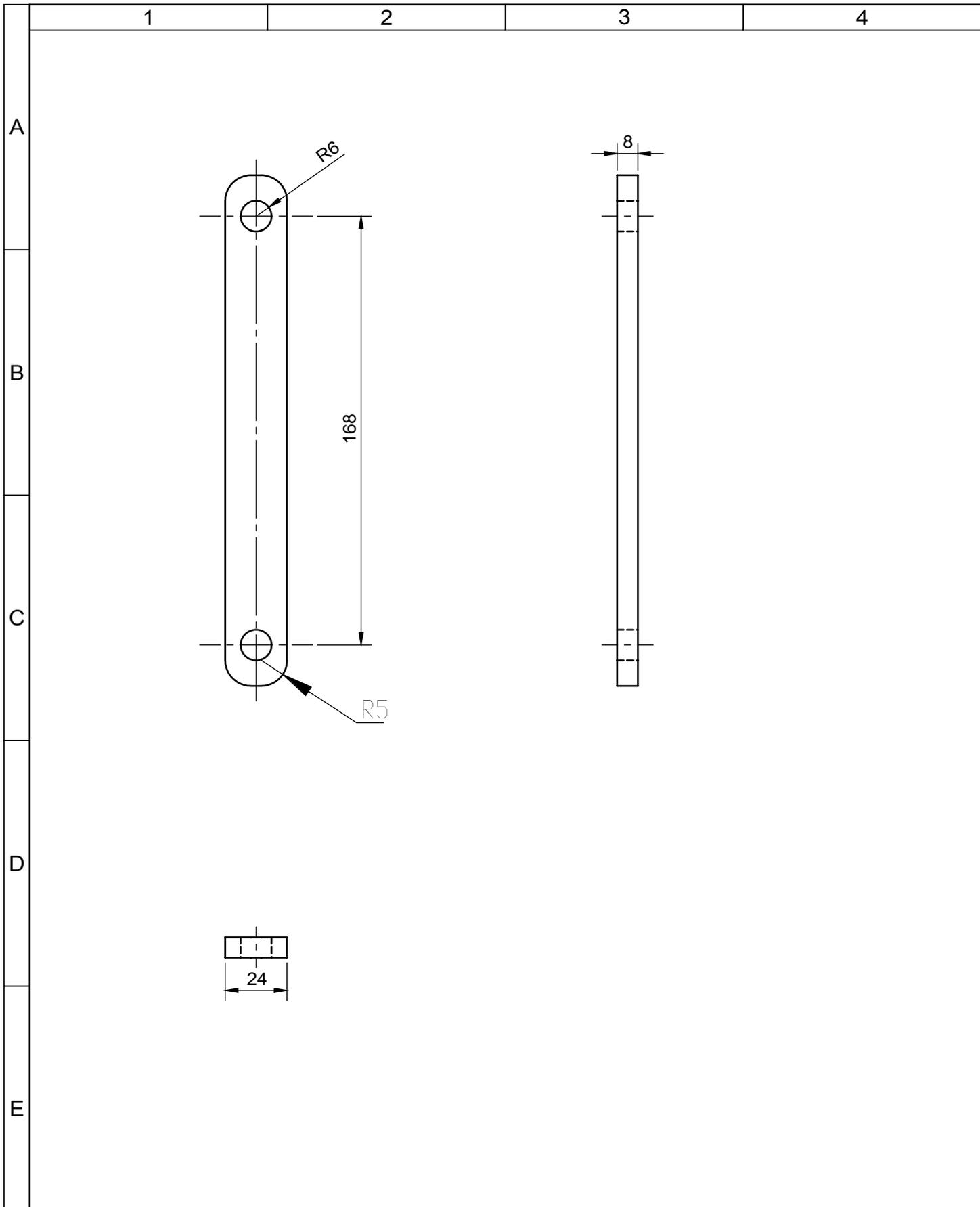
1 2 3 4



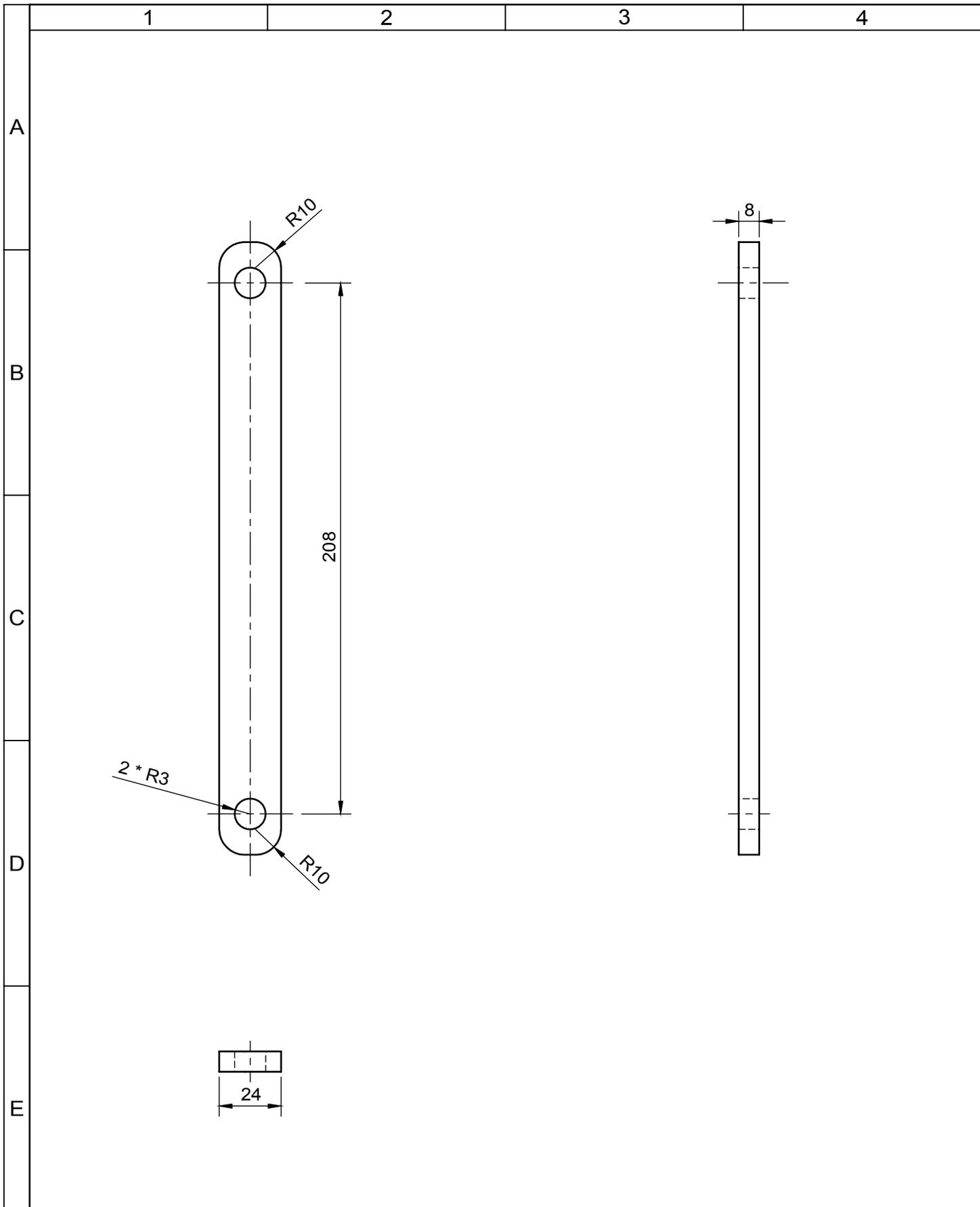
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Descarga fruta grande	Escala: 1:100
			Dib.	15-08-11	Lascano L.		
			Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número del dibujo: 1-5/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



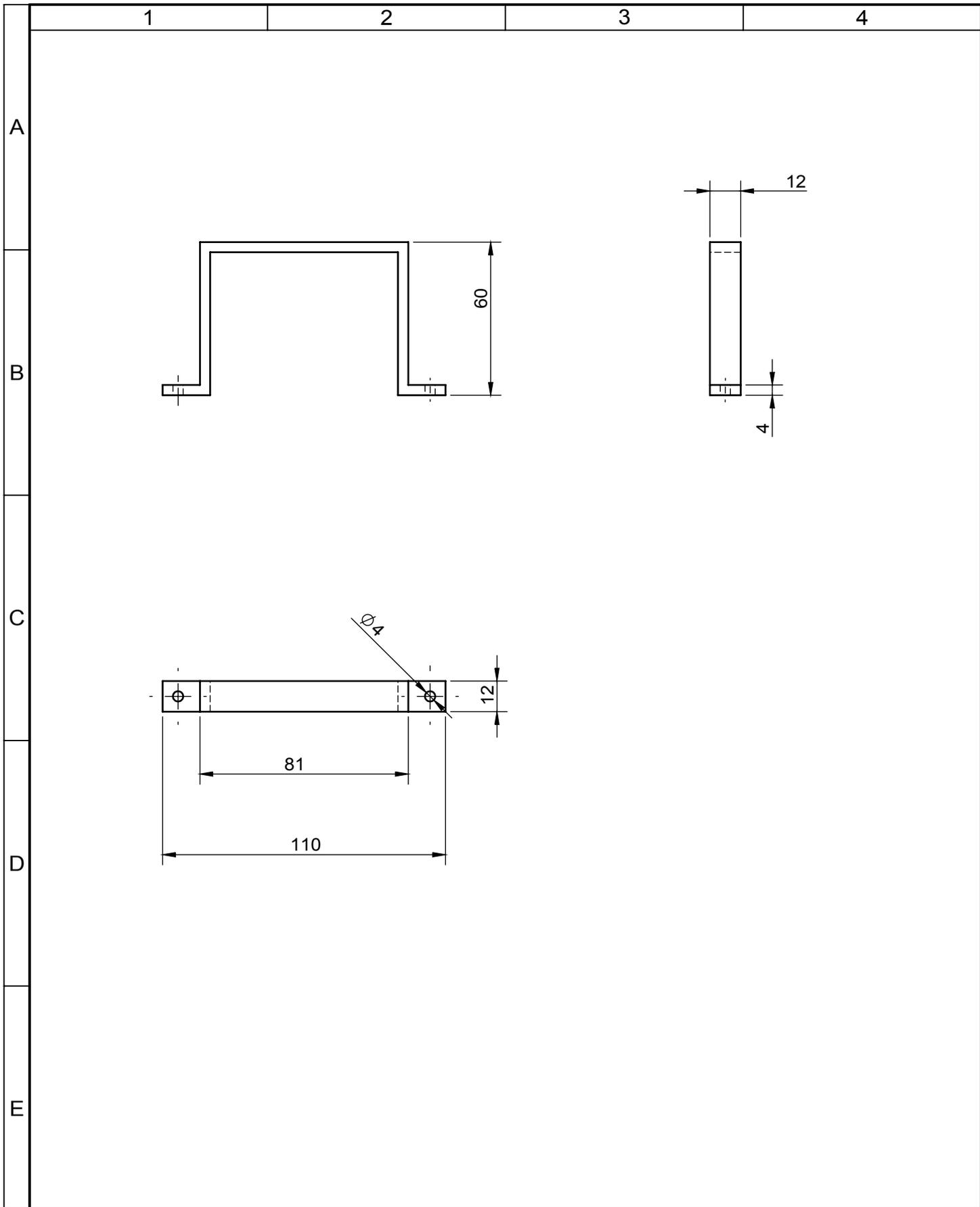
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				$\pm 0,1$	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Descarga fruta pequeña	Escala: 1:100
			Dib.	15-08-11	Lascano L.		
			Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número del dibujo: 1-6/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



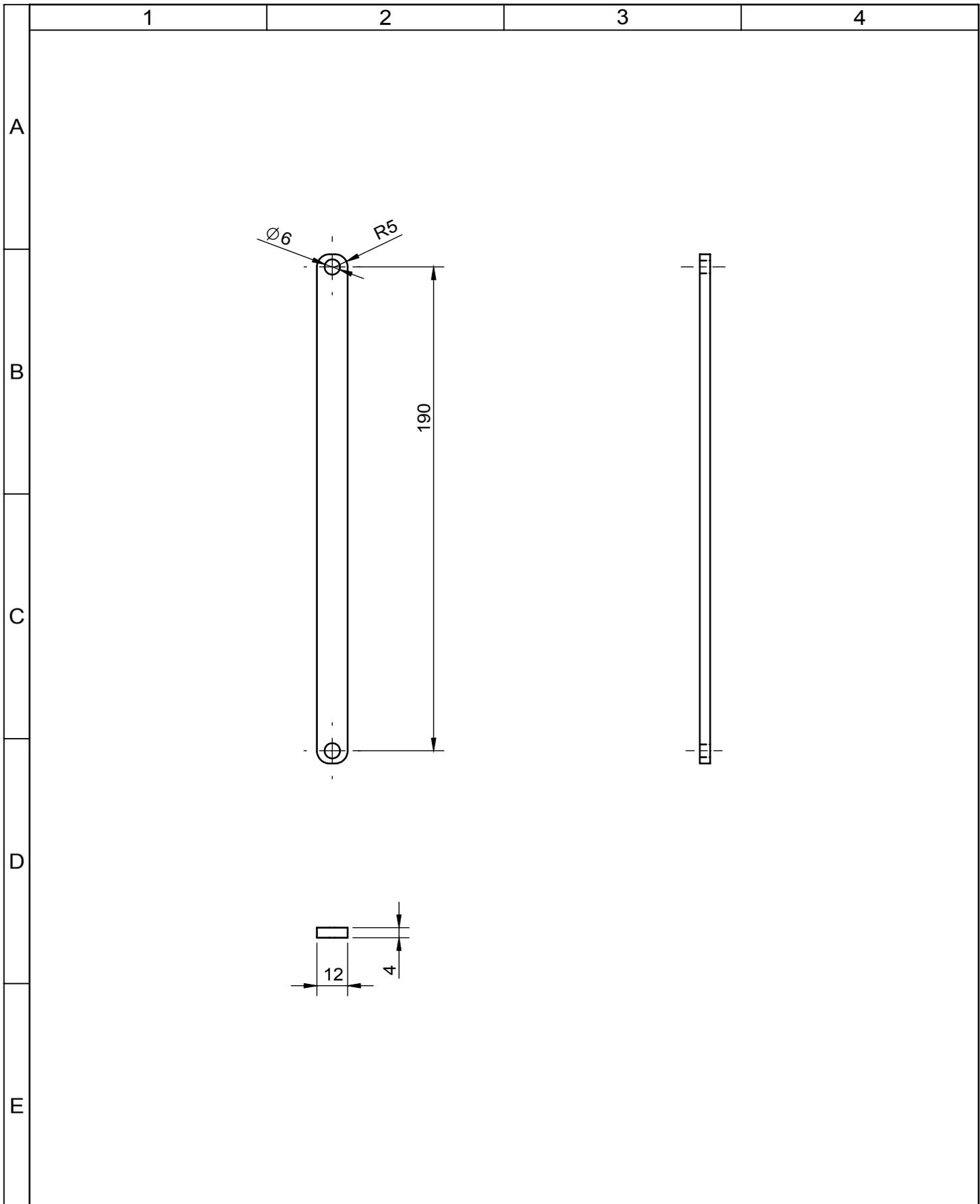
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				$\pm 0,1$	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Eslabon 2	Escala: 1:100
			Dib.	12-08-11	Lascano L.		
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número del dibujo: 1-7/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



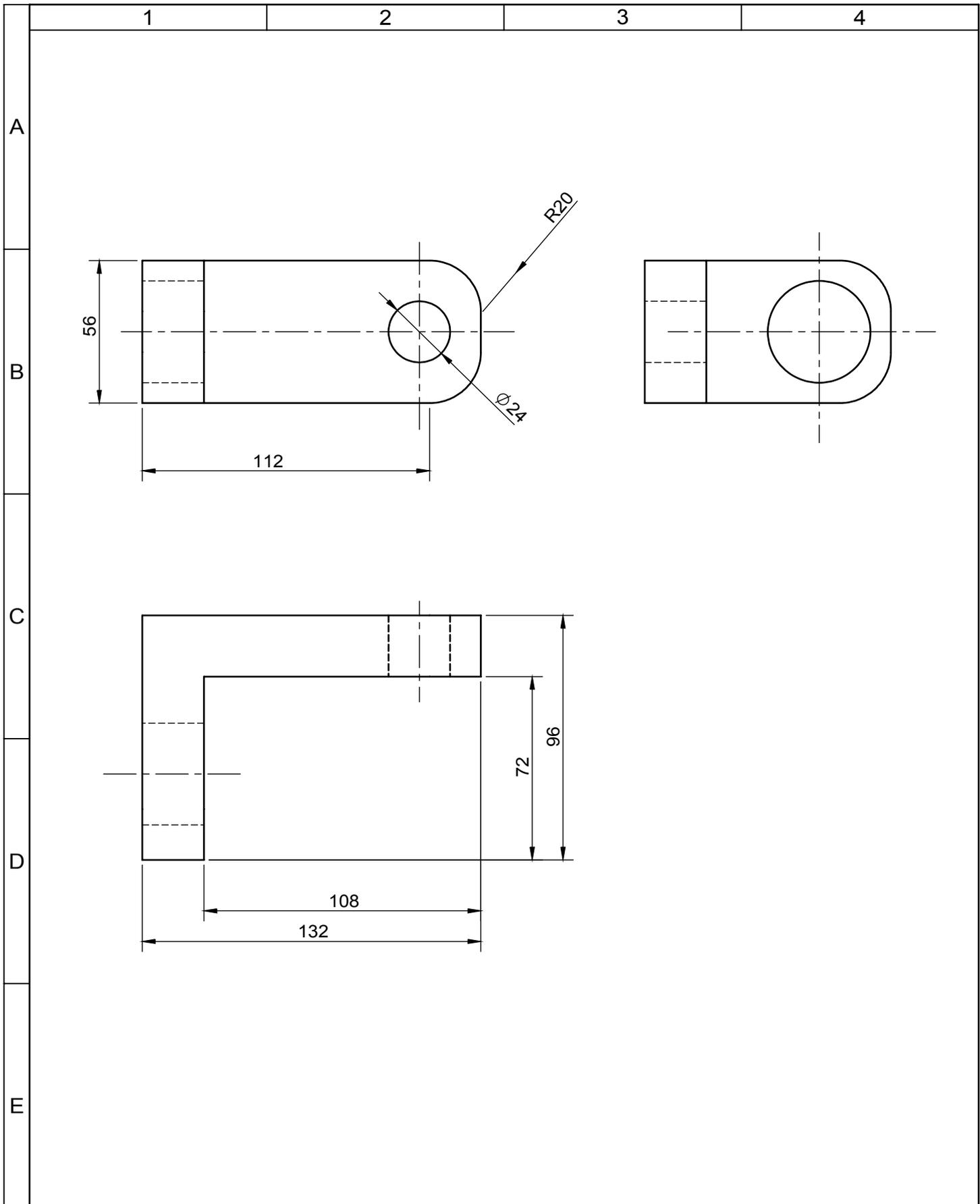
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Eslabon 3	Escala: 1:100
			Dib.	12-08-11	Lascano L.		
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número del dibujo: 1-8/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



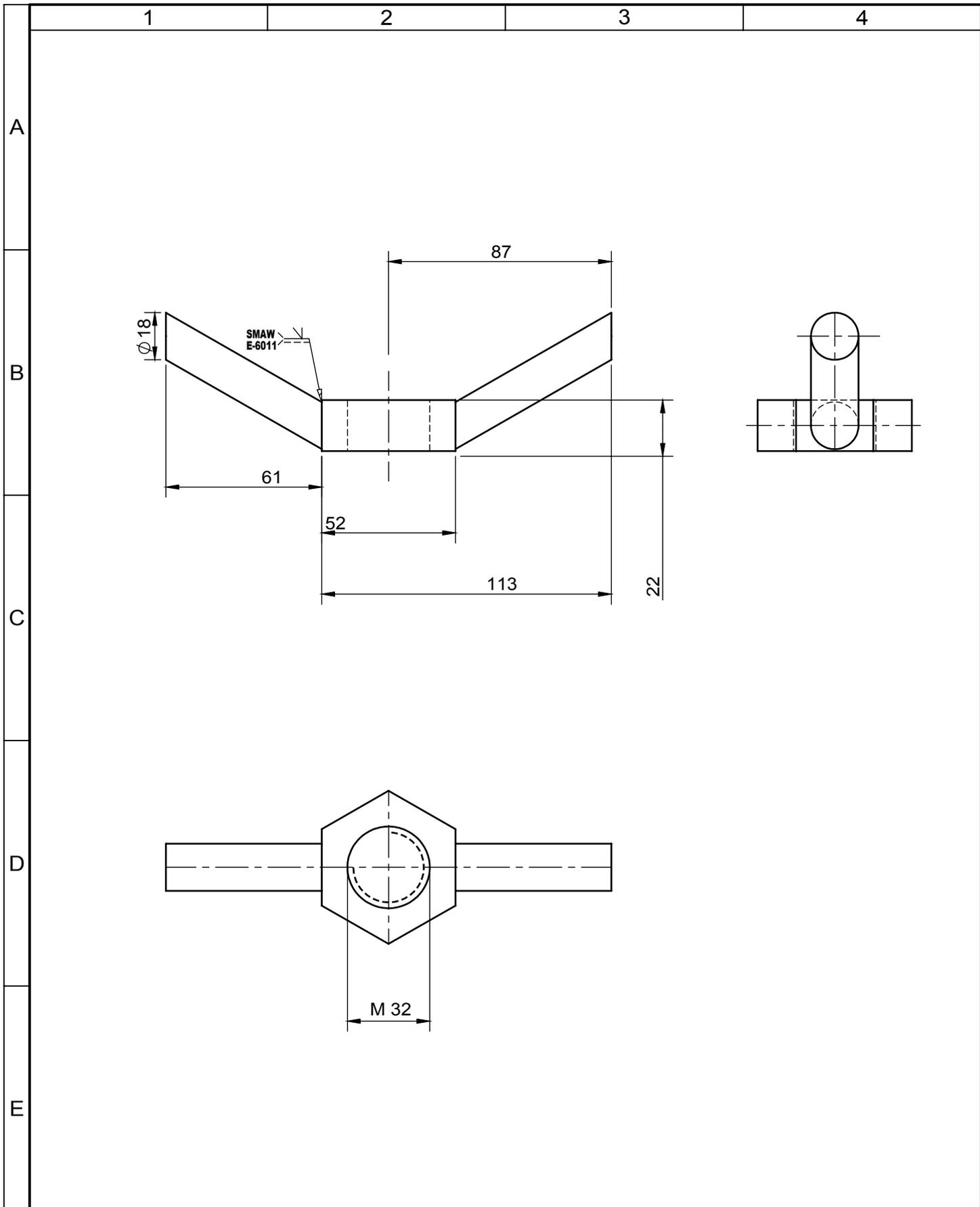
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO			
				$\pm 0,1$	10 Kg				
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dib.	12-08-11	Lascano L.			Sujeción del motor	1:100
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.				
			Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.				
				UTA		Número del dibujo: 1-11/16			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)			



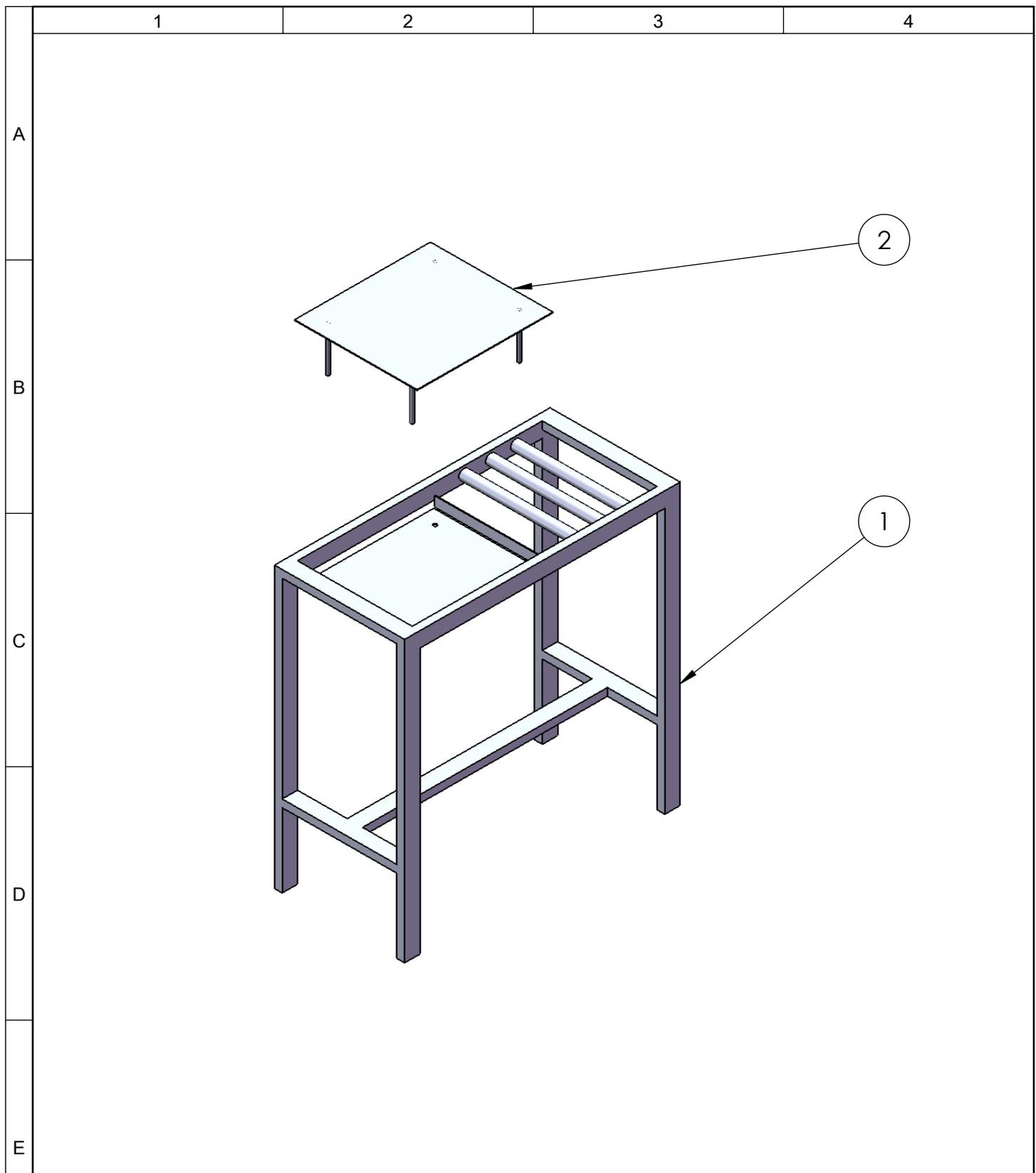
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Eslabon 4	Escala: 1:100
			Dib.	12-08-11	Lascano L.		
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
				UTA		Número del dibujo: 1-14/16	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Eslabon 5	Escala: 1:100
			Dib.	12-08-11	Lascano L.		
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
				Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número del dibujo: 1-15/16	
Edic- cion	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	

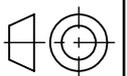


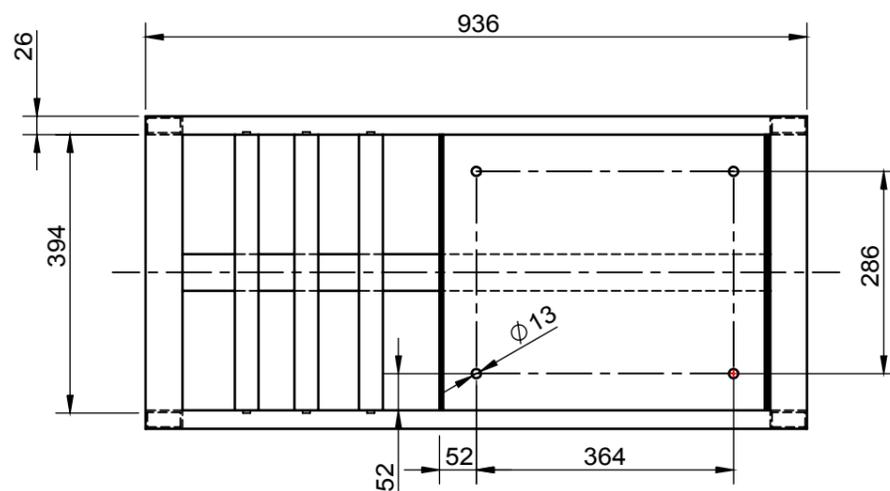
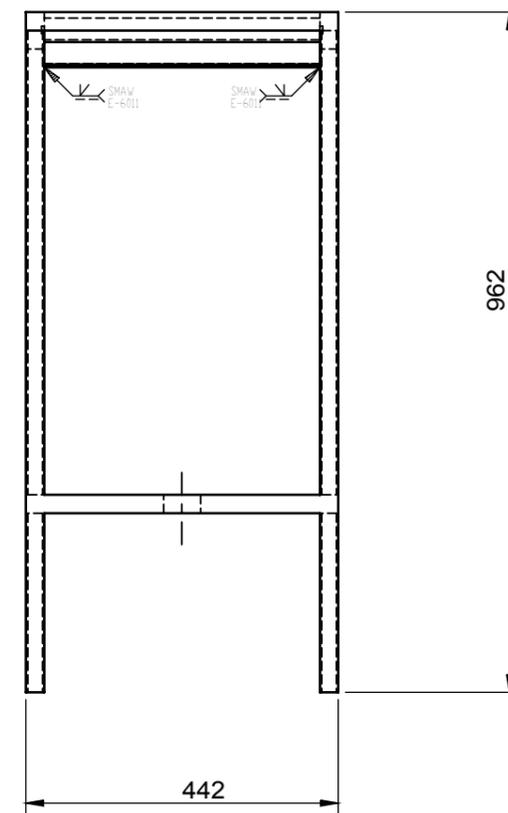
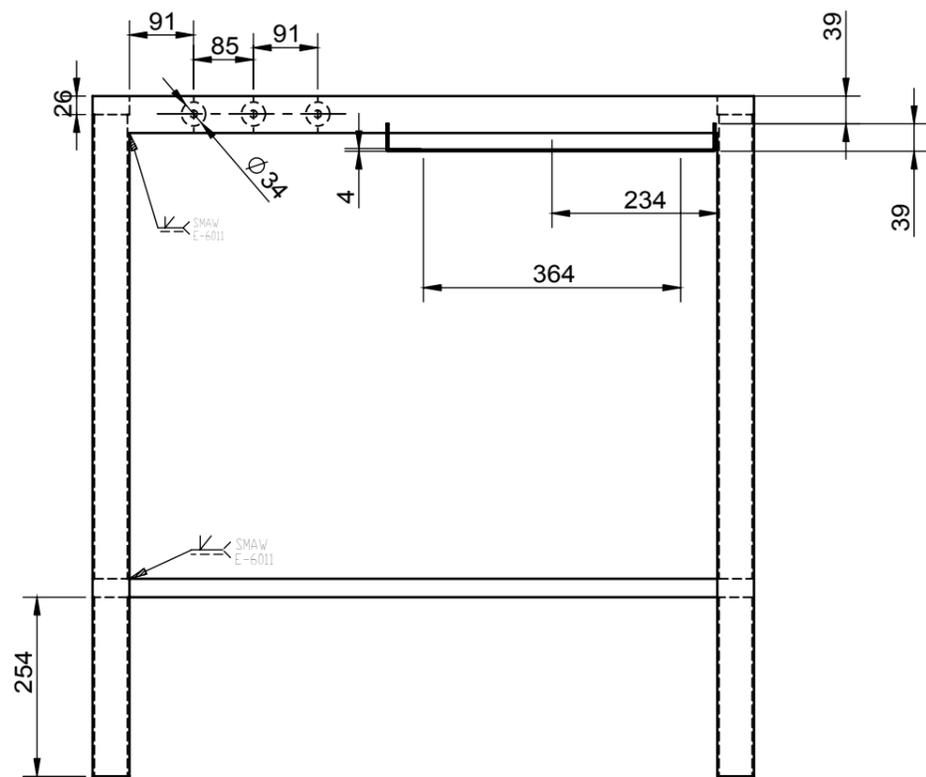
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				$\pm 0,1$	10 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
			Dib.	12-08-11	Lascano L.		
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
			Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.	Regulador	1:100
			UTA				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



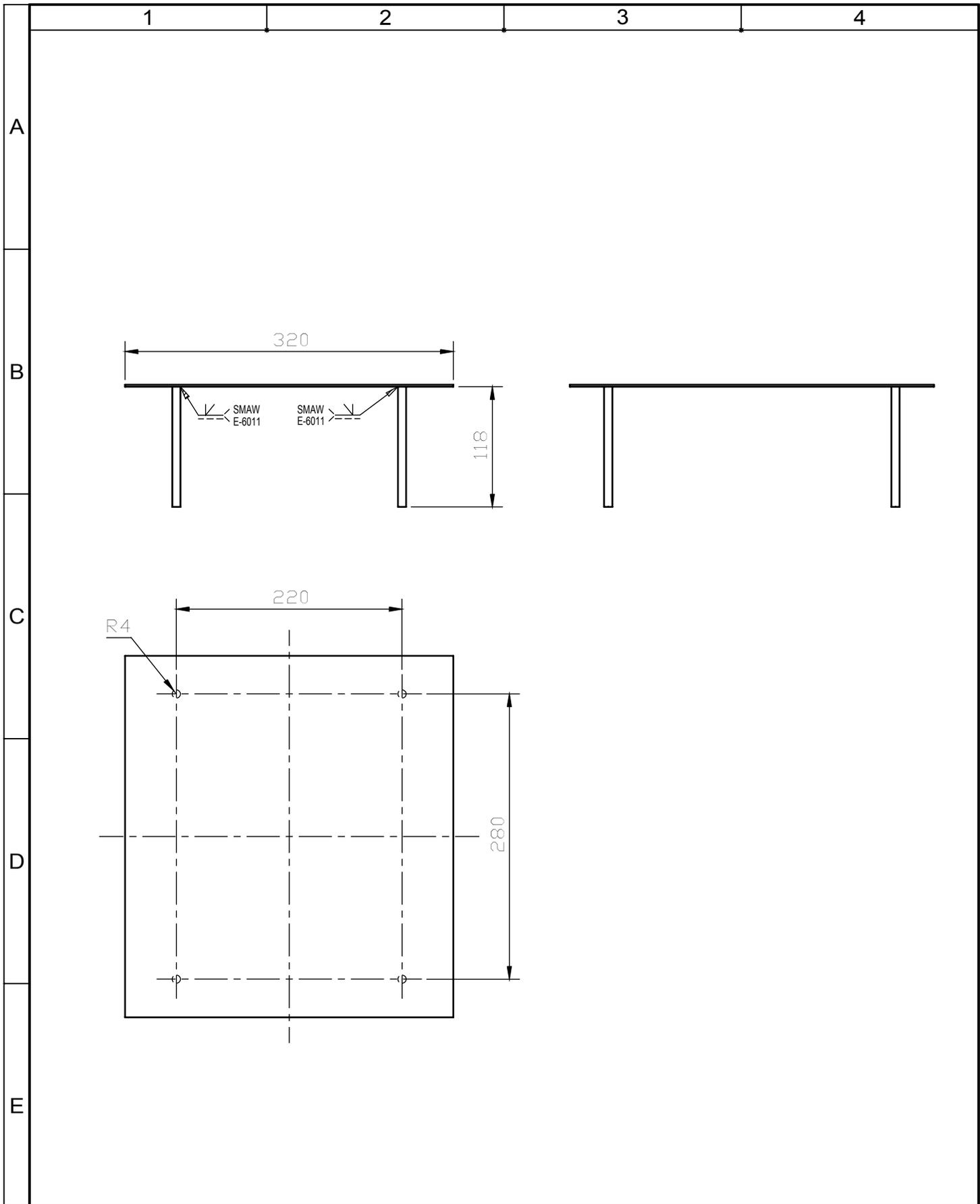
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Mesa fruta pequeña	Soldadura	1
2	Placa	Soldadura	1

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	40 Kg		
					Fecha	Nombre	Denominación: Mesa descarga pequeña
				Dib.	15-08-11	Lascano L.	
				Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número del dibujo: 2	Escala: 1:100
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		(Sustitución)	

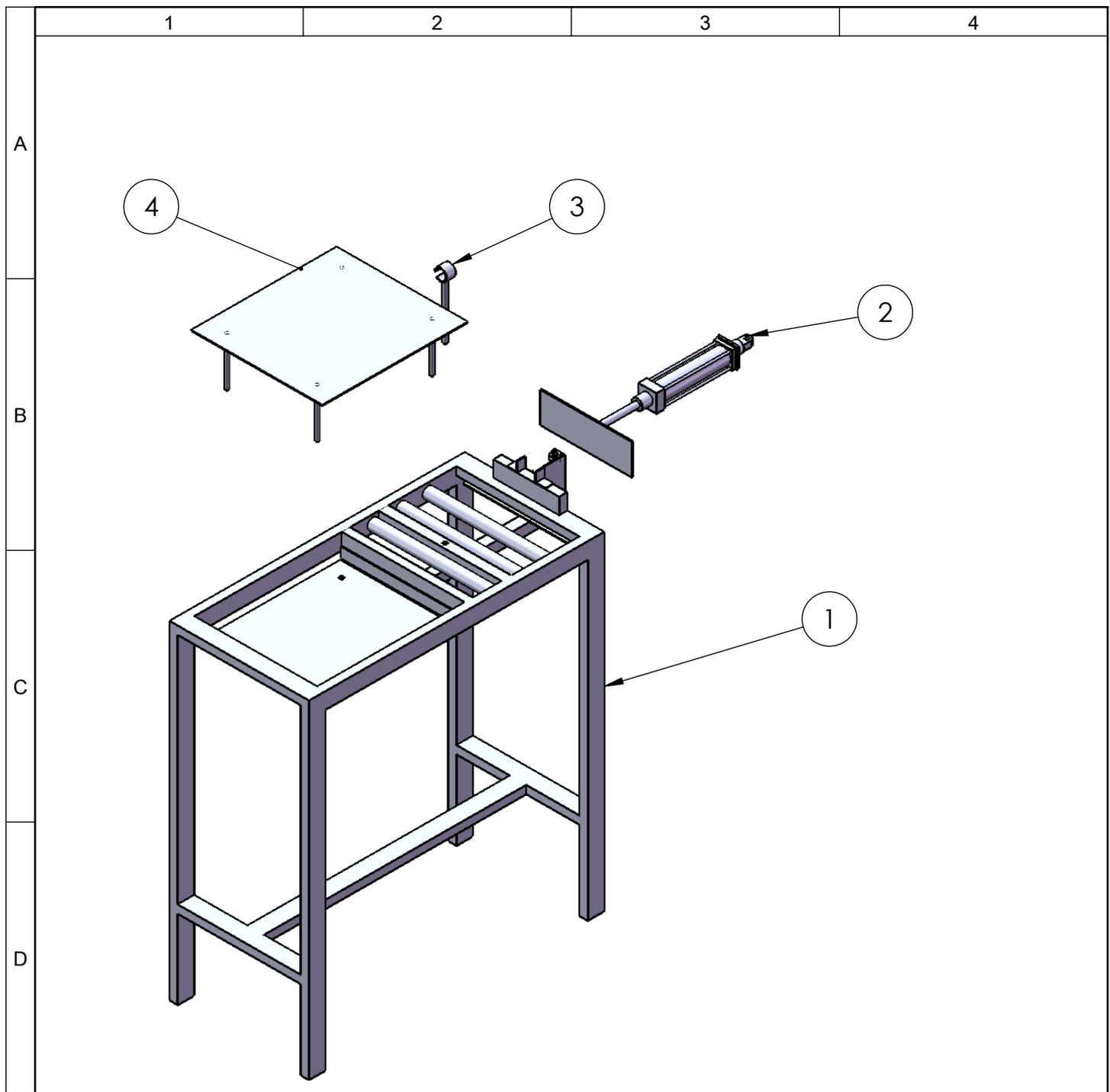




				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO		
				$\pm 0,1$	10 Kg			
					Fecha	Nombre	Denominación: Mesa pequeña	
				Dib.	15-08-11	Lascano L.		
				Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	Escala: 1:100	
				UTA				Número del dibujo: 2-1/2
				ING. MECÁNICA			(Sustitución)	
Edic- cion	Modificación	Fecha	Nombre					

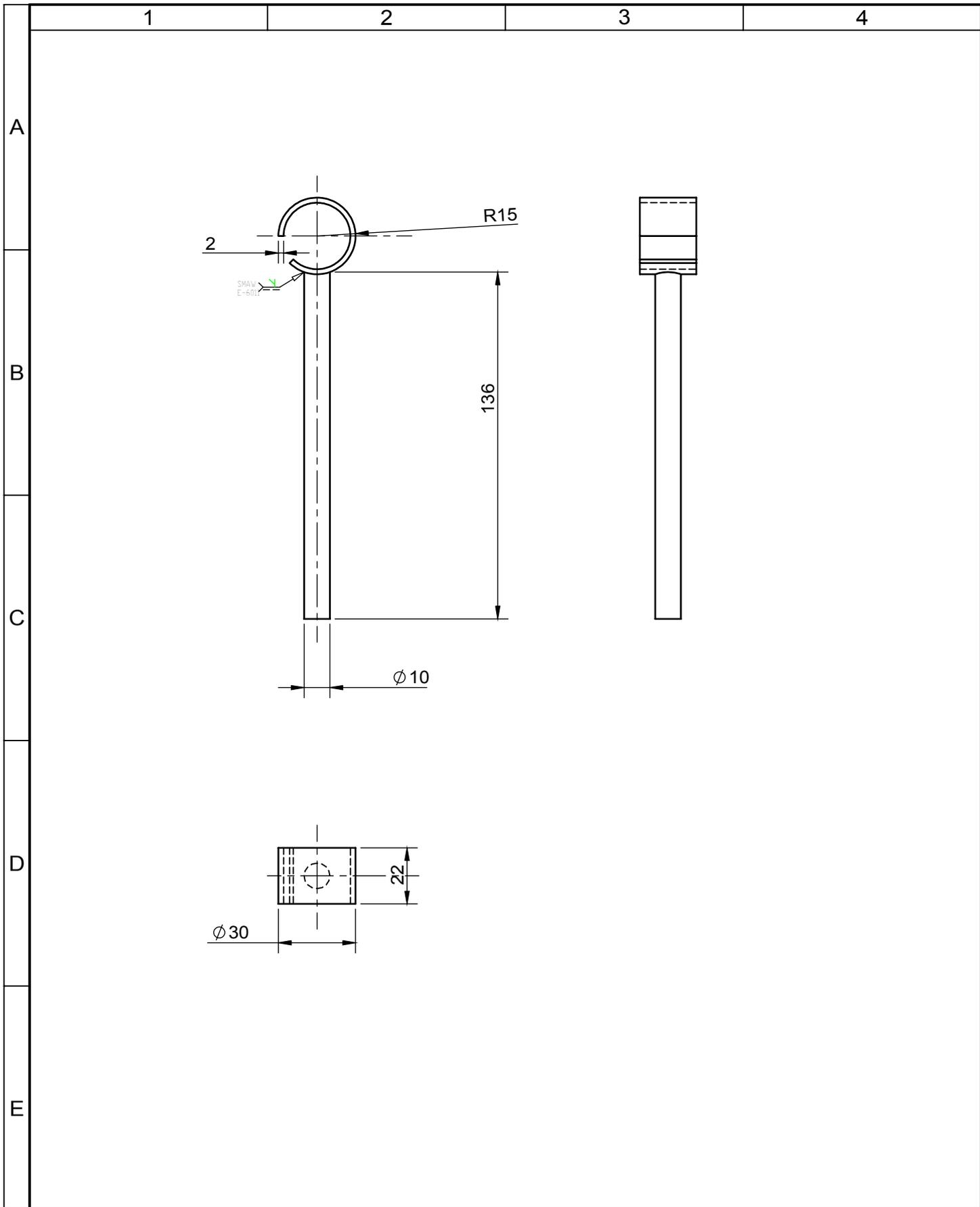


				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	5 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA	Escala: 1:5
			Dib.	15-08-11	Lascano L.		
			Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número del dibujo: 2-2/2	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	

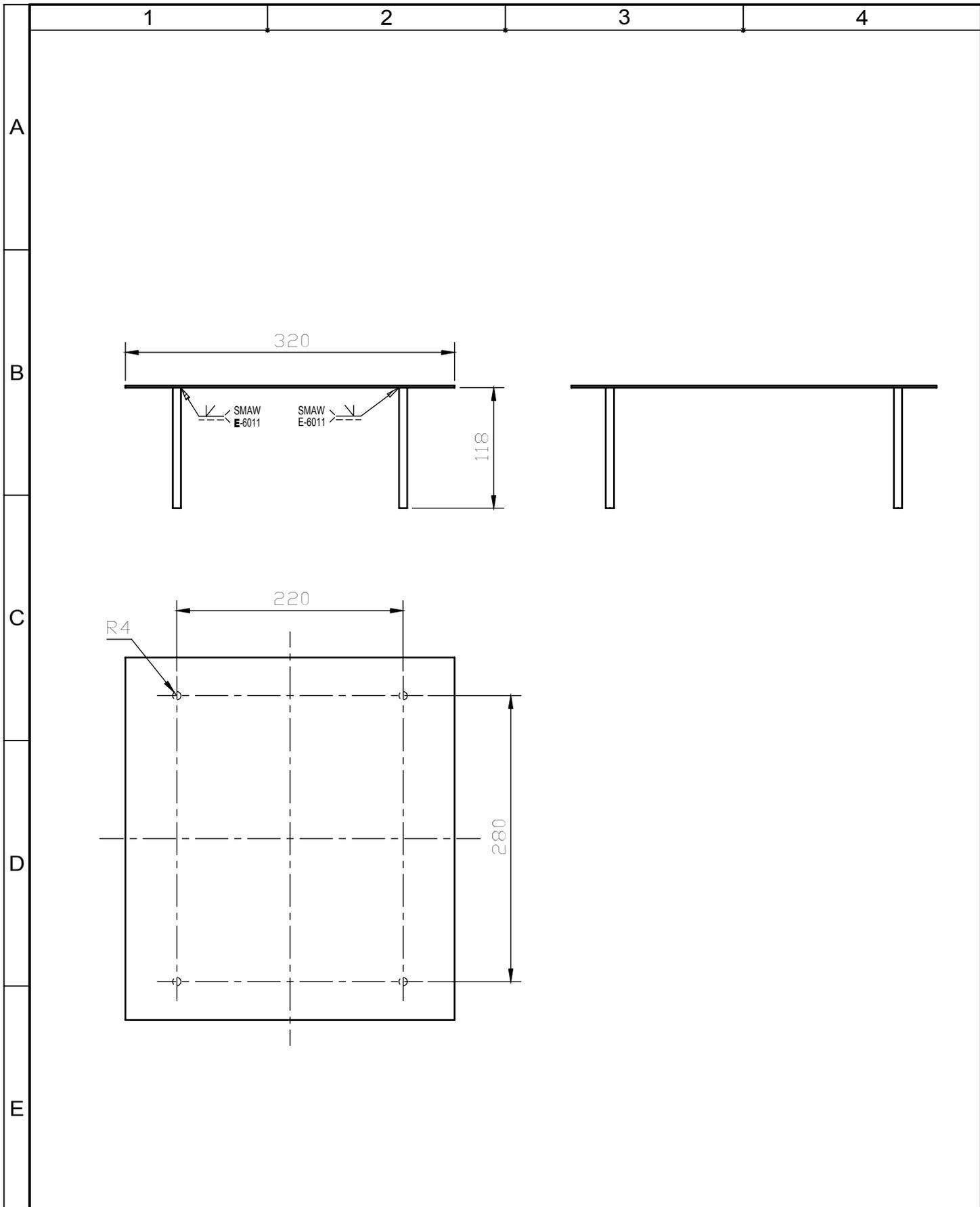


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Mesa fruta grande	Soldadura	1
2	Pistón	Adquirido	1
3	Sujeción del pistón	Torneado	1
4	Placa	Soldadura	1

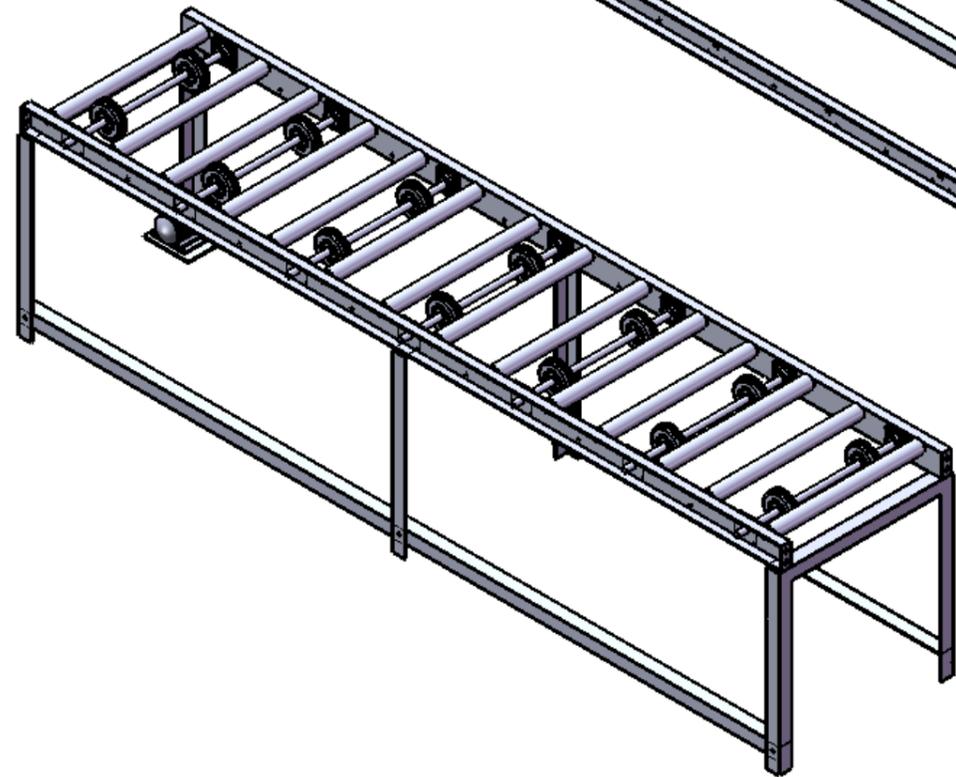
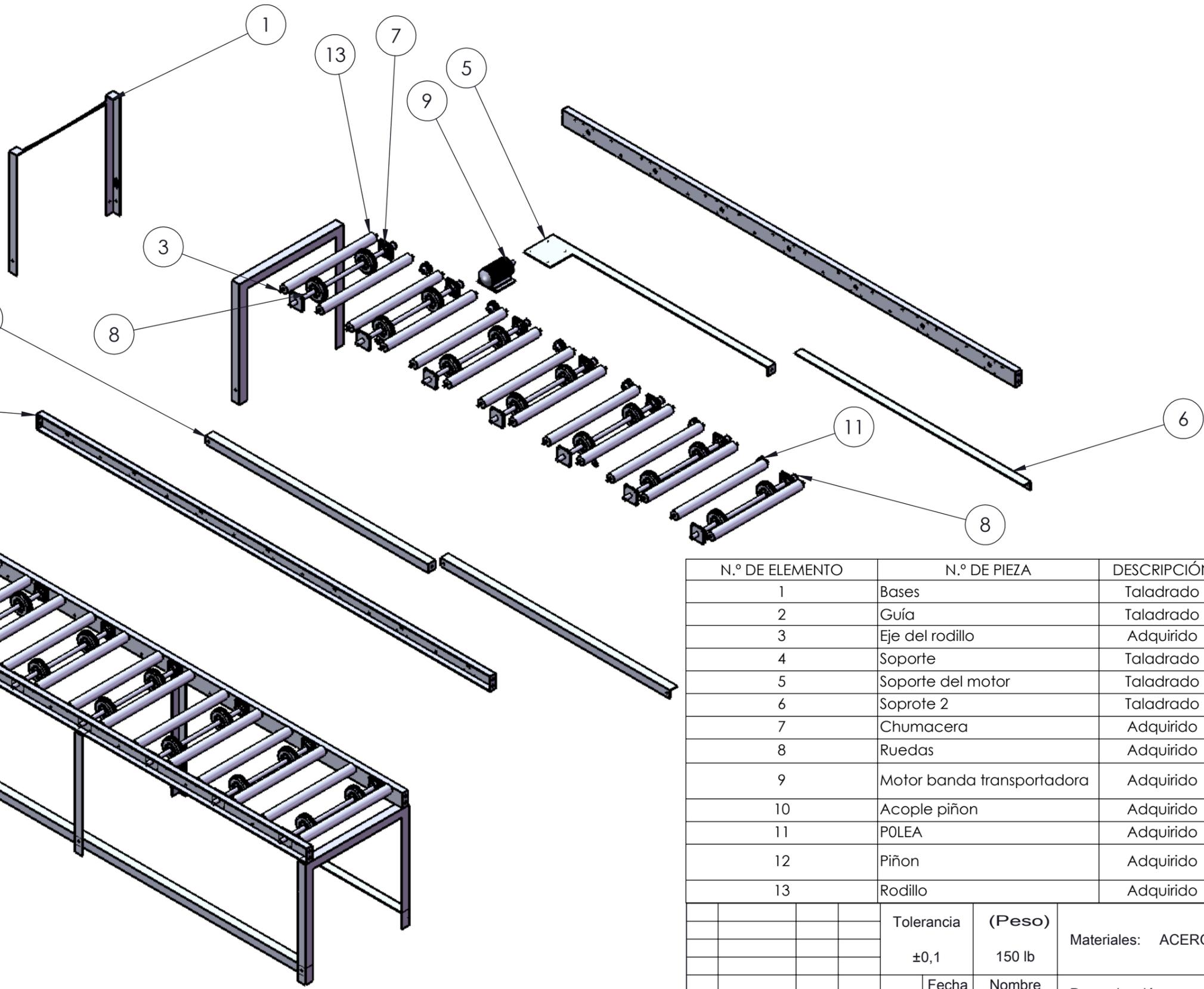
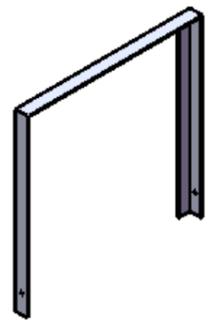
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	80 Kg		
				Dib.	Fecha	Nombre	Denominación: Descarga fruta grande
				Rev.	15-08-11	Lascano L	
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M..	
					15-08-11	Ing. Carrillo M..	
				UTA		Número del dibujo: 3	Escala: 1:100
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	2 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Sujeción del pistón	Escala: 1:100
			Dib.	12-08-11	Lascano L.		
			Rev.	12-08-11	Ing. Carrillo M.		
				Apro.	12-08-11	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número del dibujo: 3-3/4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



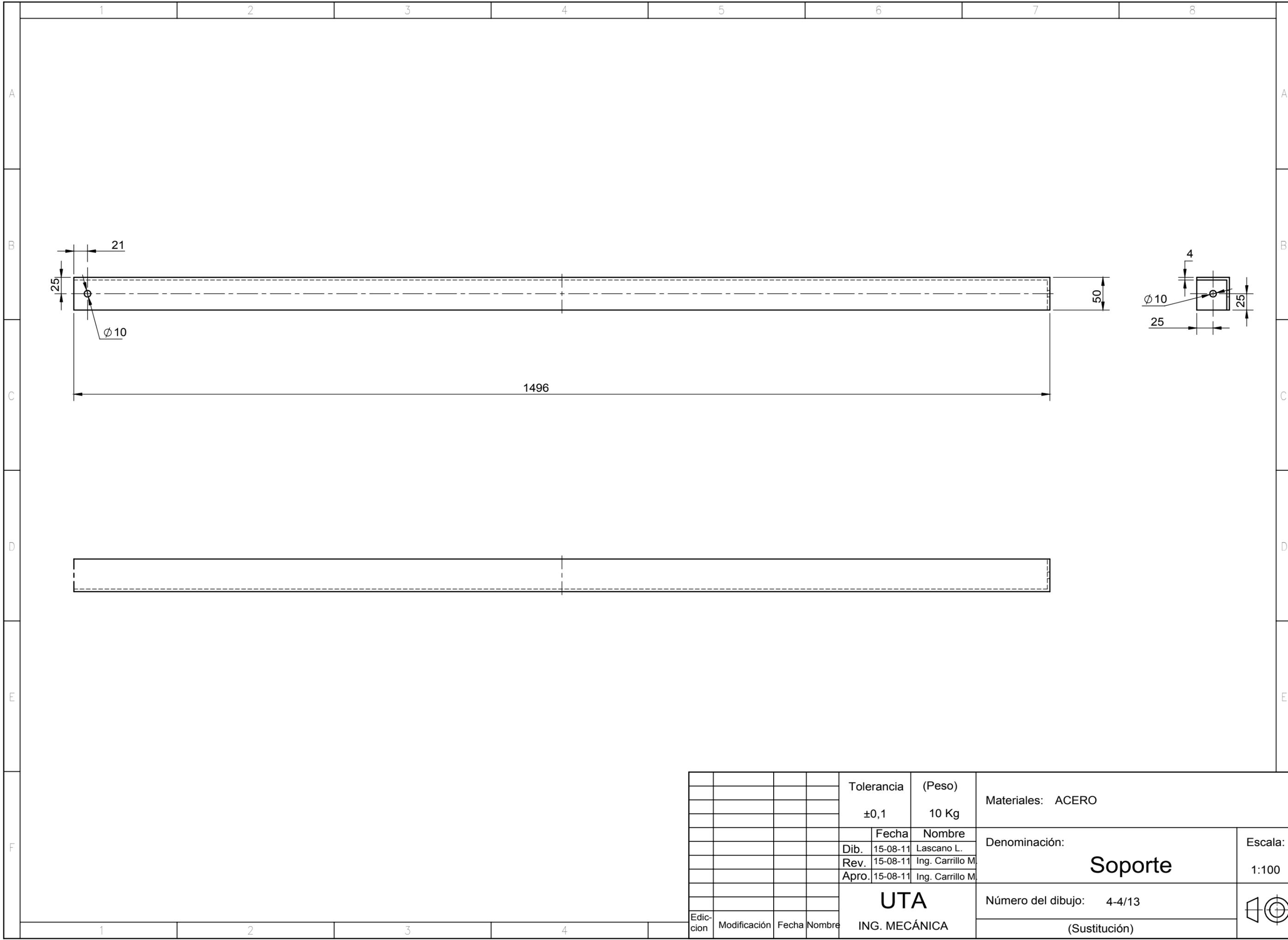
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	5 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA	Escala: 1:5
			Dib.	15-08-11	Lascano L.		
			Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				UTA		Número del dibujo: 3-4/4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	ING. MECÁNICA		(Sustitución)	



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Bases	Taladrado	1
2	Guía	Taladrado	2
3	Eje del rodillo	Adquirido	14
4	Soporte	Taladrado	1
5	Soporte del motor	Taladrado	1
6	Soprote 2	Taladrado	2
7	Chumacera	Adquirido	14
8	Ruedas	Adquirido	7
9	Motor banda transportadora	Adquirido	1
10	Acople piñon	Adquirido	1
11	POLEA	Adquirido	6
12	Piñon	Adquirido	1
13	Rodillo	Adquirido	14

Tolerancia		(Peso)		Materiales: ACERO	
±0,1		150 lb			
Fecha		Nombre		Denominación: Banda transportadora	
Dib.	15-08-11	Lascano L			
Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.			
Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.			
UTA				Número del dibujo: 4	
Ing. Mecánica				(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Escala: 1:100	

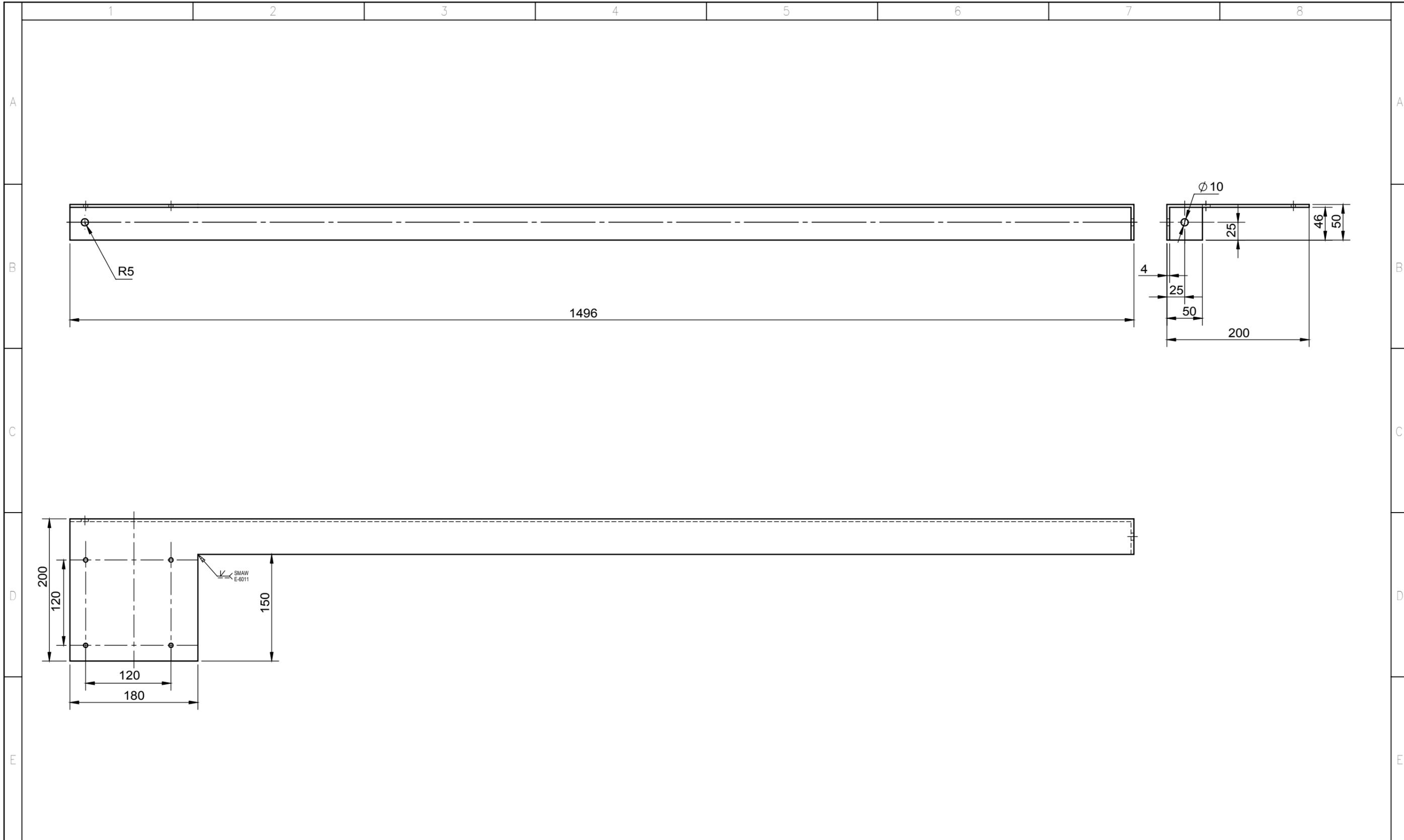




				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
					Fecha	Nombre	Denominación: Soporte
				Dib.	15-08-11	Lascano L.	
				Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	Escala: 1:100
				UTA			
				ING. MECÁNICA			Número del dibujo: 4-4/13
							(Sustitución)
Edic- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO		
				±0,1	10 Kg			
					Fecha	Nombre	Denominación: Soporte 2	
				Dib.	15-08-11	Lascano L.		
				Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.		
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	Escala: 1:100	
				UTA				
				ING. MECÁNICA			Número del dibujo: 4-5/13	
							(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO	
				±0,1	10 Kg		
					Fecha	Nombre	Denominación: Soporte motor
				Dib.	15-08-11	Lascano L.	
				Rev.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	
				Apro.	15-08-11	Ing. Carrillo M.	Número del dibujo: 4-6/13
							Escala: 1:100
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA ING. MECÁNICA		(Sustitución)	