



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN MECATRÓNICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA
DOSIFICADORA DE TURBA PARA PILONES DE FORMA PIRAMIDAL,
EN BANDEJAS DE 50 x 28,2 cm (10x20) EN EL PROCESO
DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS”.**

AUTORA: GABRIELA SOFÍA ESTRELLA ORMAZA

DIRECTORA: ING. GABRIELA VERDEZOTO

IBARRA – ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer los textos completos de forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100248938-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ESTRELLA ORMAZA GABRIELA SOFÍA		
DIRECCIÓN:	LAS PALMAS #1-13		
EMAIL:	gabystatr@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:	2 605-811	TELÉFONO MÓVIL:	0993005522
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DOSIFICADORA DE TURBA PARA PILONES DE FORMA PIRAMIDAL, EN BANDEJAS DE 50 X 28,2CM (10X20) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.		
AUTOR (ES):	GABRIELA SOFÍA ESTRELLA ORMAZA		
FECHA: AAAAMMDD	2014 – DICIEMBRE		
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA EN MECATRÓNICA		
DIRECTOR:	ING. GABRIELA VERDEZOTO		

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Gabriela Sofía Estrella Ormaza, con cédula de identidad Nro.100248938-1, en calidad de autor (a) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



.....
FIRMA

Nombre: Gabriela Sofía Estrella Ormaza

Cédula: 100248938-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

El autor (a) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, Diciembre del 2014.

LA AUTORA:

.....
FIRMA

Nombre: Gabriela Sofía Estrella Ormaza

Cédula: 100248938-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Gabriela Sofía Estrella Ormaza, con cédula de identidad Nro. 100248938-1, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DOSIFICADORA DE TURBA PARA PILONES DE FORMA PIRAMIDAL, EN BANDEJAS DE 50 x 28,2cm (10x20) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, Diciembre del 2014.

.....
FIRMA

Nombre: Gabriela Sofía Estrella Ormaza

Cédula: 100248938-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICADO DE ASESOR

La señorita Gabriela Sofía Estrella Ormazza ha trabajado en su totalidad en el desarrollo del proyecto de tesis **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DOSIFICADORA DE TURBA PARA PILONES DE FORMA PIRAMIDAL, EN BANDEJAS DE 50 x 28,2cm (10x20) EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS”**, previo a la obtención del título de Ingeniera en Mecatrónica, trabajo que lo realizó con interés profesional y responsabilidad, es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

.....
Ing. Gabriela Verdezoto

DIRECTORA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Gabriela Sofía Estrella Ormaza, con cédula de identidad número Nro. 100248938-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte – Ibarra, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente.

.....
FIRMA

Nombre: Gabriela Sofía Estrella Ormaza

Cédula: 100248938-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido tener la familia que tengo y por haber tenido la oportunidad de superarme y ser una buena profesional para colaborar con el desarrollo de la sociedad y el país.

De manera muy especial agradezco a mi familia, a mis padres y hermanos quienes han hecho posible que cumpla siempre mis metas, entre ellas ser una profesional, al aconsejarme y guiarme en todas y cada una de las actividades diarias de mi vida.

A mi compañero de tesis que gracias a sus ideas, opiniones y criterio supo apoyarme durante el proceso de diseño y construcción de la máquina para así obtener muy buenos resultados.

A mi tutora de trabajo de grado quien me supo ayudar, guiar y corregir desde el inicio del proyecto hasta el final de manera sincera y optimista.

Gaby.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres con quienes siempre he podido contar en los buenos y malos momentos día a día, a ellos, que de manera desinteresada han sido parte de mis logros y desaciertos.

A mis hermanos porque son parte muy especial de mi vida, con quienes he compartido toda mi vida les dedico este logro como muestra de que he cumplido una meta más en mi vida.

Gaby.

RESUMEN

El presente proyecto está enfocado a los sectores que se dedican a cultivar alimentos de calidad para el consumo humano y para el comercio a nivel nacional; el proyecto contribuye con el desarrollo de la matriz productiva del país al generar más producción de plántulas de hortalizas en menos tiempo que la producción manual mediante el uso de elementos industriales, controladores programables, entre otros.

El objetivo principal para la construcción de este proyecto es implementar una máquina dosificadora automática de turba (tierra) para celdas con forma piramidal, ubicadas en bandejas de 50 x 28,2 cm, en el proceso de producción de plántulas, esto ayudará a reducir el tiempo de trabajo que genera dosificar cada bandeja de manera que la turba dentro de cada celda se encuentre correctamente tacada para que las raíces de las semillas se desarrollen con normalidad y no se vean afectadas en el momento del trasplante, es decir, que la turba no se desmorone y deje la raíz descubierta.

El desarrollo de este proyecto empieza con el diseño de los elementos mecánicos de la máquina y a continuación se procede con el dimensionamiento de los elementos de control (sensores y actuadores) de acuerdo a los requerimientos presentes en la construcción de la máquina y que además permitan el correcto funcionamiento de la misma.

ABSTRACT

This project is focused on sectors that are dedicated to growing food quality for human consumption and trade at national level; the project contributes to the development of the productive matrix of the country to generate more production of vegetable seedlings in less time than manual production using industrial elements, programmable controllers, among others.

The main objective for the construction of this project is to implement an automatic dosing machine peat (ground) for pyramid-shaped cells, located in trays of 50 x 28.2 cm, in the process of seedling production, this will help reduce the working time generating dose each tray so that peat within each cell is properly compacted for the roots of the seeds develop normally and are not affected at the time of transplantation, the mob no it crumble and let the root pool.

The development of this project begins with the design of the mechanical elements of the machine and then proceeds with the design of the control elements (sensors and actuators) in accordance with the present requirements in the construction of the machine and also allow the correct operation of the same.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
CONSTANCIAS	IV
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	V
CERTIFICADO DE ASESOR	VI
DECLARACIÓN	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
DEDICATORIA.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVIII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XXI
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.....	1
1.3 MATERIALES UTILIZADOS EN EL CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.....	1
1.3.1 SUSTRATOS DE CRECIMIENTO	1
1.3.1.1 DEFINICIÓN.....	1
1.3.1.2 TIPOS DE SUSTRATOS	3
1.3.2 BANDEJAS	5
1.3.2.1 DEFINICIÓN.....	5
1.3.2.2 CARACTERÍSTICAS.....	6
1.3.2.3 TIPOS DE BANDEJAS.....	8
1.3.3 SEMILLAS	8
1.3.3.1 TOMATE	8
1.3.3.1.1 DEFINICIÓN.....	9
1.3.3.1.2 CONDICIONES IDEALES PARA EL CULTIVO.....	9

1.3.3.2 PIMIENTO	10
1.3.3.2.1 DEFINICIÓN.....	10
1.3.3.2.2 CONDICIONES IDEALES PARA EL CULTIVO.....	11
1.3.4 ESTRUCTURAS	12
1.3.4.1 BANCAS.....	12
1.3.4.2 VIVERO.....	13
1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	13
1.4.1 DOSIFICACIÓN DE LA TURBA EN LAS BANDEJAS.....	14
1.4.2 MARCADO DE LA BANDEJAS	15
1.4.3 SIEMBRA DE LAS SEMILLAS.....	15
1.4.4 RIEGO DE LAS BANDEJAS SEMBRADAS	16
1.5 PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PLÁNTULAS.....	17
1.5.1 MÁQUINAS EXISTENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	17
CAPÍTULO II.....	22
2 DISEÑO DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA.....	22
2.1 PROCESO DE DOSIFICACIÓN	22
2.1.1 DISEÑO MECÁNICO DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA.....	22
2.2.1 TOLVA.....	22
2.2.1.1 REQUERIMIENTOS.....	22
2.2.1.2 DIMENSIONAMIENTO.....	22
2.2.1.3 PRESIÓN INTERNA DE SOPORTE DE LAS TOLVAS	26
2.2.2 TAPA DE APERTURA DE LA BOCA DE LA TOLVA	28
2.2.2.1 DIMENSIONAMIENTO.....	28
2.2.2.2 ANÁLISIS DE PRESIÓN DE LA TAPA DE DOSIFICACIÓN.....	30
2.2.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LAS TOLVAS.....	31
2.2.3.1 DIMENSIONAMIENTO.....	32
2.2.3.2 ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	34
2.2.4 MECANISMO DE TACADO	36
2.2.5 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS NEUMÁTICOS QUE CONSTITUYEN LA MÁQUINA DOSIFICADORA	39
2.2.5.1 SELECCIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO PARA LA APERTURA Y CIERRE DE LA TAPA DOSIFICADORA	39

2.2.5.2 SELECCIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL TACADO DE LA TURBA	41
2.2.5.3 SELECCIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO.....	43
2.3 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL	44
2.3.1 SELECCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	44
2.3.1.1 DIMENSIONAMIENTO.....	45
2.3.2 SELECCIÓN DEL MOTOR PARA LA BANDA TRANSPORTADORA	47
2.3.3 SELECCIÓN DE LOS SENSORES Y ACTUADORES.....	52
2.3.3.1 FINAL DE CARRERA.....	52
2.3.3.2 ELECTROVÁLVULAS.....	55
2.3.3.3 SENSORES MAGNÉTICOS	55
2.3.3.4 LUCES PILOTO	57
2.3.3.5 PULSADORES.....	58
2.3.3.6 PARO DE EMERGENCIA.....	59
2.3.4 SELECCIÓN DEL PLC.....	60
2.4 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	62
2.4.1 CONTACTORES.....	63
2.4.2 BREAKER	63
2.4.3 FUSIBLES	64
CAPÍTULO III.....	66
3 IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA.....	66
3.1 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.....	66
3.1.1 OPERACIONES DE MECANIZADO.....	66
3.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA	67
3.2 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA	73
3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA MÁQUINA	75
3.2.1.1 IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL	75
3.2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO DE LA MÁQUINA.....	78
3.2.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO	79
3.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DE CONTROL.....	81
3.2.4 TABLA DE VARIABLES.....	83
3.2.5 ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA.....	84

3.2.6 ESQUEMA DE CONEXIÓN NEUMÁTICA.....	85
3.2.7 PROGRAMA DEL PLC	87
3.2.8 CONFIGURACIÓN DEL SERVOMOTOR.....	90
CAPÍTULO IV	95
4 PRUEBAS Y RESULTADOS	95
4.1 PRUEBAS VISUALES.....	95
4.2 PRUEBAS DE DOSIFICADO.....	95
4.2.1 FUNCIONAMIENTO DEL SERVOMOTOR	95
4.2.2 DESPLAZAMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	96
4.2.3 COLOCACIÓN DE LOS SENSORES DE APROXIMACIÓN O FINALES DE CARRERA.....	96
4.2.4 DOSIFICACIÓN DE LA TURBA.....	97
4.2.5 TACADO DE LA TURBA.....	99
4.2.6 MOVIMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA	99
CAPÍTULO V	100
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
5.1 CONCLUSIONES.....	100
5.2 RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXO A.....	106
ANEXO B.....	108
ANEXO D	127
ANEXO E.....	129
ANEXO F.....	132
ANEXO G	137
ANEXO H	139
ANEXO I.....	141
ANEXO J.....	143
ANEXO K.....	145
ANEXO L.....	147
ANEXO M.....	150

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1	Propiedades de un sustrato ideal	2
TABLA 1.2	Tipos de sustratos.....	3
TABLA 1.3	Tipos de sustratos según el grado de descomposición del material	4
TABLA 1.4	Aplicación de las bandejas de germinación de acuerdo al número de agujeros	7
TABLA 1.5	Ventajas y desventajas del uso de bandejas.....	7
TABLA 1.6	Tipos de bandejas.....	8
TABLA 1.7	Condiciones para el cultivo del tomate	10
TABLA 1.8	Condiciones para el cultivo del pimiento	11
TABLA 2.1	Esfuerzo de Von Mises en la tapa de dosificación	30
TABLA 2.2	Desplazamiento realizado en la tapa de dosificación.....	31
TABLA 2.3	Factor de seguridad de la tapa de dosificación	31
TABLA 2.4	Esfueros de Von Mises de la estructura de soporte de la tolva	34
TABLA 2.5	Desplazamiento resultante de la estructura de soporte de la tolva.....	35
TABLA 2.6	Factor de seguridad de la estructura de soporte de la tolva	36
TABLA 2.7	Características de los cilindros neumáticos para la apertura y cierre de las tolvas	41
TABLA 2.8	Características de funcionamiento de los cilindros neumáticos para el tacado	43
TABLA 2.9	Características técnicas de la unidad de mantenimiento	43
TABLA 2.10	Características del material de construcción de la banda transportadora	45
TABLA 2.11	Características principales de la banda transportadora	46
TABLA 2.12	Selección del motor para la banda transportadora.....	50
TABLA 2.13	Selección del servo-driver.....	51
TABLA 2.14	Selección de los sensores y actuadores	52
TABLA 2.15	Características técnicas de los finales de carrera para la detección de las bandejas ..	53
TABLA 2.16	Características técnicas de los finales de carrera para el nivel de turba	54
TABLA 2.17	Características de las electroválvulas	55
TABLA 2.18	Características técnicas de los sensores magnéticos	56
TABLA 2.19	Función de las luces piloto.....	58
TABLA 2.20	Función de los pulsadores	59
TABLA 2.21	Entradas y salidas del PLC.....	60
TABLA 2.22	Características técnicas del PLC LOGO!	61

TABLA 2.23	Características técnicas de la LOGO! TD.....	62
TABLA 2.24	Características técnicas del contactor	63
TABLA 2.25	Características técnicas del breaker.....	64
TABLA 2.26	Características técnicas de los fusibles.....	64
TABLA 3.1	Operaciones tecnológicas de mecanizado	66
TABLA 3.2	Simbología estándar para los diagramas de flujo.....	67
TABLA 3.3	Soportes de los actuadores neumáticos.....	72
TABLA 3.4	Actividades de ensamblaje de la máquina	73
TABLA 3.5	Actividades de construcción del tablero de control.....	75
TABLA 3.6	Implementación del tablero de control.....	78
TABLA 3.7	Actividades de implementación del sistema neumático	78
TABLA 3.8	Implementación del sistema neumático.....	80
TABLA 3.9	Tabla de variables.....	83
TABLA 3.10	Diagrama de funciones para el control del servomotor	90
TABLA 3.11	Establecimiento de los puertos de entrada digitales	90
TABLA 3.12	Tabla de verdad del control interno de velocidad	91
TABLA 3.13	Parámetros de control interno del servo-driver.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Sustrato de cultivo para la siembra de plántulas	5
FIGURA 1.2	Turba Rubia.....	5
FIGURA 1.3	Bandejas de germinación de plántulas	6
FIGURA 1.4	<i>Lycopersicon esculentum</i> L. (Tomate riñón)	8
FIGURA 1.5	<i>Capsicum annum</i> L. (Pimiento).....	10
FIGURA 1.6	Bancas para la germinación de plántulas en las bandejas	12
FIGURA 1.7	Vivero para la germinación de plántulas	13
FIGURA 1.8	Dosificación manual	14
FIGURA 1.9	Celdas completamente llenas	14
FIGURA 1.10	Bandejas marcadas.....	15
FIGURA 1.11	Siembra manual	16
FIGURA 1.12	Máquina de siembra de plántulas en línea LR600.....	17
FIGURA 1.13	Tambor de sembrado de la máquina LR600.....	18
FIGURA 1.14	Dosificadora de turba en bandejas RC7	18
FIGURA 1.15	Desapilador de bandejas por gravedad de plástico rígido muy pesado	19
FIGURA 1.16	Unidad de siembra de agujas para utilizar semillas en muy poca cantidad (Línea de paso TO55.S)	19
FIGURA 1.17	Línea de rodillo 1200	20
FIGURA 1.18	Sembradora, Línea de rodillo 600	20
FIGURA 1.19	Sembradora, Línea de rodillo 1400	21
FIGURA 2.1	Secciones de la tolva	23
FIGURA 2.2	Dimensiones de la tolva	24
FIGURA 2.3	Dimensiones de la tolva	25
FIGURA 2.4	Análisis del esfuerzo de Von Mises para la tapa de dosificación	30
FIGURA 2.5	Análisis del desplazamiento realizado en la tapa de dosificación	31
FIGURA 2.6	Centros de masa de cada sección de la tolva	32
FIGURA 2.7	Centro de masa total de la tolva.....	33
FIGURA 2.8	Estructura de soporte de la tolva.....	33
FIGURA 2.9	Análisis del esfuerzo de Von Mises de la estructura de soporte de la tolva	34

FIGURA 2.10	Análisis del esplazamiento resultante de la estructura de soporte de la tolva	35
FIGURA 2.11	Análisis del factor de seguridad de la estructura de soporte de la tolva.....	35
FIGURA 2.12	Tacadora de turba	36
FIGURA 2.13	Cilindro neumático para la apertura y cierre de la boca de las tolvas	41
FIGURA 2.14	Cilindro neumático para el tacado de la turba.....	43
FIGURA 2.15	Unidad de mantenimiento	44
FIGURA 2.16	Banda transportadora.....	44
FIGURA 2.17	Estructura banda transportadora.....	45
FIGURA 2.18	Características técnicas de la banda transportadora a seleccionar	46
FIGURA 2.19	Servomotor	50
FIGURA 2.20	Servo-driver	51
FIGURA 2.21	Micro switch con rodillo corto bajo	53
FIGURA 2.22	Micro switch con palanca	54
FIGURA 2.23	Electroválvula 5/2	55
FIGURA 2.24	Sensores reed switch	56
FIGURA 2.25	Conectores WF2 y WM2S.....	57
FIGURA 2.26	Luces piloto	57
FIGURA 2.27	Luces piloto en el tablero de control	58
FIGURA 2.28	Pulsadores tipo rasante.....	58
FIGURA 2.29	Pulsadores en el tablero de control.....	59
FIGURA 2.30	Pulsador de paro de emergencia	60
FIGURA 2.31	PLC LOGO! 12/24 RC.....	61
FIGURA 2.32	LOGO! TD	62
FIGURA 2.33	Contactador para la protección del motor	63
FIGURA 2.34	Breaker para la protección de la máquina	64
FIGURA 2.35	Fusibles para la protección de la máquina.....	65
FIGURA 3.1	Construcción de la tolva y sus elementos.....	68
FIGURA 3.2	Construcción de las tolvas	69
FIGURA 3.3	Construcción de la estructura de soporte de las tolvas	69
FIGURA 3.4	Construcción de las tapas de la boca de las tolvas	69
FIGURA 3.5	Construcción del mecanismo de tacado (flujograma).....	70

FIGURA 3.6	Construcción del mecanismo de tacado	70
FIGURA 3.7	Mecanismo de guía de los elementos de tacado	71
FIGURA 3.8	Mecanismo de tacado	71
FIGURA 3.9	Construcción de los soportes de los actuadores neumáticos (flujograma).....	72
FIGURA 3.10	Construcción de los soportes de los actuadores neumáticos	73
FIGURA 3.11	Diagrama de flujo del ensamblaje de los elementos de la máquina	74
FIGURA 3.12	Diagrama de flujo del ensamblaje del tablero de control	76
FIGURA 3.13	Diagrama de flujo de la implementación del sistema neumático	79
FIGURA 3.14	Flujo grama del programa del PLC para el control de la máquina dosificadora	82
FIGURA 3.15	Esquema de conexión eléctrica	84
FIGURA 3.16	Esquema de conexión neumática	85
FIGURA 3.17	Diagrama de funcionamiento total para la máquina dosificadora de turba.....	86
FIGURA 3.18	Programa para la dosificación de la turba.....	87
FIGURA 3.19	Programa para determinar el nivel de turba en las tolvas	88
FIGURA 3.20	Programa para el tacado de la turba en las bandejas	89
FIGURA 3.21	Flujograma de la configuración de los parámetros del servo-driver	94
FIGURA 4.1	Flujograma para realizar la operación de prueba del servomotor	96
FIGURA 4.2	Colocación de los finales decarrera en la estructura de la máquina	97
FIGURA 4.3	Dosificado de la turba en las bandejas	97
FIGURA 4.4	Dosificado de la turba.....	98
FIGURA 4.5	Soportes de retención de turba	98
FIGURA 4.6	Tacado de la turba en las bandejas	99
FIGURA 4.7	Acople de transmisión de movimiento del motor de la banda transportadora	99

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1	Volumen total de la tolva.....	23
Ecuación 2.2	Volumen de la sección cuadrada de la tolva	24
Ecuación 2.3	Volumen de la sección piramidal de la tolva.....	25
Ecuación 2.4	Cálculo de la presión interna máxima que soportan las tolvas.....	26
Ecuación 2.5	Cálculo de la fuerza generada por la turba.....	27
Ecuación 2.6	Cálculo del área que ocupa la turba dentro de la tolva.....	27
Ecuación 2.7	Cálculo del volumen de la tapa de apertura de la tolva.....	28
Ecuación 2.8	Cálculo del peso de la tapa de acero.....	28
Ecuación 2.9	Peso total que debe movilizar el cilindro neumático para la dosificación	29
Ecuación 2.10	Cálculo del centro de masa del a tolva	32
Ecuación 2.11	Cálculo del volumen de la tacadora	37
Ecuación 2.12	Cálculo del volumen de la base de la tacadora	37
Ecuación 2.13	Cálculo del volumen de las puntas de tacado	37
Ecuación 2.14	Cálculo de la masa de la tacadora.....	38
Ecuación 2.15	Cálculo del peso de la tacadora.....	39
Ecuación 2.16	Cálculo de la presión de un cilindro neumático	39
Ecuación 2.17	Cálculo del área del cilindro neumático	39
Ecuación 2.18	Cálculo del área del cilindro neumático	40
Ecuación 2.19	Cálculo del área del cilindro neumático para el tacado de la turba	42
Ecuación 2.20	Cálculo del diámetro del cilindro neumático para el tacado	42
Ecuación 2.21	Cálculo de peso por bandeja	48
Ecuación 2.22	Cálculo de la potencia del motor.....	48
Ecuación 2.23	Cálculo del perímetro de los rodillos de transmisión de la banda	49
Ecuación 2.24	Cálculo del torque del motor	49

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

El elevado consumo de alimentos que nos brinda el suelo, como el cultivo de hortalizas, ha logrado que muchos agricultores busquen mejores formas de que sus cultivos no presenten pérdidas de productos, ya sea porque las semillas no estuvieron en el mejor ambiente para desarrollarse debido al cambio climático o porque el terreno no cumple con las características necesarias para su crecimiento y desarrollo; por tal motivo la semilla se echó a perder, así como el dinero invertido en ese cultivo.

En la actualidad existen diversas maneras de cultivar hortalizas con el mínimo riesgo de que las semillas no germinen logrando que éstas se desarrollen adecuadamente. Una forma de cultivo en particular y de gran fiabilidad es la de producción de plántulas, es decir, la siembra de las semillas en bandejas dentro de un invernadero.

1.2 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

En el mercado nacional se puede apreciar la cantidad de hortalizas que a diario se producen y se comercializan, los consumidores buscan lo mejor para llevar a sus casas y por ende los agricultores tienen mayor responsabilidad al producir alimentos de calidad que les generen mejores ingresos.

En la provincia de Imbabura la producción de tomate y pimiento se da en varios sectores como La Carolina, Imbaya, Salinas, entre otros. En el sector de Imbaya, parroquia de Antonio Ante la cantidad de plántulas que se producen depende de los pedidos que realicen los agricultores.

1.3 MATERIALES UTILIZADOS EN EL CULTIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

1.3.1 SUSTRATOS DE CRECIMIENTO

1.3.1.1 DEFINICIÓN

“El sustrato o suelo es todo material sólido de origen natural, mineral u orgánico, el cual facilita que las raíces de las plántulas se introduzcan y fijen en él. Para obtener una buena germinación, enraizamiento y crecimiento de plántulas, el sustrato debe tener como características: una alta capacidad de retención de agua, suficiente espacio para la circulación del aire, buena porosidad, adecuada disponibilidad de nutrientes, baja velocidad de descomposición, bajo costo, fácil manejo y estar desinfectado (libre de semillas de malezas, nematodos y hongos dañinos).” (Gómez & Matute, 2011) (Acosta Jaramillo, 2014).

En la producción manual de plántulas el sustrato comercial que se utiliza permite que las plantas germinen en muy buenas condiciones debido a que el sustrato elegido posee las características necesarias de nutrientes, minerales, entre otros.

Para la obtención de buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo o sustrato:

Propiedades	Químicas	<p>Suficiente nivel de nutrientes asimilables.</p> <p>Baja salinidad.</p> <p>Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.</p> <p>Mínima velocidad de descomposición.</p>
Propiedades	Físicas	<p>Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.</p> <p>Suficiente suministro de aire.</p> <p>Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.</p> <p>Baja densidad aparente.</p> <p>Elevada porosidad.</p> <p>Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).</p>
Propiedades	Otras	<p>Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos.</p> <p>Reproductividad y disponibilidad.</p> <p>Bajo coste.</p> <p>Fácil de mezclar.</p> <p>Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.</p> <p>Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.</p>

TABLA 1.1 Propiedades de un sustrato ideal

Fuente: (Infoagro, Infoagro.com, 2003)

1.3.1.2 TIPOS DE SUSTRATOS

Todo sustrato tiene ventajas y desventajas, por lo que a continuación se muestra una lista de algunos sustratos comunes utilizados actualmente en el cultivo de plántulas:

Tipos de Sustratos	Características
Compost	Son residuos orgánicos de estructura fina y descompuesta. Se usan excrementos de animales, residuos de plantas, etc.
Humus	Resulta de los excrementos de lombrices (<i>Eisenia foetida</i>), después de digerir residuos vegetales o excrementos animales fermentados, luego se seca y se pasa a través de un tamiz para obtener una buena textura.
Cascarilla de arroz	Sustrato orgánico de baja descomposición por su alto contenido de sílice que, además, aumenta la tolerancia de las plantas contra insectos y organismos patógenos.
Fibra de coco	El contenido de nitrógeno es bajo y el de potasio es alto; contiene cerca de 2 ppm de boro y debe llevarse hasta 0,2 ppm para utilizarlo en hortalizas, que son muy sensibles al exceso de boro.
Aserrín	Tiene un pH ácido y puede ser tóxico para algunas plantas según el tipo de árbol del cual provenga; por lo tanto, debe probarse antes de usarlo en cada especie hortícola.
Turba	Las turbas son los sustratos orgánicos naturales de uso más general en horticultura. Es el resultado de la descomposición completa de árboles (especialmente del género <i>Sphagnum</i>) y se produce en países de las zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza, Irlanda, Rusia, etc. <i>“Tierra del Fuego (Patagonia - Argentina) es el único lugar de Sudamérica donde se encuentra y explota la turba formada por el musgo denominado <i>Sphagnum Magellanicum</i>, especie que posee una fuerte reacción ácida y cero nivel de contaminación, transformándose, de esta manera, en un valioso acondicionador de tierra para cultivos domésticos y agrícolas.”</i> (Terrafertil, 2008)

TABLA 1.2 Tipos de sustratos

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2007)

Se distinguen dos tipos de turba Sphagnum según el grado de descomposición del material:

Característica	Turba rubia	Turba negra
Grado de descomposición	Menor grado de descomposición Von Post H1-H8	Mayor grado de descomposición Von Post H7-H10
Color	Color amarillento claro-marrón	Color marrón-negro
Estructura	Se distingue todavía la estructura vegetal de las plantas turbíferas	La estructura vegetal de los esfagnos está en gran parte descompuesta.
Estabilidad	Elevada estabilidad estructural	Menor estabilidad estructural.
Aireación	Alta capacidad de aireación	Baja capacidad de aireación.
Porosidad	Elevada porosidad	Menor porosidad.
Retención de agua	Buena capacidad de retención de agua	Mejor capacidad de retención de agua.
Densidad aparente	Baja densidad aparente	Densidad aparente más alta.
Mojabilidad	Baja capacidad de mojabilidad	Capacidad de mojabilidad más alta.
Contracción	Menor contracción al secarse	Mayor contracción al secarse.
Nutrientes	Bajo contenido en nutrientes	Mayor contenido en nutrientes (más descompuesto → más mineralizado)
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) [miliequivalentes/Litro]	C.I.C buena [60/80 - 120/180 meq/L]	Mayor C.I.C [250 - 350 meq/L]

TABLA 1.3 Tipos de sustratos según el grado de descomposición del material

Fuente: (Burés Profesional, 2009)



FIGURA 1.1 Sustrato de cultivo para la siembra de plántulas

Fuente: Autor



FIGURA 1.2 Turba Rubia

Fuente: Autor

1.3.2 BANDEJAS

1.3.2.1 DEFINICIÓN

Las bandejas son recipientes de plástico o de polietileno expandido en las cuales se dosifica la turba y se siembran las semillas. La germinación de las semillas son las plántulas que serán trasplantadas hacia los cultivos donde se desarrollarán y darán frutos.

El cultivo de plántulas en bandejas permite que las raíces de estas se formen adecuadamente y sean más fuertes y que al momento del trasplante la planta no se estrese ni sea maltratada.



FIGURA 1.3 Bandejas de germinación de plántulas

Fuente: Autor

1.3.2.2 CARACTERÍSTICAS

“Las bandejas son livianas, resistentes a la humedad, con tamaño y profundidad diferentes, algunas con 128, 242, 284 ó 288 celdas perforadas, lo que permite la salida de agua y el crecimiento libre de las raíces. Las celdas pueden tener forma de pirámide invertida, redonda o cilíndrica y una altura variable entre 60, 120 y 150mm.” (Vidal, 2011)

La forma de las celdas más utilizadas son las de forma piramidal, de unos 5 a 6 centímetros de altura aproximadamente; las celdas de forma redonda tienden a hacer que las raíces se enrollen y le dificulten a la plántula salirse del pilón y establecerse en el campo definitivamente.

El problema en las bandejas con celdas redondas es debido a que las raíces se enrollan formando una cola de marrano, es decir, se forma una terminación de las raíces totalmente enredadas; por tal motivo en el mercado existen bandejas con ranuras para evitar la mal formación de las raíces en la germinación de las plántulas.

Para el cultivo de plántulas, es necesario conocer las bandejas adecuadas que se necesitan para la germinación de las plántulas de acuerdo al número de agujeros que poseen.

A continuación se muestran la aplicación de las bandejas de acuerdo al número de agujeros que poseen:

Número de agujeros	Aplicación
25	Para especies forestales como eucalipto, pino, tara; para frutales, como maracuyá, arándanos, olivo, pre-germinado de cítricos y otros.
72	Para producción de plantines de sandía, melón, zapallo, papaya, alcachofas y otras especies que requieren amplio tamaño de celda.
128	Para cultivos hortícolas como tomate, pimiento, tabaco, espárragos y otros. Para especies ornamentales y pre-germinados de algunos frutales.
162	Para producción de plantines de solanáceas (plantas herbáceas o leñosas con las hojas alternas y simples) como el pimiento, tomate, etc. Para plantas ornamentales, flores de corte y arbustivas.
200	Crucíferas, tomate industrial. Especies de menor tamaño, hortalizas de hojas (lechugas, coles). Algunas especies ornamentales.

TABLA 1.4 Aplicación de las bandejas de germinación de acuerdo al número de agujeros

Fuente: (Corporación Litec SAC, 2013)

A continuación se mencionan las ventajas y desventajas del uso de bandejas:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Se logra un 98% de sobrevivencia en el campo. - Se reduce la utilización de pesticidas químicos usados normalmente en los semilleros tradicionales. - Eliminación de limpias y remoción del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Algunas bandejas no son apilables. Esto crea fletes muertos y costos más altos al momento de transportarlas vacías o almacenarlas. - Es necesario un invernadero, sobre una estructura tipo mesa. - No es recomendable colocarlas sobre el suelo.
<ul style="list-style-type: none"> - Existe una mejor distribución de las plántulas en las bandejas. - Se acelera el proceso de producción. - Hace posible el ahorro en mano de obra al momento del llenado y del trasplante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es necesario realizar riegos continuos, por el tamaño de las cavidades de las bandejas, no se mantiene la humedad por mucho tiempo. - Después de 25 a 30 días de estar la plántula en la bandeja, presenta problemas en el desarrollo.

TABLA 1.5 Ventajas y desventajas del uso de bandejas

Fuente: (Universidad Nacional de Ingeniería, 2009)

1.3.2.3 TIPOS DE BANDEJAS

Los dos tipos de bandejas más utilizadas para la producción de plántulas son:

Poroplast	Poli-estireno
 <p data-bbox="400 680 703 815">Bandejas de corta vida (2 años de vida) Menos costosas</p>	 <p data-bbox="863 680 1374 860">Bandejas de larga vida (10 o más años de vida) Más costosas pero más utilizadas por su durabilidad</p>

TABLA 1.6 Tipos de bandejas

Fuente: (MCA/Nicaragua)

1.3.3 SEMILLAS

1.3.3.1 TOMATE



FIGURA 1.4 *Lycopersicon esculentum* L. (Tomate riñón)

Fuente: (Phytoma, 2013)

1.3.3.1.1 DEFINICIÓN

“Planta solanácea, el tomate es una planta originaria de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres de donde fue introducida a Europa a principios del siglo XVI.

Es una planta anual y puede ser explotada por más de un año, sin sobrepasar los 6 años, en regiones tropicales; la planta pierde parcialmente su follaje durante el tiempo de cultivo y explotación. Su sistema de raíces es fibroso y robusto, pudiendo llegar hasta 1.8 m de profundidad. Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras; alcanzan alturas de 0.40 a 2.0m.” (Villegas, 2011).

“Ecuador y Perú son los países que se han encontrado variedades silvestres conocidos como tomatillos deduciendo que son originarios de Sudamérica, según Jenkin en 1949, el Centro de Diversificación de tomates, están entre la ciudad de México y Veracruz.

En Ecuador hasta inicios del año de 1990, era un cultivo intensivo al aire libre en los valles Interandinos, así como en el subtropical (clima templado cálido).” (Zuñiga, 2001).

1.3.3.1.2 CONDICIONES IDEALES PARA EL CULTIVO

A continuación se describen las condiciones para el cultivo del tomate:

Condiciones	Características
Temperatura	<ul style="list-style-type: none">- Para una velocidad óptima de crecimiento la temperatura debe ser entre 18 y 30°C.- Las temperaturas bajas pueden reducir la absorción de nutrientes y originar que las plantas no puedan absorber el fósforo del suelo.- La temperatura óptima diurna oscila entre 20 y 30°C y la temperatura nocturna oscila entre 1-17°C.- Temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación (mal desarrollo de óvulos de la planta y del sistema radicular en particular).- La fecundación es nula a temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C.
Humedad	<ul style="list-style-type: none">- La humedad relativa óptima del aire debe ser entre el 50 y 70%.- Humedades relativas muy elevadas reducen la absorción del agua y de nutrientes, ocasionando un déficit de calcio.- Humedades relativas bajas pueden marchitar la planta ya que esta expulsa el agua en forma de vapor hacia la atmósfera.

Condiciones	Características
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica, no obstante, el tomate se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. - El pH del suelo es de 6,0 a 6,8, que es un suelo ligeramente ácido hasta ligeramente alcalino cuando está enarenado.

TABLA 1.7 Condiciones para el cultivo del tomate

Fuente: (Caguana, 2003)

1.3.3.2 PIMIENTO



FIGURA 1.5 *Capsicum annum* L. (Pimiento)

Fuente: (Infoagro, 2010)

1.3.3.2.1 DEFINICIÓN

*“El pimiento (*Capsicum annum* L.) Radica en la importancia económica debido a su éxito ya que es un cultivo con tres destinos de consumo: pimiento en fresco, para pimentón y para conserva.*

A nivel mundial el cultivo de hortalizas es una actividad importante por sus bondades que presenta para la alimentación humana dentro de esta gama de hortalizas tenemos al pimiento.

En el Ecuador se estima que se siembra alrededor de 1.420 Has. Con una producción que rodea las 6.955 toneladas y un rendimiento promedio de 4.58 Ton/Ha.” (Infoagro C. h., 2003)

“El cultivo del pimiento en el Ecuador, se ha visto favorecido ya que el país posee características geográficas, climáticas y de suelos, adecuadas para su desarrollo, sembrándose en la Costa y parte de la Sierra, en especial en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí. El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja donde el clima, la altitud y el suelo son propicios. En el país, tiene un ciclo vegetativo según la variedad, entre la siembra y la cosecha de 4 a 6 meses.” (Mena, 2013)

“Este fruto posee un alto contenido de vitamina C además de ser rico en calcio, fósforo como también contiene un alto nivel de fibra, lo que resalta sus bondades para la dieta de los seres humanos.” (Rodríguez, 2007).

“En nuestro país se empezó a exportar en el año de 1996 hacia los mercados de Europa como Holanda y España” (Rodríguez & Miño, 2008). En el Ecuador el pimiento se cultiva en la Región del Litoral y en los valles de la Región Interandina. (Agronegocios Ecuador, 2009).

1.3.3.2.2 CONDICIONES IDEALES PARA EL CULTIVO

A continuación se describen las condiciones para el cultivo del pimiento:

Condiciones	Características
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - La temperatura de cultivo se encuentra entre 22 y 28°C. - Bajas temperaturas (entre 15 y 10°C) da lugar a pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. - Altas temperaturas provocan la caída de flores y frutitos.
Humedad	<ul style="list-style-type: none"> - La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. - Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación.
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos francos, arenosos, con un pH entre 6.5 y 7 - Suelos profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados

TABLA 1.8 Condiciones para el cultivo del pimiento

Fuente: (Infoagro C. h., 2003)

1.3.4 ESTRUCTURAS

Las bandejas deben ser colocadas sobre una estructura fuerte, rígida y que resista la humedad. Las estructuras deben proteger de la lluvia y de las temperaturas altas y bajas a las bandejas de germinación de plántulas. La altura recomendable del soporte de las bandejas es un metro porque facilita el trabajo de siembra. (Vidal, 2011).

1.3.4.1 BANCAS

Las características que poseen las bancas para la germinación de las plántulas son las siguientes:

- Fácil acceso para inspeccionar las bandejas.
- Control de la temperatura del sustrato.
- Utilizar coberturas sobre las bandejas para proveer uniformidad en calor y humedad con plásticos transparentes y lechosos. Las coberturas se usan hasta que la germinación sea visible. Además son reutilizables si se desinfectan.
- Los bancos para germinar se utilizan solo para sostener las bandejas por los bordes, es recomendable que exista circulación de aire por debajo de las bandejas, por tal razón los bancos no deben estar apoyados totalmente.



FIGURA 1.6 Bancas para la germinación de plántulas en las bandejas

Fuente: Autor

1.3.4.2 VIVERO

“El vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que dañan a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo.” (Vásquez, Orozco, & Rojas, 1997).

Las estructuras de los viveros deben ser construidas cerca de áreas alejadas de árboles o estructuras que impidan el ingreso de la luz solar; es importante que el vivero posea una fuente de agua, que abastezca a toda la producción y que además proteja de los vientos a las plántulas, evitando contagios de plagas.

El tipo de estructura a implementar para la producción de plántulas debe concordar con la rentabilidad de las plántulas que se van a producir.



FIGURA 1.6 Vivero para la germinación de plántulas

Fuente: Autor

1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

Para la producción de plántulas se requieren de algunos materiales que hacen posible que el producto obtenido sean las semillas correctamente sembradas para que germinen en el tiempo estimado y en las mejores condiciones de desarrollo. En el proceso de producción de las plántulas de tomate y pimiento se inicia con la siembra de cada una de las semillas en las bandejas de plástico, en las cuales germinarán con los nutrientes necesarios que posee el sustrato o turba para desarrollarse.

1.4.1 DOSIFICACIÓN DE LA TURBA EN LAS BANDEJAS

En el proceso de producción de plántulas se utilizan las bandejas de poli-estireno de 200 celdas para llenarlas de turba de manera que el sustrato quede compactado uniformemente en cada una de las celdas de la bandeja.

Para obtener el llenado uniforme total de la turba en la bandeja, manualmente se debe hacer presión de la turba en cada una de las celdas cuantas veces sea necesario.



FIGURA 1.7 Dosificación manual

Fuente: Autor

Para asegurarse que la turba ha llenado completamente las celdas de la bandeja, se puede visualizar en los orificios de la parte inferior de la bandeja excesos de turba.



FIGURA 1.8 Celdas completamente llenas

Fuente: Autor

1.4.2 MARCADO DE LA BANDEJAS

Para el sembrado de las semillas en las bandejas es necesario hacer los agujeros en los cuales se depositarán las semillas en cada una de las celdas ya dosificadas.

En el marcado manual de las bandejas, los agujeros para la colocación de las semillas se realizan al presionar una herramienta plana tipo cuchara por toda la bandeja a una velocidad constante y con una inclinación adecuada; a manera de raspado de la turba dosificada en la bandeja.

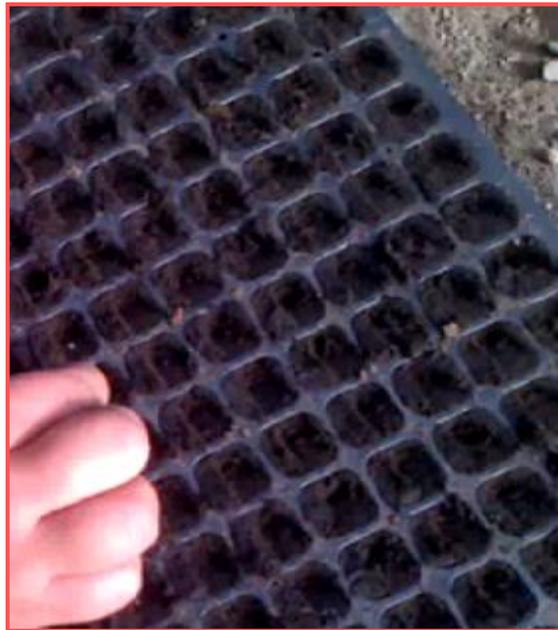


FIGURA 1.9 Bandejas marcadas

Fuente: Autor

1.4.3 SIEMBRA DE LAS SEMILLAS

La colocación de las semillas en cada celda de las bandejas se realiza con tal precisión que se coloca una sola semilla por celda reduciendo así el consumo de semillas por cada producción de plántulas.

Las semillas que se utilizan en este proceso son tratadas por tal motivo existe menos riesgo de pérdida de las semillas en la germinación ya que las semillas poseen un alto potencial de rendimiento y gran resistencia a enfermedades.

En el mercado nacional existen también semillas de segunda mano, es decir, semillas extraídas del mismo producto pero sin ningún tratamiento previo para mejorar su rendimiento.



FIGURA 1.10 Siembra manual

Fuente: Autor

Para seleccionar las semillas y ubicarlas en cada una de las celdas de la bandeja, los trabajadores adhieren cada semilla a un palillo mojado y luego la dejan caer en cada celda de la bandeja.

Cuando la bandeja completa está sembrada se extiende encima una capa de turba seca para proteger que las semillas no queden totalmente expuestas al medio ambiente exterior.

1.4.4 RIEGO DE LAS BANDEJAS SEMBRADAS

“El riego de las bandejas es muy importante debido a que la pérdida excesiva de humedad puede ocasionar que las semillas se sequen y no germinen; en cambio, el exceso de humedad promueve el decaimiento de la germinación. La presión del agua debe ser controlada, pues si es mucha o cae directamente sobre las semillas puede ocasionar que se desentierren y queden expuestas, lo que provocaría su desecación.

Es importante recalcar que los riegos no deben aplicarse en las horas de mayor incidencia de calor, porque esto aumenta considerablemente la evapotranspiración y provoca lesiones en las plántulas e incluso su muerte.” (Vásquez, Orozco, & Rojas, 1997)

El riego en las bandejas debe ser uniforme ya que las celdas que no reciban el riego necesario germinarán plántulas débiles a diferencia a las de las celdas a las que se realizó un buen regadío; todo esto traerá como consecuencia una pérdida en la producción de plántulas.

1.5 PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PLÁNTULAS

Para la producción de plántulas se utilizan también máquinas capaces de realizar todos los procesos que intervienen en la producción, desde la dosificación de la turba en las bandejas hasta el sembrado y riego de las mismas.

Las máquinas existentes en el mercado son muy diversas pero costosas ya que son dimensionadas para grandes cantidades de producción de plántulas como para industrias grandes y con gran demanda de producción.

1.5.1 MÁQUINAS EXISTENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

La máquina de la figura produce bandejas de plántulas en serie, es decir, la máquina realiza el proceso de dosificación de turba en las bandejas, el tacado de la turba, el marcado de las bandejas y el sembrado de las semillas.



FIGURA 1.11 Máquina de siembra de plántulas en línea LR600

Fuente: (Argus Pacific)

Máquinas como la de la figura anterior tienen un costo de alrededor de los 28.000 dólares americanos y su dimensión total es de alrededor de 1.70 de alto, más de 5m de longitud y aproximadamente 1m de ancho.

La producción de plántulas es de aproximadamente 600 por hora, lo que representa una máquina capaz que satisfacer la demanda de producción diaria de una industria grande y que cultive una gran variedad de plántulas de distintos tipos.



FIGURA 1.12 Tambor de sembrado de la máquina LR600

Fuente: (Argus Pacific)

El tambor de sembrado permite la colocación de las semillas dentro de cada celda de la bandeja, debido a que la precisión que posee la máquina para su funcionamiento es sencilla y realiza el trabajo sin inconvenientes.



FIGURA 1.13 Dosificadora de turba en bandejas RC7

Fuente: (Argus Pacific)

La máquina de la figura es compacta y de gran versatilidad capaz de llenar con una excelente calidad de una amplia gama de bandejas de cultivo.

La máquina dosificadora tiene un costo mayor a 450 dólares americanos, por lo que para la adaptación del resto de los accesorios que permitan realizar el proceso continuo como la máquina de la FIGURA 1.11, se necesita de una inversión extra de dinero por parte del cliente u operario. La máquina dosificadora puede ser fácilmente actualizada para incluir accesorios como:

- Desapilador de bandejas



FIGURA 1.14 Desapilador de bandejas por gravedad de plástico rígido muy pesado
Fuente: (Macchine OrtoFloro Vivaismo Green, 1968)

- Sembradora de aguja



FIGURA 1.15 Unidad de siembra de agujas para utilizar semillas en muy poca cantidad (Línea de paso TO55.S)

Fuente: (Macchine OrtoFloro Vivaismo Green, 1968)

- Sembradora de tambor

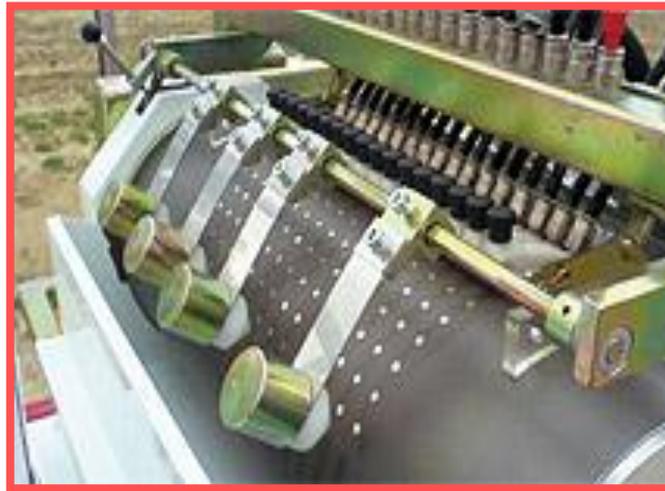


FIGURA 1.16 Línea de rodillo 1200

Fuente: (Macchine OrtoFloro Vivaismo Green, 1968)

Los accesorios que se pueden incluir a la máquina dosificadora forman una línea de siembra denominada “Línea de rodillo”, en la que se incluyen accesorios como: llenadora, sembradora de rodillo, cubridor de vermiculita, riego, re-apiladores de bandejas.



FIGURA 1.17 Sembradora, Línea de rodillo 600

Fuente: (Macchine OrtoFloro Vivaismo Green, 1968)



FIGURA 1.18 Sembradora, Línea de rodillo 1400
Fuente: (Macchine OrtoFloro Vivaismo Green, 1968)

CAPÍTULO II

2 DISEÑO DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

2.1 PROCESO DE DOSIFICACIÓN

La dosificación de la turba sobre las bandejas debe ser uniforme debido para que las semillas deben ser colocadas dentro de las celdas donde la turba no se encuentre muy compactada ni muy floja para que las raíces de la plántulas a germinar puedan abrirse camino entre la turba y así adquirir los nutrientes y el agua que se encuentran en la turba.

2.1.1 DISEÑO MECÁNICO DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

Para la construcción y ensamblaje de la máquina dosificadora es necesario determinar cada una de las partes que constituyen la máquina, a continuación se detallan las partes constituyentes de la máquina en referencia a los requerimientos para su construcción.

2.2.1 TOLVA

En el proceso de dosificación es necesario utilizar dos tolvas debido a que con una sola no se obtiene una dosificación uniforme que llene cada celda de turba; la cantidad de turba que se utiliza para la producción de las plántulas es de 200 [L] y de un peso de 50 [kg].

2.2.1.1 REQUERIMIENTOS

El material que se escogió para la construcción de las tolvas es el acero laminado en caliente o más conocido como Tol Negro (ASTM A36). Este material con el uso puede corroerse por la turba que va a contener por tal razón es necesario pintarlo con un anticorrosivo para evitar posibles daños de la máquina.

Se necesitan dos tolvas con una capacidad de 25[kg] de turba cada una y con un volumen individual de 100 [L]; el objetivo de la doble dosificación es porque se requiere que la turba cubra correctamente cada celda de las bandejas de siembra.

2.2.1.2 DIMENSIONAMIENTO

El volumen total V_{total} de cada tolva es de 100 [L].

Por lo tanto, se dividió el volumen total de la tolva en dos secciones, como se indica a continuación:

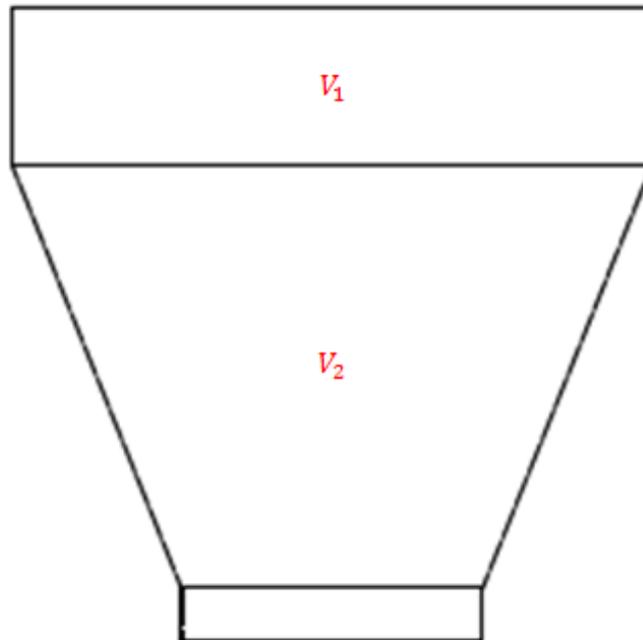


FIGURA 2.1 Secciones de la tolva

Fuente: Autor

$$V_{total} = V_1 + V_2$$

Ecuación 2.1 Volumen total de la tolva

Donde:

V_{total} : Volumen total de la tolva [m^3]

V_1 : Volumen sección cuadrada de la tolva [m^3]

V_2 : Volumen sección piramidal de la tolva [m^3]

Cabe notar que el volumen de la sección cuadrada es el volumen de un prisma y el de la sección piramidal de la tolva es el volumen de una pirámide cuadrada y además truncada de esta manera el volumen de la tolva obtenido al final será el requerido.

Para determinar V_1 , se detallan los siguientes cálculos:

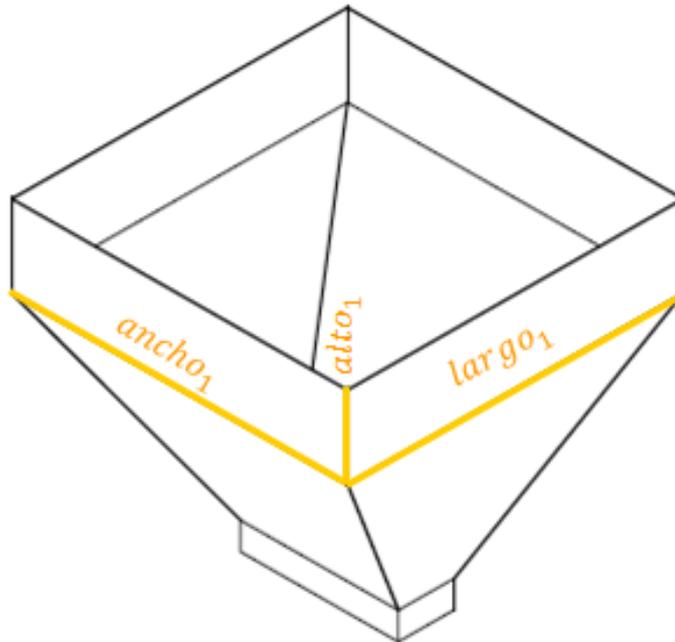


FIGURA 2.19 Dimensiones de la tolva

Fuente: Autor

$$V_1 = \text{largo}_1 \times \text{ancho}_1 \times \text{alto}_1$$

Ecuación 2.2 Volumen de la sección cuadrada de la tolva

Donde:

largo_1 : Largo de la sección cuadrada [cm]

ancho_1 : Ancho de la sección cuadrada [cm]

alto_1 : Alto de la sección cuadrada [cm]

$$V_1 = 60 \times 60 \times 15$$

$$V_1 = 0,054 \text{ [m}^3\text{]}$$

Entonces, el volumen de la sección cuadrada de la tolva es: $0.054 \text{ [m}^3\text{]}$.

Para determinar V_2 , se detallan los siguientes cálculos:

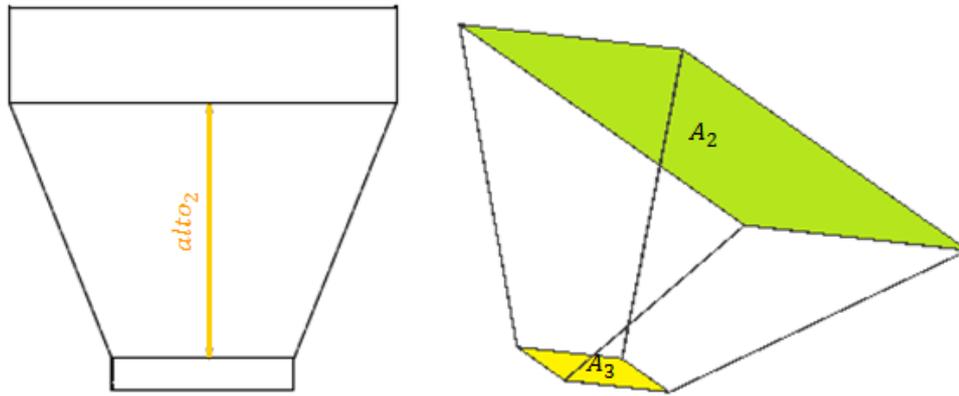


FIGURA 2.20 Dimensiones de la tolva

Fuente: Autor

$$V_2 = \frac{alto_2}{3} \times (A_2 + A_3 + \sqrt{A_2 \times A_3})$$

Ecuación 2.3 Volumen de la sección piramidal de la tolva

Donde:

$alto_2$: Alto de la sección piramidal [cm]

A_2 : Área de la sección cuadrada [m^2]

A_3 : Área de la boca de dosificación [m^2]

$$A_2 = 60 \times 60$$

$$A_2 = 0.36 [m^2]$$

$$A_3 = 28.2 \times 10$$

$$A_3 = 0.028 [m^2]$$

$$V_2 = \frac{40}{3} \times (0.36 + 0.028 + \sqrt{0.36 \times 0.028})$$

$$V_2 = 0.065 [m^3]$$

Entonces, el volumen de la sección piramidal de la tolva es: 0.065 [m^3].

Reemplazando en la ecuación 2.1 se tiene:

$$V_{total} = 0.054 + 0.065$$

$$V_{total} = 0.119 [m^3]$$

$$V_{total} = 119.194 [L]$$

La diferencia entre el volumen total teórico y el volumen descrito en los requerimientos es 19.194 [L], los cuales ocupan un espacio en la tolva de aproximadamente 6 [cm], dicho valor representa un margen de seguridad para evitar que se desborde el material vertido en la tolva.

Las dimensiones de las tolvas permiten el uso completo de la plancha de acero para el mejor consumo de los materiales.

2.2.1.3 PRESIÓN INTERNA DE SOPORTE DE LAS TOLVAS

Mediante la deducción de la presión interna que genera el material dentro de las tolvas permite determinar si la presión puede llegar a deformar o no las tolvas.

A continuación se calcula la presión generada por el material dentro de las tolvas:

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

Ecuación 2.3 Cálculo de la presión interna máxima que soportan las tolvas

Donde:

P : Presión interna máxima que soportan las tolvas cargadas de turba. [Pa]

F : Fuerza generada por la turba debido a la gravedad. [N]

A : Área ocupada por la turba en las tolvas. [m²]

Si F es igual a:

$$F = M_{material} \times G$$

Ecuación 2.4 Cálculo de la fuerza generada por la turba

Dónde:

$M_{material}$: Masa de la turba que contiene la tolva. [kg]

G : Gravedad 9.81 [m/s^2]

Si A es igual a:

$$A = \frac{V_{total}}{h}$$

Ecuación 2.5 Cálculo del área que ocupa la turba dentro de la tolva

Donde:

h : Altura total de la tolva, igual a $alto_1 + alto_2$. [m]

Entonces reemplazando los valores de las ecuaciones 2.4 y 2.5, la presión interna máxima es igual a:

$$P = \frac{M_{material} \times G}{\frac{V_{total}}{h}}$$

$$P = \frac{25 \times 9.81}{\frac{0.119}{0.55}}$$

$$P = 1133.5084 [N/m^2]$$

$$P = 1133.5084 [Pa]$$

Si el límite de fluencia mínima del material es 250 [MPa], entonces se puede determinar que las tolvas si soportan la presión que genera la turba en el interior de las mismas.

2.2.2 TAPA DE APERTURA DE LA BOCA DE LA TOLVA

Para la apertura de la boca de la tolva se diseñó una bandeja con desplazamiento por activación neumática. La bandeja es rectangular, cuyo ancho de la boca de la tolva es 28.2 [cm], el largo es de aproximadamente 15 [cm] y el espesor es de 0.635 [cm] de acero ASTM A36 el cual resistirá la carga.

2.2.2.1 DIMENSIONAMIENTO

Para la selección del cilindro neumático que permitirá el desplazamiento de la tapa de la boca de la tolva se calcula la fuerza con la que se desplazará la tapa para la apertura de la tolva.

$$V_{tapa} = largo_{tapa} \times ancho_{tapa} \times espesor_{tapa}$$

Ecuación 2.7 Cálculo del volumen de la tapa de apertura de la tolva

Donde:

V_{tapa} : Volumen de la tapa de apertura de la tolva [m^3]

$largo_{tapa}$: Largo de la tapa [cm]

$ancho_{tapa}$: Ancho de la tapa [cm]

$espesor_{tapa}$: Espesor de la tapa [cm]

$$V_{tapa} = 15 \times 28.2 \times 0.6$$

$$V_{tapa} = (1.269 \times 10^{-4}) [m^3]$$

Entonces, el volumen de la tapa es: $1.269 \times 10^{-4} [m^3]$.

Para calcular el peso de la tapa se necesita de la siguiente ecuación:

$$M_{tapa} = V_{tapa} \times Densidad_{ASTM A36}$$

Ecuación 2.8 Cálculo del peso de la tapa de acero

Donde:

M_{tapa} : Masa de la tapa de apertura de la tolva [kg]

V_{tapa} : Volumen de la tapa [m^3]

$Densidad_{tapa}$: Densidad del material de la tapa [Kg/m^3]

$$W_{tapa} = (1.269 \times 10^{-4}) \times 7850$$

$$W_{tapa} = 0.996 [kg]$$

Entonces, la masa de la tapa es: 0.996 [kg]

En el peso total que debe desplazar el cilindro neumático se debe incluir también el peso del material contenido en la tolva el cual es 25 [kg].

Entonces el peso total es:

$$M_{total} = M_{tapa} + M_{material}$$

Ecuación 2.9 Peso total que debe movilizar el cilindro neumático para la dosificación

Donde:

M_{total} : Masa total para el desplazamiento [kg]

M_{tapa} : Masa de la tapa [kg]

$M_{material}$: Masa del material contenido en la tolva [kg]

W_{total} : Peso total de desplazamiento [N]

$$M_{total} = 0.996 + 25$$

$$M_{total} = 25.996$$

$$W_{total} = 25.996 \times 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$W_{total} = 255.022 [N]$$

Entonces, la fuerza de desplazamiento del cilindro neumático es de 255.022 [N].

2.2.2.2 ANÁLISIS DE PRESIÓN DE LA TAPA DE DOSIFICACIÓN

Mediante la ayuda del software de diseño asistido por computadora, Solidworks, se puede realizar el análisis de la pieza construida a las mismas condiciones a las que trabajará en la vida real y determinar posibles fallas por exceso de carga.

Para determinar si la tapa se encuentra en buenas condiciones para resistir la carga a la que se encontrará expuesta se analiza mediante el esfuerzo de Von Mises el cual indica el valor máximo y mínimo de esfuerzo de la pieza.

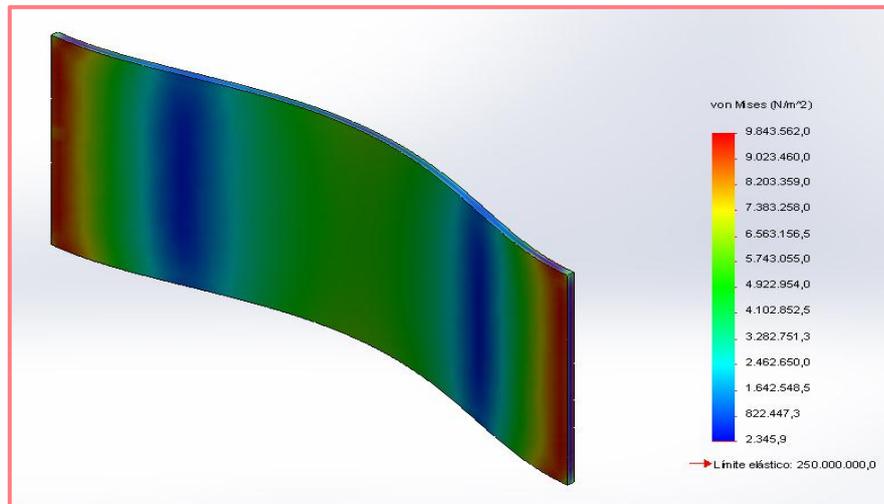


FIGURA 2.4 Análisis del esfuerzo de Von Mises para la tapa de dosificación

Fuente: Autor

La siguiente tabla indica los valores de esfuerzos a los que se someterá la tapa de apertura de cierre de la boca de la tolva.

Esfuerzo	Mínimo	Máximo
Von Mises	2345.93 $[N/m^2]$	$984356 \times 10^6 [N/m^2]$

TABLA 2.1 Esfuerzo de Von Mises en la tapa de dosificación

Fuente: Autor

Debido a la fuerza aplicada a la tapa se realiza un desplazamiento, este es un factor muy importante debido a que si el desplazamiento varía notablemente se deben tomar medidas correctivas a la pieza.

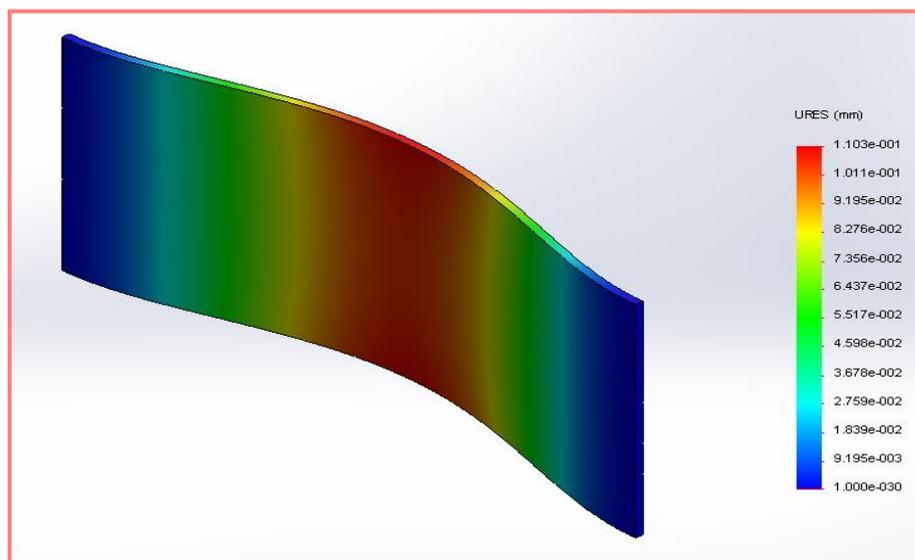


FIGURA 2.5 Análisis del desplazamiento realizado en la tapa de dosificación

Fuente: Autor

Los valores del desplazamiento obtenidos son los siguientes:

Desplazamiento	Mínimo	Máximo
	0 [mm]	0.110341 [mm]

TABLA 2.2 Desplazamiento realizado en la tapa de dosificación

Fuente: Autor

El factor de seguridad con el cual se construyen las tapas de apertura y cierre para el dosificado de la turba es el siguiente:

Factor de seguridad	Mínimo	Máximo
	25.3973	106568

TABLA 2.3 Factor de seguridad de la tapa de dosificación

Fuente: Autor

2.2.3 ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LAS TOLVAS

Para el soporte de las tolvas, en las cuales se depositará la turba, se colocará una estructura de acero desde el soporte de la banda transportadora hacia el centro de masa de las tolvas.

2.2.3.1 DIMENSIONAMIENTO

El centro de gravedad de las tolvas se puede determinar mediante la siguiente ecuación en la cual es necesario emplear los valores de volumen de cada sección que conforman cada una de las tolvas y la distancia hacia el centro de gravedad de las mismas secciones:

$$x_{cm} = \frac{V_1x_1 + V_2x_2}{V_1 + V_2}$$

Ecuación 2.10 Cálculo del centro de masa del a tolva

Donde:

x_{cm} : Centro de masa de la tolva [m].

V_1, V_2 : Volumen de la sección cuadrada y piramidal, respectivamente [m³].

x_1 : Centro de masa de la sección cuadrada de la tolva tomada desde la base [m].

x_2 : Centro de masa de la sección piramidal de la tolva tomada desde la base [m].

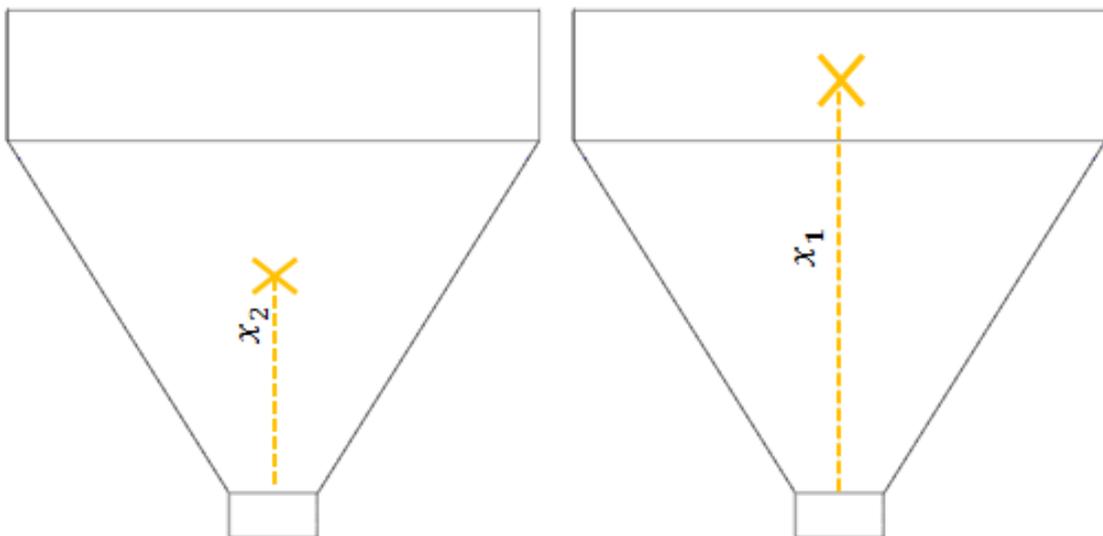


FIGURA 2.6 Centros de masa de cada sección de la tolva

Fuente: Autor

Reemplazando los valores, se tiene:

$$x_{cm} = \frac{0.054 * 0.475 + 0.065 * 0.30}{0.054 + 0.065}$$

$$x_{cm} = 0.37928 [m]$$

$$x_{cm} = 37.928 [cm]$$

Entonces el centro de masa de la tolva es de: 37.928 [cm].

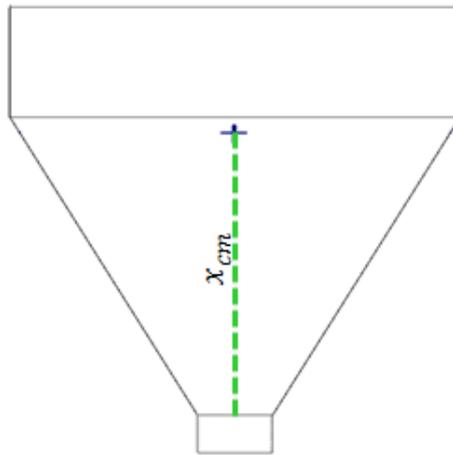


FIGURA 2.7 Centro de masa total de la tolva

Fuente: Autor

Al centro de masa de la tolva se coloca la estructura de soporte, la cual está diseñada de la siguiente manera:

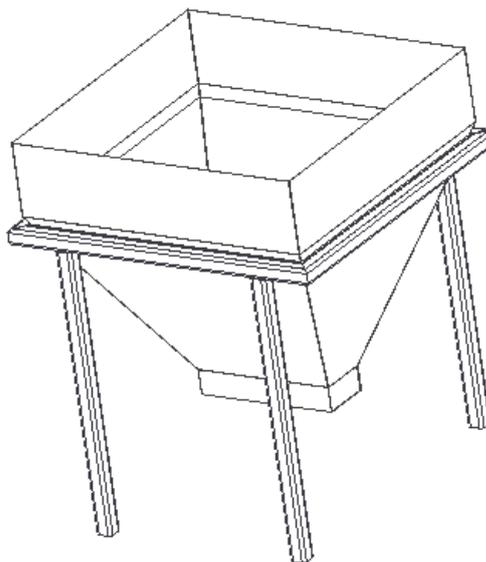


FIGURA 2.8 Estructura de soporte de la tolva

Fuente: Autor

2.2.3.2 ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

Para determinar si la estructura es resistente o no al esfuerzo al que se va a encontrar expuesta es necesario realizar un análisis que considere el material y la forma de las estructuras que van a soportar las tolvas.

El análisis de la estructura se detalla a continuación:

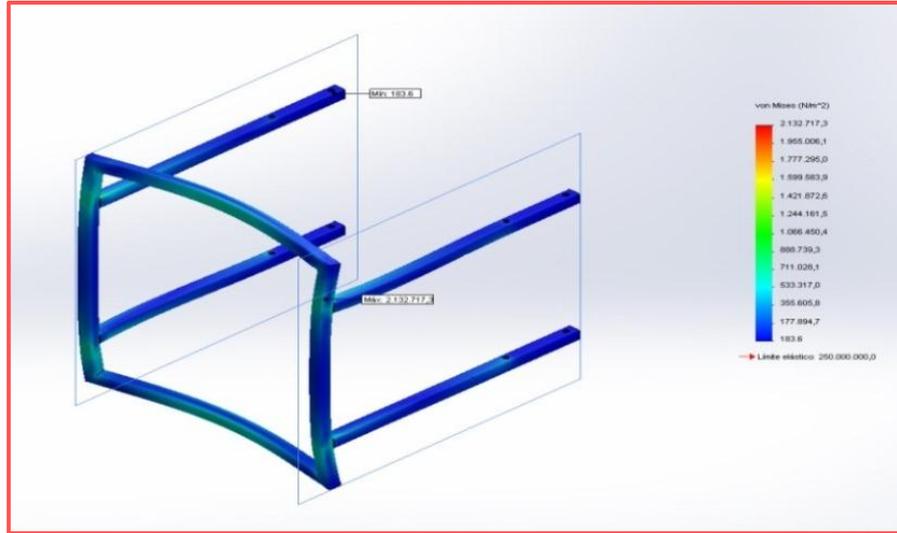


FIGURA 2.9 Análisis del esfuerzo de Von Mises de la estructura de soporte de la tolva

Fuente: Autor

Mediante la ayuda del software de diseño asistido por computadora, Solidworks, se puede determinar el esfuerzo ejercido sobre la estructura y de la misma manera la resistencia o cambio de la misma ante alguna sobrecarga.

En la figura 2.9 se puede deducir que el esfuerzo ejercido sobre la estructura no sobrepasa los límites de elasticidad o de soporte del material del cual están construidas las estructuras de soporte de las tolvas.

Esfuerzo de tensión	Mínimo	Máximo
Von Mises	183.554 [N/m ²]	2.13272 × 10 ⁶ [N/m ²]

TABLA 2.4 Esfueros de Von Mises de la estructura de soporte de la tolva

Fuente: Autor

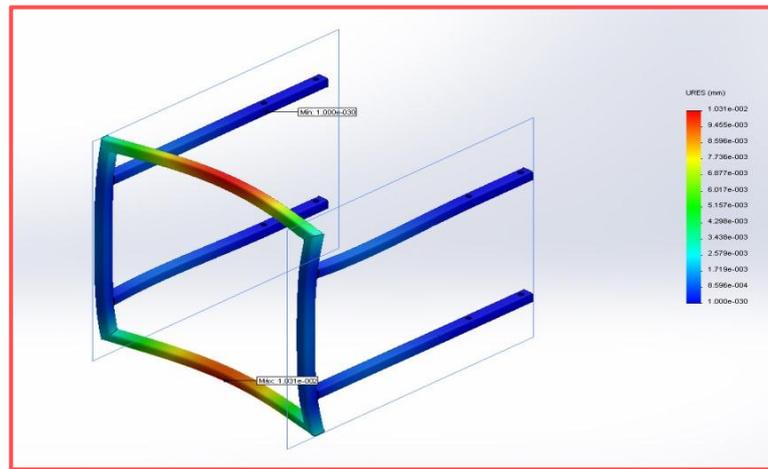


FIGURA 2.10 Análisis del desplazamiento resultante de la estructura de soporte de la tolva

Fuente: Autor

En la figura 2.10 se determina el desplazamiento máximo y mínimo que resulta del esfuerzo de tensión al que se encuentran sometidas las estructuras de las tolvas llenas de turba.

	Mínimo	Máximo
Desplazamiento resultante	0 [mm]	0.010315 [mm]

TABLA 2.5 Desplazamiento resultante de la estructura de soporte de la tolva

Fuente: Autor

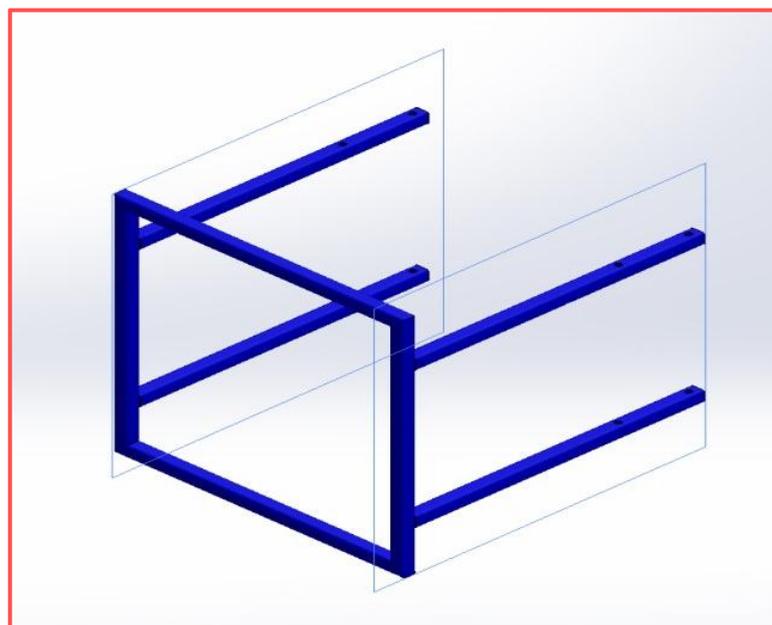


FIGURA 2.11 Análisis del factor de seguridad de la estructura de soporte de la tolva

Fuente: Autor

En la figura 2.11 se determina el factor de seguridad con el cual se ha construido las estructuras; el factor de seguridad es un valor elevado por tal motivo se considera que las estructuras están sobredimensionadas y que además soportan el peso de la tolvas llenas sin causar mayor daño a las estructuras.

Factor de seguridad	Mínimo	Máximo
	117.221	1.362×10^6

TABLA 2.6 Factor de seguridad de la estructura de soporte de la tolva

Fuente: Autor

2.2.4 MECANISMO DE TACADO

Para el tacado de la turba se construye una pieza de aluminio con la forma de la figura 2.12. Y de la misma manera se funde una pieza con la misma forma a la de tacado pero la única diferencia entre las dos es la diferencia en los pequeños salientes en forma de rodillo que en la pieza de tacado son tipo rasantes y los otros son en punta para lograr hacer agujeros a la turba ya tacada dentro de las bandejas para la colocación de las semillas a ser sembradas por los operarios.

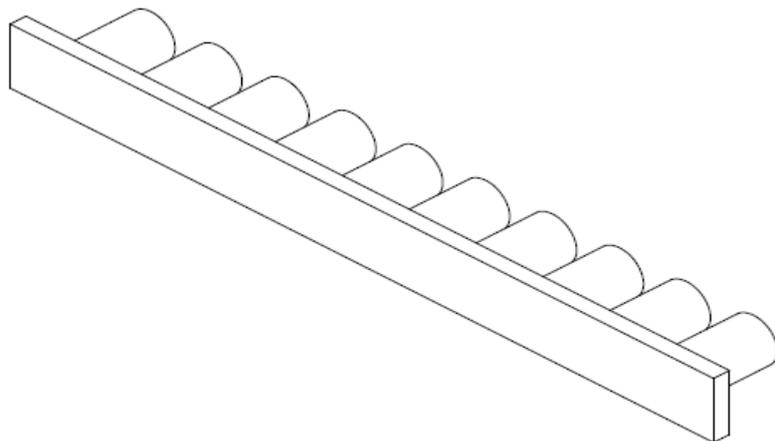


FIGURA 2.12 Tacadora de turba

Fuente: Autor

La pieza de tacado se la construye de aluminio para que no sea pesada para su activación ya que posee el mismo ancho de la bandeja de 28.2 [cm] y posee las puntas de tacado, las cuales empujan la turba dentro de cada celda de la bandeja.

Para la selección del cilindro neumático que activará el desplazamiento de la tacadora, son necesarios los siguientes cálculos:

$$V_{tacadora} = V_{base} + V_{puntas}$$

Ecuación 2.11 Cálculo del volumen de la tacadora

Donde:

$V_{tacadora}$: Volumen de la pieza tacadora. [m^3]

V_{base} : Volumen de la base de la tacadora. [m^3]

V_{puntas} : Volumen de las puntas de la tacadora. [m^3]

$$V_{base} = b \times h \times t$$

Ecuación 2.12 Cálculo del volumen de la base de la tacadora

Dónde:

b : Base de la tacadora. [m]

h : Altura de la tacadora. [m]

t : Ancho de la tacadora. [m]

$$V_{base} = 0.282 \times 0.01 \times 0.0254$$

$$V_{base} = 0.071628 \times 10^{-3} [m^3]$$

Entonces:

$$V_{puntas} = \left(\frac{\pi \times d_{punta}^2}{4} \times h_{punta} \right) \times N_{puntas}$$

Ecuación 2.13 Cálculo del volumen de las puntas de tacado

Donde:

d_{punta} : Diámetro de las puntas de tacado. [m]

h_{punta} : Altura de las puntas de tacado. [m]

N_{puntas} : Número de puntas que posee la tacadora. [m]

$$V_{puntas} = \left(\frac{\pi \times 0.01905^2}{4} \times 0.04 \right) \times 10$$

$$V_{puntas} = 0.114009 \times 10^{-3} [m^3]$$

Entonces el volumen de la tacadora es la suma de los volúmenes ya calculados:

$$V_{tacadora} = (0.071628 \times 10^{-3}) + (0.114009 \times 10^{-3})$$

$$V_{tacadora} = 0.185637 \times 10^{-3} [m^3]$$

El volumen total de la tacadora es: $0.185637 \times 10^{-3} [m^3]$

El peso requerido para movilizar la tacadora se determina en base al volumen de la misma y de su densidad:

$$M_{tacadora} = V_{tacadora} \times Densidad_{Aluminio}$$

Ecuación 2.14 Cálculo de la masa de la tacadora

Donde:

$M_{tacadora}$: Masa de la tacadora. [kg]

$Densidad_{Aluminio}$: Densidad del aluminio. [kg/m³]

$$M_{tacadora} = (0.185637 \times 10^{-3}) \times 2700$$

$$M_{tacadora} = 0.5012 [kg]$$

Entonces el peso de la tacadora es:

$$W_{tacadora} = M_{tacadora} \times 9.81[m/s^2]$$

Ecuación 2.15 Cálculo del peso de la tacadora

Donde:

$W_{tacadora}$: Peso de la tacadora. [N]

$$W_{tacadora} = 0.5012 \times 9.81$$

$$W_{tacadora} = 4.9168 [N]$$

Entonces, el peso que va a desplazar el cilindro neumático para el tacado de la turba es de aproximadamente 5 [N].

2.2.5 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS NEUMÁTICOS QUE CONSTITUYEN LA MÁQUINA DOSIFICADORA

2.2.5.1 SELECCIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO PARA LA APERTURA Y CIERRE DE LA TAPA DOSIFICADORA

Para el cálculo del diámetro del cilindro es necesario conocer la presión de funcionamiento del cilindro neumático, el cual es de 6 [bar].

$$Presión = \frac{Fuerza}{Área}$$

Ecuación 2.16 Cálculo de la presión de un cilindro neumático

$$A_{cilindro} = \frac{W_{total}}{P}$$

Ecuación 2.6 Cálculo del área del cilindro neumático

Donde:

$A_{cilindro}$: Área del cilindro neumático [m²]

P : Presión de trabajo del cilindro neumático [bar]

$$Área_{cilindro} = \frac{255.022}{6}$$

$$Área_{cilindro} = (4.25 \times 10^{-4}) [m^2]$$

Para el cálculo del diámetro del cilindro neumático se despeja de la fórmula del cálculo del área del cilindro.

$$Area = \frac{\pi d^2}{4}$$

Ecuación 2.18 Cálculo del área del cilindro neumático

Donde:

d : Diámetro del cilindro neumático para el desplazamiento de la tapa de la boca de dosificación de la tolva. [mm]

π : Constante matemática, su valor numérico es: 3.1416

Entonces despejando el diámetro de la ecuación 2.9 se tiene:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A_{cilindro}}{\pi}}$$

$$d = 0.023 [m]$$

$$d = 23.263 [mm]$$

El diámetro necesario del cilindro para el desplazamiento de la tapa de la boca de dosificación de la tolva es de 23.263 [mm]

En referencia a la variedad de cilindros neumáticos existentes se debe seleccionar un cilindro que satisfaga los requerimientos de funcionamiento para la apertura y cierre de la tapa de dosificación de la tolva, los principales son:

- Diámetro del émbolo: 23.26 [mm]
- Carrera: 170 [mm]
-

La selección de los cilindros se la realiza en base a la **TABLA** con las características requeridas de entre una gran variedad de cilindros neumáticos existentes en el mercado industrial capaces de cumplir las mismas funciones a la designada para el cilindro de apertura y cierre de la tapa de las tolvas para la dosificación de la turba en las bandejas.

El cilindro neumático a seleccionar es el que se detalla a continuación:

Características	Descripción
Tipo	Cilindro redondo
Funcionamiento	Doble efecto
Diámetro del émbolo	25 [mm]
Fuerza teórica con 6 [bar] en avance	51 ... 7363 [N]
Carrera	1 ... 500 [mm]
Amortiguación	Amortiguación neumática autorregulable de fin de recorrido
Consumo de aire	105 [L/min]

TABLA 2.7 Características de los cilindros neumáticos para la apertura y cierre de las tolvas

Fuente: (SNS P. , 2008)



FIGURA 2.13 Cilindro neumático para la apertura y cierre de la boca de las tolvas

Fuente: (SNS P. , 2008)

2.2.5.2 SELECCIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO PARA EL TACADO DE LA TURBA

La selección del cilindro neumático para el tacado de la turba se determina en base al peso que va a desplazar, como se realiza a continuación.

$$A_{cilindro_2} = \frac{W_{tacadora}}{P}$$

Ecuación 2.19 Cálculo del área del cilindro neumático para el tacado de la turba

Donde:

$A_{cilindro_2}$: Área del cilindro de tacado. [m^2]

$$A_{cilindro_2} = \frac{5}{6}$$

$$A_{cilindro_2} = 8.333 \times 10^{-6} [m^2]$$

Con el área determinada para el cilindro de tacado se puede determinar el diámetro del émbolo del cilindro:

$$d_{cilindro_2} = \sqrt{\frac{4 \times A_{cilindro_2}}{\pi}}$$

Ecuación 2.20 Cálculo del diámetro del cilindro neumático para el tacado

Donde:

$d_{cilindro_2}$: Diámetro del émbolo del cilindro de tacado. [mm]

$$d_{cilindro_2} = \sqrt{\frac{4 \times (8.333 \times 10^{-6})}{\pi}}$$

$$d_{cilindro_2} = 0.003257 [m]$$

$$d_{cilindro_2} = 3.257 [mm]$$

De acuerdo a la variedad de cilindros neumáticos existentes en el mercado, es necesario escoger un cilindro que posea un diámetro de 3.257 [mm] en adelante.

Tipo de cilindro neumático	Cilindro cuadrado
Funcionamiento	Doble efecto

Diámetro del émbolo	10 [mm]
Fuerza teórica con 6 [bar] en avance	19 ... 271 [N]
Carrera	50 [mm]
Consumo de aire	9 [L/min]

TABLA 2.8 Características de funcionamiento de los cilindros neumáticos para el tacado
Fuente: (SNS, 2008)



FIGURA 2.14 Cilindro neumático para el tacado de la turba
Fuente: (SNS, 2008)

En referencia a la tabla se puede definir que el diámetro del émbolo del cilindro neumático será de 10 [mm] ya que es preferible utilizar un cilindro de diámetro mayor al calculado como un factor de seguridad.

2.2.5.3 SELECCIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

La selección de la unidad de mantenimiento se la realiza con referencia a las siguientes características:

Características	Descripción
Temperatura de operación	41 – 140 [°F]
Presión máxima	135 [PSI]

TABLA 2.9 Características técnicas de la unidad de mantenimiento
Fuente: (SNS, 2008) (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.15 Unidad de mantenimiento
Fuente: (SNS, 2008) (Acosta Jaramillo, 2014).

2.3 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CONTROL

2.3.1 SELECCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA

La banda transportadora necesaria para la producción de plántulas debe ser de PVC, dicho material permite que las bandejas se puedan adherir fácilmente a la banda para evitar desplazamientos imprevistos.



FIGURA 2.16 Banda transportadora
Fuente: (Bandas & Bandas, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

2.3.1.1 DIMENSIONAMIENTO

Las dimensiones necesarias de la estructura para la banda deben ser: 5.4 [m] de largo y 28 [cm] de ancho. El diseño de la estructura de la banda transportadora fue realizado en base a bandas transportadoras que movilizan plásticos para reciclaje y como las bandejas son de plástico se construyó la banda transportadora con características semejantes a la de transporte de plásticos.

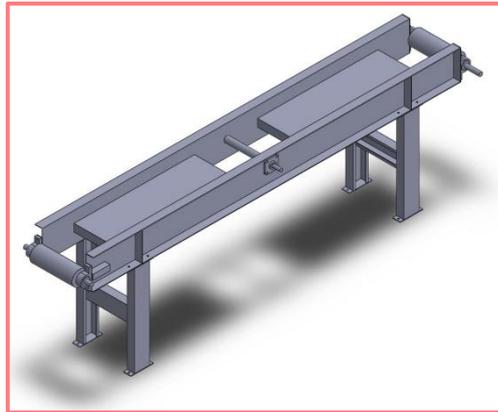


FIGURA 2.17 Estructura banda transportadora

Fuente: (Acosta Jaramillo, 2014)

En el mercado se puede encontrar toda una variedad de bandas transportadoras que cumplen con los requerimientos para la producción de las plántulas.

A continuación se presentan las características de la banda transportadora necesaria para el trabajo requerido:

Bandas transportadoras de PVC	
Tipo de banda	Características
Aster	Bandas con superficie portante grabada, para elevación o descenso de productos envasados o a granel.
Breda	Bandas para aplicaciones que requieren una resistencia química a aceites minerales o condiciones de trabajo duras (humedad, corte, abrasión, etc.).
Clina	Bandas fisiológicamente neutras (atoxicas) para el transporte de productos alimentarios. Tienen una excelente resistencia a grasas y aceites animales y vegetales, y cumplen con las más estrictas normativas alimentarias internacionales (FDA-USDA, Directivas de la U.E., etc.).

TABLA 2.10 Características del material de construcción de la banda transportadora

Fuente: (Bandas industriales, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)

De acuerdo a las características que debe poseer la banda transportadora para realizar la operación requerida de trabajo, se selecciona la banda transportadora del siguiente cuadro de características que se muestra a continuación:

Tipo de banda	Cobertura superior					Cobertura inferior				
	Material	Grosor *Sha	Color	Espesor mm	Acabado	Material	Grosor *Sha	Color	Espesor mm	Acabado
B12 UP*	PU	93	Verde 00	0.20	Liso			Crucho		WF
B20 UP*	PU	93	Verde 00	0.50	Liso			Crucho		Tejido
B07 CP	PVC	82	Verde 00	0.50	Liso			Crucho		Tejido
B11 CP	PVC	82	Verde 00	0.50	Liso			Crucho		Tejido
B12 CK	PVC	82	Verde 00	0.50	Liso	PVC	82	Verde 00	0.70	Grochada R
B20 CP	PVC	82	Verde 00	1.00	Liso			Crucho		Tejido
B20 CK	PVC	82	Verde 00	1.00	Liso	PVC	82	Verde 00	0.70	Grochada R
B20 FP	PVC	82	Verde 00	1.00	Tejido			Crucho		Tejido
B22 CP	PVC	82	Verde 00	2.00	Liso			Crucho		Tejido
B23 CP	PVC	45	Verde 00	3.00	Liso			Crucho		Tejido
B25 CP	PVC	82	Verde 00	5.00	Liso			Crucho		Tejido
B30 CP	PVC	62	Verde 00	2.00	Liso			Crucho		Tejido
B33 CP	PVC	45	Verde 00	3.00	Liso			Crucho		Tejido

Temperatura en continuo (partida) del producto transportado °C	Tejido:		Espesor banda mm	Peso banda kg/m ²	+20% Carga de retorta		Carga de trabajo al 1% de elongación kg/mm	Carga de trabajo al 1.5% de elongación kg/mm	Ancho máx. de fábrica mm	Tipo de banda	
	Nº de hilos	Trama			g/cm ²	g/cm ²					
-30+15 + 80(100)	2	Rajada	1.50	1.90	40	40	125	10	15	2000	B12 UP*
+30+15 + 80(100)	2	Rajada	2.25	2.60	60	60	180	18	25	2000	B20 UP*
-5+15 + 80(100)	1	Rajada	1.00	1.30	16	25	60	5	7	1000	B07 CP
-5+15 + 80(100)	2	Rajada	2.10	2.50	35	55	120	10	15	1000	B11 CP
+5+15 + 80(100)	2	Rajada	2.75	3.35	50	70	120	7	12	2000	B12 CK
-5+15 + 80(100)	2	Rajada	2.90	3.50	55	75	200	15	22	3000	B20 CP
+5+15 + 80(100)	2	Rajada	3.50	4.00	70	100	140	8	15	2000	B20 CK
-5+15 + 80(100)	2	Rajada	2.40	2.70	40	60	190	15	20	3000	B20 FP
-5+15 + 80(100)	2	Rajada	4.00	4.80	80	100	200	17	25	3000	B22 CP
-5+15 + 80(100)	2	Rajada	4.80	5.80	80	120	200	15	23	3000	B23 CP
-5+15 + 80(100)	3	Rajada	4.00	4.80	100	120	275	22	30	3000	B25 CP
-5+15 + 80(100)	3	Rajada	4.90	5.80	120	150	300	22	30	3000	B30 CP
-5+15 + 80(100)	3	Rajada	6.00	7.00	130	200	300	20	28	3000	B33 CP

FIGURA 2.18 Características técnicas de la banda transportadora a seleccionar

Fuente: (Esbelt, 2008 - 2009), (Acosta Jaramillo, 2014)

La banda transportadora a utilizar es la tipo Breda de 2.7[mm] y de color verde por ser un proceso industrial el cual se encuentra en un ambiente con presencia de humedad y polvo.

A continuación se detallan las características de la banda transportadora seleccionada:

Características	Datos
Tipo de Banda	Breda B12 CK
Material	PVC
Color	Verde
Características especiales	Antiestática, resistente a aceites y grasa minerales y a la abrasión.
Espesor	2.7 [mm]
Peso	2.95 [kg/m ²]

TABLA 2.11 Características principales de la banda transportadora

Fuente: (Bandas & Bandas, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

2.3.2 SELECCIÓN DEL MOTOR PARA LA BANDA TRANSPORTADORA

Para determinar velocidad de la banda transportadora es necesario determinar los requerimientos para su funcionamiento.

Como datos iniciales se tiene que la distancia de la banda transportadora abarca 4 *bandejas*, entonces:

Si la velocidad requerida para la banda transportadora es de 2 [cm/seg] y cada bandeja mide 56 [cm], por tal motivo la velocidad de la banda transportadora se expresa de la siguiente manera:

$$2 \text{ [cm]} \rightarrow 1 \text{ [seg]}$$

$$56 \text{ [cm]} \rightarrow i$$

La relación es: $\frac{56 \text{ [cm]}}{28 \text{ [seg]}}$ lo que equivale a decir: $\frac{1 \text{ [bandeja]}}{28 \text{ [seg]}}$

Y expresada en el número de bandejas por minutos se obtiene el siguiente valor:

$$2.1429 \left[\frac{\text{bandejas}}{\text{min}} \right]$$

Entonces, la velocidad obtenida es: 2.1429 [bandejas/min].

Para definir la velocidad en [m/min], se realiza la siguiente relación de unidades:

$$2.1429 \left[\frac{\text{bandejas}}{\text{min}} \right] \times \frac{0.56 \text{ [m]}}{1 \text{ [bandeja]}} = 1.2 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

Para determinar la velocidad en [ft/min], se incrementa un 30% como factor de seguridad del valor a obtener:

$$1.2 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] + 30\%(\text{más eficiencia}) = 1.56 \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] = 5.12 \left[\frac{\text{pie}}{\text{min}} \right]$$

Entonces, la velocidad de la banda transportadora es aproximadamente de: 6 [pie/min]

Para determinar la capacidad de carga de la banda transportadora se realiza el siguiente cálculo:

$$W_{bandeja} \times 2 = W_{total_bandeja}$$

Ecuación 2.21 Cálculo de peso por bandeja

Donde:

$W_{bandeja}$: Peso de la bandeja sembrada. [kg/bandeja]

$W_{totalbandeja}$: Peso total de la bandeja sembrada multiplicado por un factor de seguridad igual a 2. [kg/bandeja]

$$4.5359 \left[\frac{kg}{bandeja} \right] \times 2 = 9.07 \left[\frac{kg}{bandeja} \right]$$

A continuación se realiza un despeje de unidades para determinar el peso por bandeja en [lb/pie]:

$$10 \left[\frac{kg}{bandeja} \right] \times \frac{1 [bandeja]}{0.56 [m]} \times \frac{1 [m]}{3.28 [pie]} \times \frac{2.2 [lb]}{1 [kg]} = 11.98 [lb/pie]$$

$$\text{Capacidad} = 12 [lb/pie]$$

Para el cálculo de la unidad motriz del transportador es necesario tomar en cuenta el coeficiente de fricción dado por el tipo de banda a utilizar.

De la

TABLA 2.11 se obtiene el peso de la banda transportadora, el cual se empleará en el cálculo de la potencia del motor el mismo que se detalla a continuación:

$$HP = \frac{(W + w)(f)(s)}{33000}$$

Ecuación 2.22 Cálculo de la potencia del motor

Donde:

HP : Potencia del motor. [HP]

W : Peso de carga. [lb]

w : Peso de banda. [lb]

f : Coeficiente de fricción

s : Velocidad. [*ft/min*]

$$HP = \frac{(50 + 0.0049)(0.4)(6)}{33000}$$

$$HP = 0.00363672 \text{ [HP]}$$

El diámetro de cada uno de los rodillos de transmisión de la banda es: 10.16 [*cm*], entonces el perímetro de cada rodillo es:

$$L_{rodillo} = 2\pi r$$

Ecuación 2.23 Cálculo del perímetro de los rodillos de transmisión de la banda

Donde:

$L_{rodillo}$: Perímetro de los rodillos. [*m*]

r : Radio de los rodillos. [*m*]

$$L_{rodillo} = 2 \times \pi \times \frac{0.1016}{2}$$

$$L = 0.3192 \text{ [m]}$$

La relación de velocidad de la banda es la siguiente:

$$\frac{1.56 \text{ [m]}}{\text{[seg]}} = \frac{1 \text{ [rev]}}{0.3192 \text{ [m]}}$$

La relación de transmisión es:

$$4.8872 \left[\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right]$$

Entonces, el torque al que va a trabajar el motor es:

$$T = \frac{63000 \text{ HP}}{n}$$

Ecuación 2.24 Cálculo del torque del motor

Donde:

T : Torque del motor. [*Nm*]

n : Relación de transmisión. [*rpm*]

$$T = \frac{63000 \times (0.00363672)}{4.8872}$$

$$T = 46.88 \text{ [lb} \cdot \text{in]}$$

$$T = 5.29 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

Con el valor del torque calculado se procede a determinar el motor a utilizar para el transporte de las bandejas en la banda transportadora.

Características		Descripción
Tipo de motor		AC Servomotor
Modelo		SMH80S-0075-30AAK-3LKH
Tensión [V]		220
Rango de Potencia [W]		750
Rango de Velocidad [rpm]		3000
Torque [Nm]	Nominal	2.39
	Máximo	7.17
	Parada	2.63
Corriente [A]	Nominal	3.9
	Máximo	11.7
	Parada	4.4

TABLA 2.12 Selección del motor para la banda transportadora
Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.19 Servomotor
Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

El servomotor seleccionado incluye un driver que permite controlar el motor utilizando varios comandos de configuración.

A continuación se detallan las características que posee el driver que controla el funcionamiento del motor:

Características	Descripción
Tipo de driver	Servo driver
Modelo	CD 420
Tensión [VAC]	220
Elementos del driver	Fuente de alimentación para el control de 24 [VDC]
Elementos del driver	7 entradas digitales
	Entrada de señal de pulso
	2 entradas análogas
	4 salidas de corriente 100 [mA]
	Salidas digital de 24 [V] y 100[mA]
	Salidas de control de freno
	Entrada/salida del encoder

TABLA 2.13 Selección del servo-driver

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

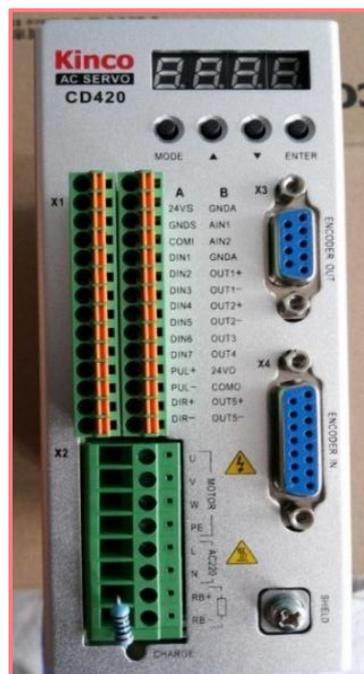


FIGURA 2.20 Servo-driver

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

2.3.3 SELECCIÓN DE LOS SENSORES Y ACTUADORES

Para seleccionar los elementos que permitirán censar cada una de las actividades a realizar en el proceso de producción de plántulas es necesario definir las características técnicas que deben poseer cada uno para su buen funcionamiento.

Los elementos a seleccionar deben trabajar a 24 [VDC] porque las entradas y salidas del PLC a seleccionar son de dicho voltaje.

Entonces los sensores a utilizar son de accionamiento mecánico pero de fácil uso, de la misma manera que las electroválvulas:

Sensor	Cantidad	Uso
Final de carrera	4	Detección de presencia de las bandejas para la dosificación de las tolvas y para el tacado de la turba en dichas bandejas.
	2	Censado del nivel de turba existente en las tolvas, envía únicamente una señal de vacío y/o lleno.
Electroválvulas	4	Activación de los cilindros neumáticos que realiza la función de tacado de la turba y la apertura y cierra de las tapas de las bocas de las tolva para evitar desperdicio de turba.
Sensores magnéticos	2	Para verificar si los cilindros neumáticos de tacado se encuentran en posición inicial

TABLA 2.14 Selección de los sensores y actuadores

Fuente: Autor

2.3.3.1 FINAL DE CARRERA

Los actuadores mecánicos de final de carrera es necesario que sean de fácil acceso y de bajo costo y que posea además una cabeza de activación totalmente configurable para adecuar su uso al funcionamiento requerido.

A continuación se detallan las características que poseen los finales de carrera seleccionados para detectar la presencia de bandejas en la banda transportadora:

Características	Descripción
Material	Plástico y metal
Cabeza	Palanca con rodillo
Configuración de contacto	1 NC + 1 NO
Protección	IP66
Amperaje	10 [A]
Tensión	125 – 250 [VAC]

TABLA 2.15 Características técnicas de los finales de carrera para la detección de las bandejas

Fuente: (Consortio Electrico Industrial S.A.C), (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.21 Micro switch con rodillo corto bajo

Fuente: (Consortio Electrico Industrial S.A.C), (Acosta Jaramillo, 2014)

Para de detección del nivel de turba existente dentro de las tolvas se colocaron sensores que emiten una señal ya sea de encendido o de apagado, los elementos más eficaces y más aún fáciles de emplear son los de final de carrera ya que al existir peso de la turba dentro de la tolva se ejercerá un peso sobre el final de carrera generando que el sensor emita una señal al controlador y de la misma manera emitirá otra señal cuando sobre el sensor no exista peso, es decir, cuando el nivel de turba sea muy bajo.

En la siguiente tabla se detallan las características técnicas de los sensores de final de carrera empleados para la detección del nivel de turba dentro de las tolvas:

Características	Descripción
Material	Plástico y metal
Cabeza	Palanca
Configuración de contacto	1 NC + 1 NO
Protección	IP66
Amperaje	10 [A]
Tensión	125 – 250 [VAC]

TABLA 2.16 Características técnicas de los finales de carrera para el nivel de turba

Fuente: (Consortio Electrico Industrial S.A.C)



FIGURA 2.22 Micro switch con palanca

Fuente: (Consortio Electrico Industrial S.A.C)

2.3.3.2 ELECTROVÁLVULAS

Los elementos de mando para la activación de los cilindros neumáticos, poseen las siguientes características detalladas en la siguiente tabla:

Características	Descripción
Rango de voltaje	24 [VDC]
Presión de operación	1.5 ~ 8 [bar]
Potencia	3 [W]
Temperatura	35 [°C]
Protección	IP65
Tipo de válvula	5/2
Tamaño del puerto	1/4 "

TABLA 2.17 Características de las electroválvulas

Fuente: (SNS, 2008), (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.23 Electroválvula 5/2

Fuente: (SNS, 2008)

2.3.3.3 SENSORES MAGNÉTICOS

Para la detección del émbolo de los cilindros neumáticos usados en los tacadores se emplearon interruptores de lengüeta o también llamados interruptores de lámina, en inglés se los denomina reed switch, son pequeños bulbos de vidrio con dos láminas en el interior que al momento de presentarse un campo magnético éstas se atraen.

Se emplearon estos sensores en los cilindros tacadores para determinar si el émbolo de los cilindros se encuentra en posición inicial, es decir, dentro del cilindro y de esta manera asegurarnos de que si la banda se encuentra en movimiento, los tacadores no se traben en las celdas de las bandejas y generen sobrecarga al motor y de la misma manera dañen los cilindros neumáticos de los tacadores.

En la siguiente imagen se muestra el funcionamiento del sensor magnético:

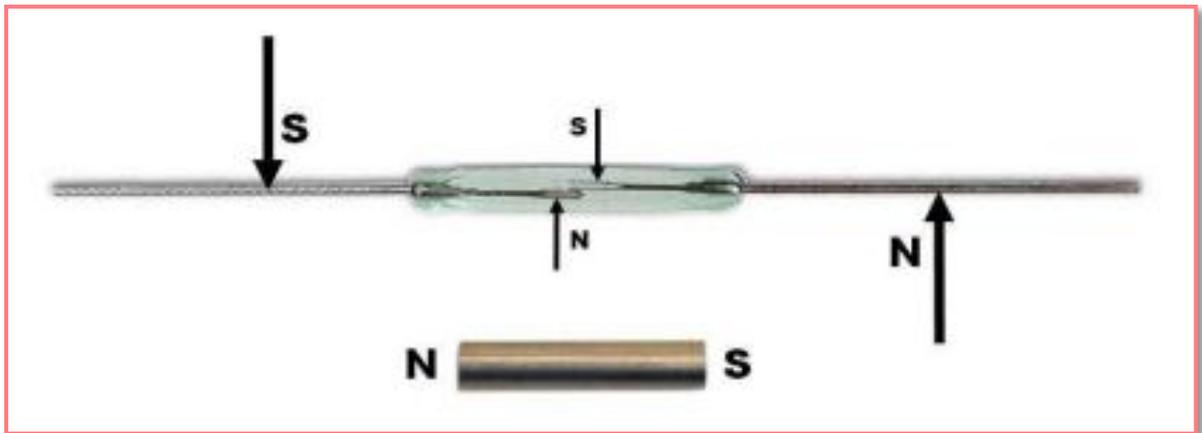


FIGURA 2.24 Sensores reed switch

Fuente: (Hamlin, 2008)

Las características técnicas de los sensores se muestran en la siguiente tabla:

Características	Descripción
Rango de voltaje	24 [VDC]
Tiempo de operación	0.6 [mseg]
Tiempo de liberación	0.1 [mseg]
Vida útil	1 a 200 millones de operaciones
Peso	1 [g]

TABLA 2.18 Características técnicas de los sensores magnéticos

Fuente: (Hamlin, 2008)

En los sensores magnéticos se adaptaron conectores de plástico tipo WF2 (conector macho de 2 pines) y WM2S (conector hembra de 2 pines) para unir los cables del sensor con los del PLC y de esta hacer más práctico la conexión y desconexión de los sensores.

En la siguiente figura se muestran los conectores WF2 y WM2S, respectivamente:

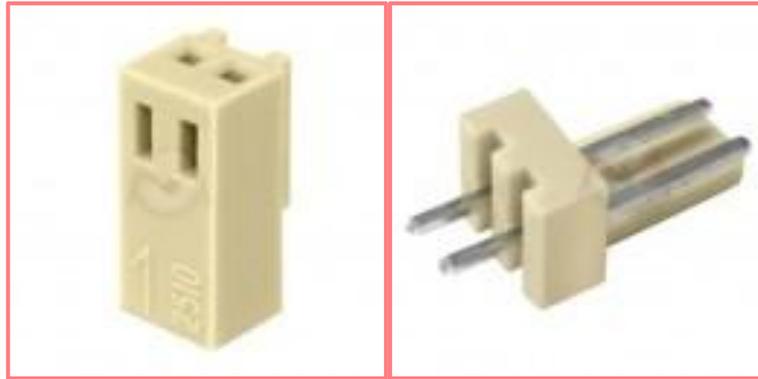


FIGURA 2.25 Conectores WF2 y WM2S

Fuente: Autor

2.3.3.4 LUCES PILOTO

Los indicadores luminosos que permitirán la visualización de los estados de los procesos de la máquina son los que se detallan a continuación:

- El elemento de visualización de alarma debe ser de una tensión de 24 [VDC] para que trabaje correctamente con el PLC seleccionado.
- La luz indicadora de paro o apagado de la máquina es de 110 [VAC] debido a que es la que desenchava el contactor y apaga el sistema.
- La luz indicadora de encendido del sistema es de 24 [VDC] ya que al activarse el contacto la fuente del PLC se enciende y enciende la luz indicadora de 24[VDC].



FIGURA 2.26 Luces piloto

Fuente: (Consortio eléctrico industrial S.A.C, 2014)

En la siguiente tabla se detalla la función que cumple cada uno de las luces piloto que posee el tablero de control:

Color	Características técnicas	Funcionamiento
Rojo	110 [VAC]	Indica que la máquina se encuentra energizada pero inactiva.
Verde	24 [VDC]	Indica que la máquina se encuentra en funcionamiento.
Amarillo	24 [VDC]	Emite una alarma luminosa que parpadea indicando que el nivel de las tolvas es bajo.

TABLA 2.19 Función de las luces piloto

Fuente: Autor



FIGURA 2.27 Luces piloto en el tablero de control

Fuente: Autor

2.3.3.5 PULSADORES

Los pulsadores del tablero de control son específicamente de tipo rasante para evitar activaciones involuntarias por parte del usuario en la máquina.



FIGURA 2.28 Pulsadores tipo rasante

Fuente: (Consortio eléctrico industrial S.A.C, 2014)

En la siguiente tabla se detalla la función que cumple cada uno de los pulsadores que posee el tablero de control:

Color	Características técnicas	Funcionamiento
Rojo	110 [VAC]	Apaga la máquina
Verde	110 [VDC]	Enciende la máquina

TABLA 2.20 Función de los pulsadores

Fuente: Autor



FIGURA 2.29 Pulsadores en el tablero de control

Fuente: Autor

2.3.3.6 PARO DE EMERGENCIA

El pulsador de paro de emergencia es el control de mando primordial en la máquina debido a que su principal función es la de detener el funcionamiento de la máquina lo más rápido posible.

El pulsador de paro de emergencia debe ser colocado en la línea de alimentación de la máquina y de manera totalmente visible para que pueda ser activado manualmente por parte del operario. El tipo de pulsador es el de girar para desenclavar “contra fraude” y posee dos tipos de contactos “NA” y “NC”.



FIGURA 2.30 Pulsador de paro de emergencia
Fuente: (Consortio eléctrico industrial S.A.C, 2014)

2.3.4 SELECCIÓN DEL PLC

Para la selección del PLC es necesario determinar las entradas y salidas del sistema de control de la máquina. Para la máquina dosificadora se toma en cuenta que las salidas del PLC son tipo relé debido a que las activaciones para las electroválvulas no necesitan un tiempo estrictamente rápido.

A continuación se detallan los elementos de entrada y de salida del PLC:

Entradas	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Sensores de proximidad de las bandejas para la apertura y cierre de la boca de la tolva. - 2 Sensores de proximidad para la activación de la tacadora.
Salidas	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Activación de las electroválvulas para el cierre y apertura de las tapas de la boca de las tolvas. - 2 Activación de las tacadoras.

TABLA 2.21 Entradas y salidas del PLC

Fuente: Autor

A continuación se detallan las características del PLC seleccionado:

Características	Descripción
Nombre del PLC	LOGO! 12/24RC
Entradas	8 (4 analógicas)
Salidas	4 (tipo relé)
Rango admisible	10.8 [V] ... 28.8 [V DC]
“0” lógico	Máx. 5 [V DC]
“1” lógico	Mín. 8.5 [V DC]
Intensidad de entrada	0.1 – 1.5 [mA]

TABLA 2.22 Características técnicas del PLC LOGO!

Fuente: (Siemens, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.31 PLC LOGO! 12/24 RC

Fuente: (Siemens, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)

Para visualizar de menor manera la información acerca del proceso de dosificado se empleó una pantalla LOGO! TD, la cual además de ser una pantalla posee teclas de función que permiten controlar el programa del PLC de acuerdo a los requerimientos del usuario que controle la máquina.

La pantalla LOGO! TD utilizada para el control de la máquina dosificadora posee las siguientes características que se indican en la siguiente tabla:

Características	Descripción
Nombre del elemento	LOGO! TD
Tensión eléctrica	12 [VDC] , 24[VAC]/[DC]
Entradas (botones de superficie táctil)	6 teclas estándar 4 teclas de función (F1 – F4)
Líneas/ Caracteres	4 líneas de 12 caracteres por línea
Protección	IP 20 Panel frontal IP65
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra mensajes de texto. • Uso de gráficos de barras. • Función de retroiluminación de la pantalla luego de actividades de muestra de mensajes.

TABLA 2.23 Características técnicas de la LOGO! TD

Fuente: (Siemens, 2014)

En la siguiente figura se muestra la interfaz hombre máquina utilizada en el control de la máquina dosificadora:



FIGURA 2.32 LOGO! TD

Fuente: (Siemens, 2014)

2.4 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Para seleccionar los elementos de protección del sistema de eléctrico y de control se tomaron en cuenta los valores nominales de intensidad y tensión eléctrica del PLC por ser el elemento que posee el control de toda la máquina y por tal motivo debe ser protegido.

2.4.1 CONTACTORES

El contactor es el encargado de realizar la respectiva energización de los elementos del tablero de control, entre ellos, el servomotor. En caso de existir alguna sobretensión en la tensión eléctrica el contactor se desenclava automáticamente afectando sus propias características físicas y de funcionamiento y evitando daños al resto de elementos eléctricos.

Las características de protección del contactor antes mencionadas se muestran en la siguiente tabla:

Característica	Descripción
Tensión nominal [VAC]	220
Corriente [A]	12
Potencial [kW]	4
Categoría de servicio	AC-1

TABLA 2.24 Características técnicas del contactor

Fuente: (Schneider Electric, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.33 Contactor para la protección del motor

Fuente: (Schneider Electric, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)

2.4.2 BREAKER

Es el elemento principal para el funcionamiento de la máquina debido a que se encarga de energizar o desenergizar a los elementos del tablero de control, además protege el circuito eléctrico al desenclavarse cuando detecta sobre picos en la tensión eléctrica. Las características de funcionamiento se muestran en la siguiente tabla:

Característica	Descripción
Tensión [VAC]	220
Corriente [A]	15

TABLA 2.25 Características técnicas del breaker

Fuente: (Schneider Electric, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.34 Breaker para la protección de la máquina

Fuente: (Schneider Electric, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)

2.4.3 FUSIBLES

Son los elementos que permiten la protección de los conductores dentro del tablero de control, las características técnicas necesarias para la selección de los fusibles de protección de la máquina son las siguientes:

Características	Descripción
Corriente de protección de la máquina [A] (Factor de protección igual a 2.1)	25
Corriente de protección de los fusibles [A] (Factor de protección igual a 3)	35

TABLA 2.26 Características técnicas de los fusibles

Fuente: (Camsco, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)



FIGURA 2.35 Fusibles para la protección de la máquina

Fuente: (Camsco, 2014), (Acosta Jaramillo, 2014)

CAPÍTULO III

3 IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

En este capítulo se detalla la construcción y ensamblaje de cada uno de los elementos mecánicos que conforman la máquina dosificadora.

3.1 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Para la construcción de la máquina se realizaron las siguientes actividades que se representan mediante un diagrama de flujo que detalla el proceso seguido en la construcción.

3.1.1 OPERACIONES DE MECANIZADO

A continuación se enlistan las operaciones tecnológicas a realizarse para mecanizar cada uno de los elementos que forman parte la máquina dosificadora:

Número	Operación
1	Trazado
2	Corte del material
3	Doblado
4	Esmerilado
5	Taladrado
6	Soldado
7	Fondeado
8	Pintado

TABLA 3.9 Operaciones tecnológicas de mecanizado

Fuente: Autor

3.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

En los diagramas de flujo se detallan los procesos tecnológicos realizados para el mecanizado de cada elemento de la máquina.

Existe una norma de símbolos para graficar los diagramas de flujo, la norma es conocida con el nombre de ASME, American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

En la siguiente tabla se detallan algunos símbolos que se utilizaron para representar el proceso de construcción de los elementos de la máquina:

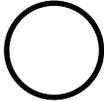
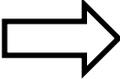
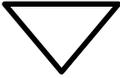
Simbología	Interpretación	Descripción de la actividad
	Operación	Indica las fases del proceso
	Transporte	Indica el movimiento del material o elemento de un lugar a otro
	Inspección	Indica la inspección de la calidad o cantidad
	Fin del proceso	Indica el término del proceso

TABLA 3.10 Simbología estándar para los diagramas de flujo

Fuente: (Acosta Jaramillo, 2014)

A continuación se muestran los diagramas de flujo de los procesos tecnológicos que intervienen durante el proceso de construcción de la máquina dosificadora de turba:

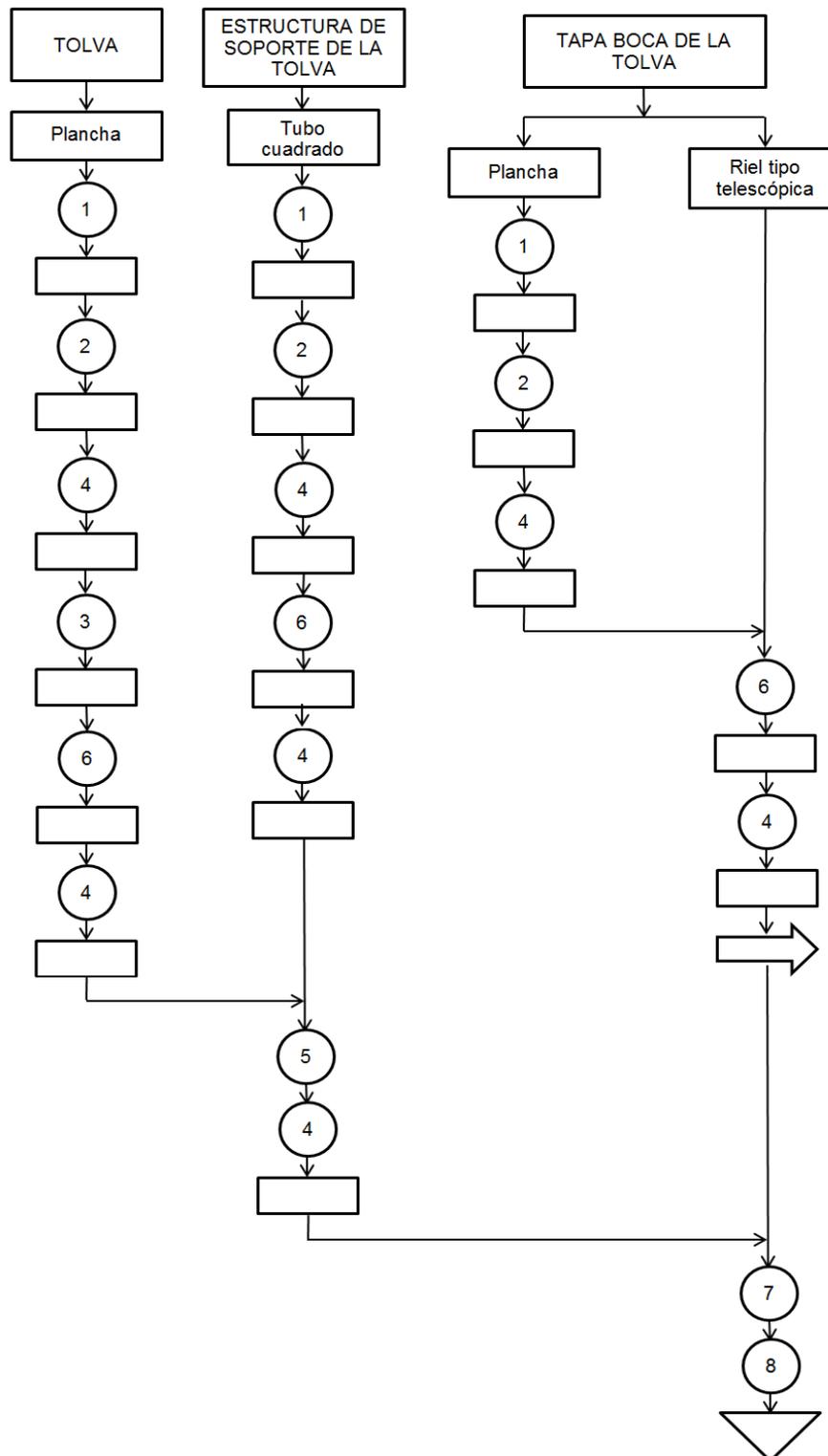


FIGURA 3.1 Construcción de la tolva y sus elementos

Fuente: Autor



FIGURA 3.2 Construcción de las tolvas

Fuente: Autor



FIGURA 3.3 Construcción de la estructura de soporte de las tolvas

Fuente: Autor



FIGURA 3.4 Construcción de las tapas de la boca de las tolvas

Fuente: Autor

En la construcción del mecanismo de tacado es necesario indicar que para el desplazamiento del perno de 0.635 [cm] de diámetro que sirve de guía de la pieza de tacado posee un bocín cuadrado de 1.27 [cm] por lado y 4 [cm] de longitud de acero ASTM A36.

A continuación se muestra lo anteriormente explicado:

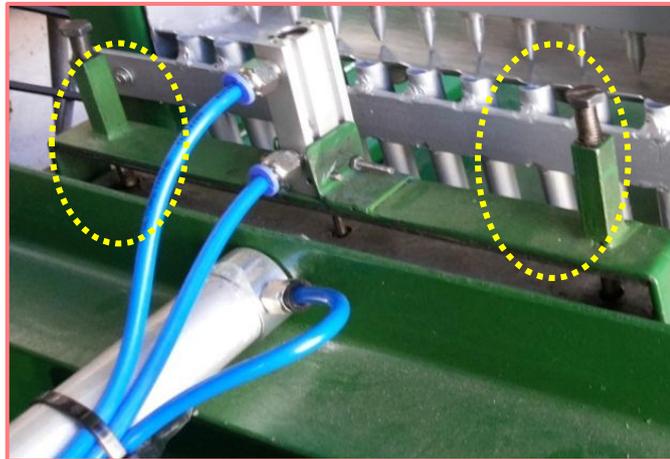


FIGURA 3.7 Mecanismo de guía de los elementos de tacado

Fuente: Autor

Como para la primera parte del tacado de la turba en las bandejas es necesario mayor fuerza que para la segunda parte se colocaron dos cilindros neumáticos para obtener mayor fuerza y mejor precisión del elemento de tacado al momento de desplazarse verticalmente. A continuación se muestra la figura en la cual se puede apreciar el mecanismo de tacado mencionado:



FIGURA 3.8 Mecanismo de tacado

Fuente: Autor

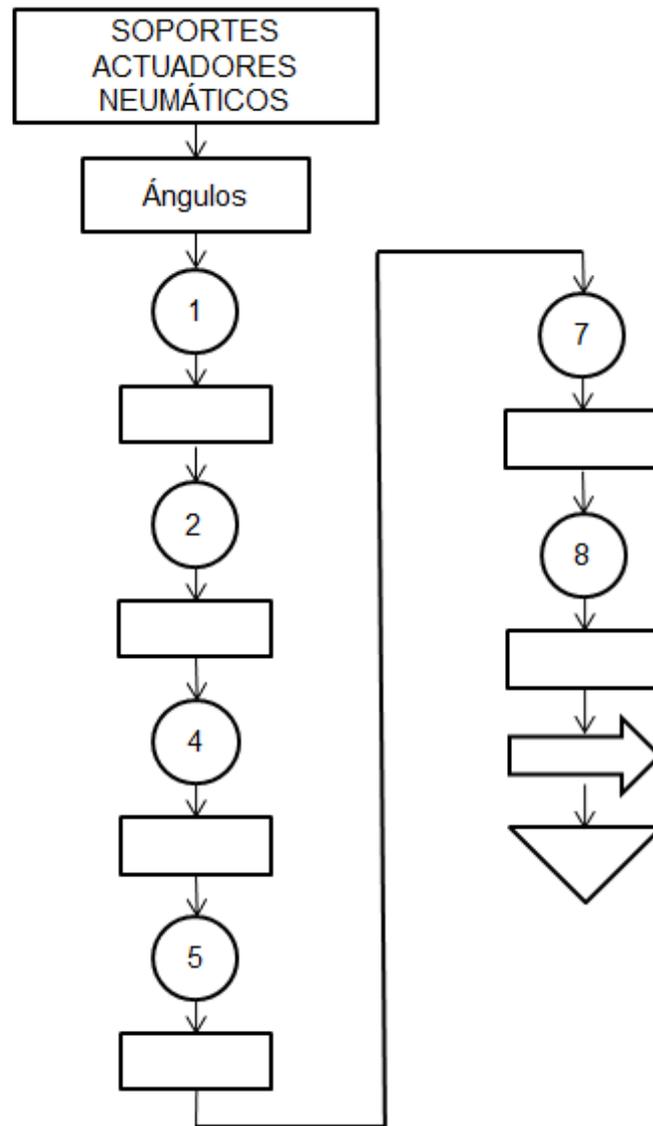


FIGURA 3.9 Construcción de los soportes de los actuadores neumáticos (flujograma)

Fuente: Autor

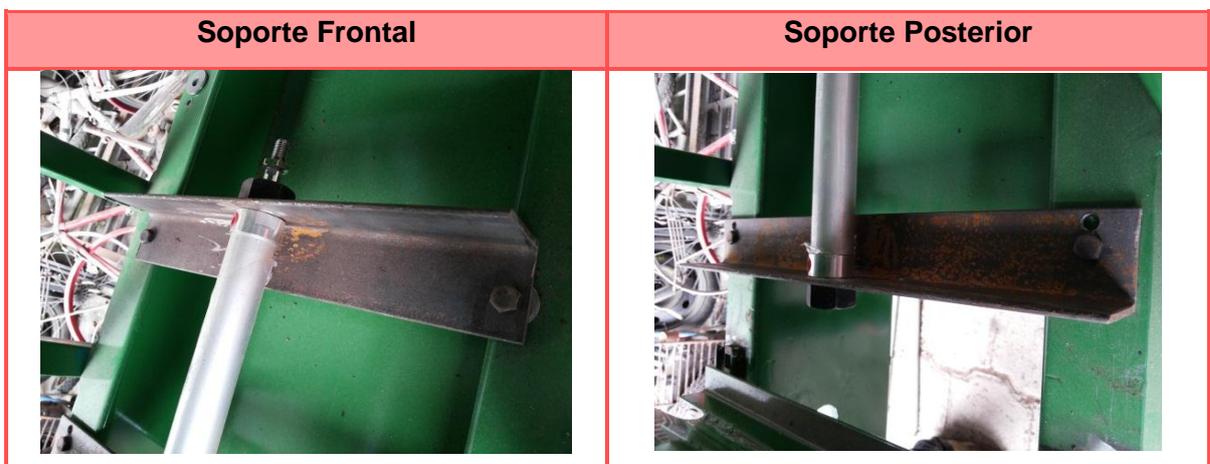


TABLA 3.3 Soportes de los actuadores neumáticos

Fuente: Autor



FIGURA 3.10 Construcción de los soportes de los actuadores neumáticos

Fuente: Autor

3.2 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA

Para el ensamblaje de los elementos que constituyen la máquina se detallan cada una de las actividades de ensamblaje en un diagrama de flujo.

De la misma manera que en la construcción, para el ensamblaje de cada elementos se realiza una tabla detallando las actividades a realizar con su respectivo código para que el diagrama de flujo sea claro y conciso.

La tabla con las actividades de ensamblaje se muestra a continuación:

Código	Actividad
E1	Instalación de la estructura de la banda transportadora
E2	Instalación de chumaceras
E3	Instalación de rodillos para la banda transportadora
E4	Instalación de la banda transportadora
E5	Instalación de los soportes de las tolvas
E6	Instalación de los soportes del mecanismo de tacado
E7	Instalación de los soportes de los cilindros neumáticos
E8	Instalación de los cilindros neumáticos
E9	Instalación de las tolvas
E10	Instalación del servomotor
E11	Instalación caja de control

TABLA 3.4 Actividades de ensamblaje de la máquina

Fuente: Autor

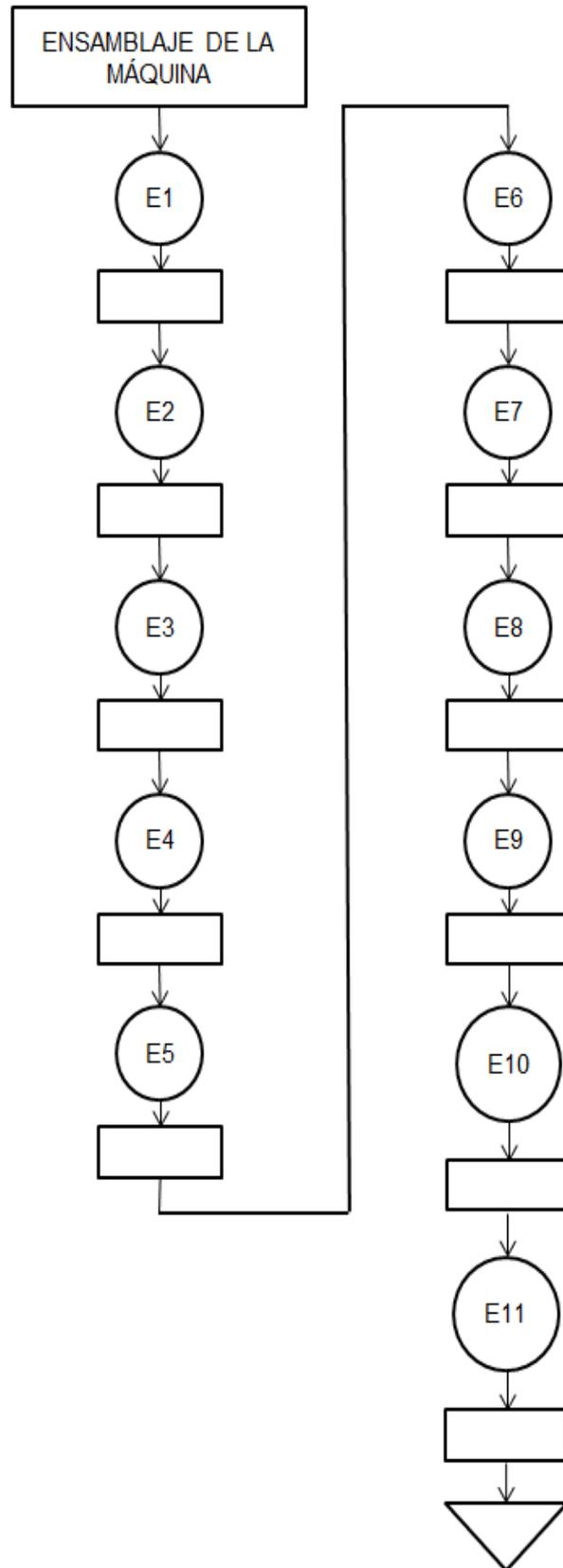


FIGURA 3.11 Diagrama de flujo del ensamble de los elementos de la máquina

Fuente: Autor

3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE LA MÁQUINA

Para la implementación del tablero de control de la máquina se detallan las actividades a realizarse, a continuación en la siguiente tabla:

Código	Actividad
1	Selección de la caja
2	Colocación de riel
3	Colocación de los elementos de protección
4	Colocación del driver del servomotor
5	Colocación de las borneras
6	Colocación de la fuente del PLC
7	Colocación del PLC
8	Conexión de los elementos de señalización
9	Conexión pulsadores y paro de emergencia
10	Conexión de sensores
11	Conexión de actuadores
12	Etiquetado de cables
13	Energización de los elementos

TABLA 3.5 Actividades de construcción del tablero de control

Fuente: (Acosta Jaramillo, 2014)

3.2.1.1 IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

El flujo grama de la implementación del tablero de control se representa con la misma simbología de la norma ASME y las actividades se detallan gráficamente en la tabla 3.10

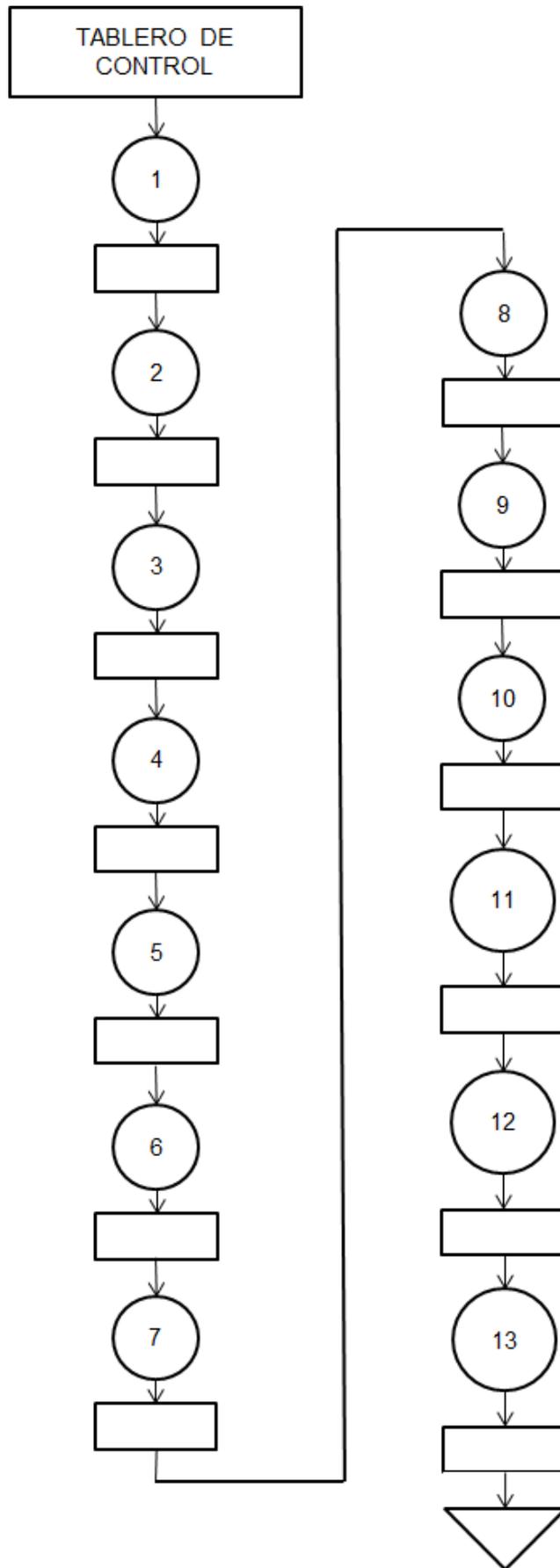


FIGURA 3.12 Diagrama de flujo del ensamble del tablero de control
Fuente: (Acosta Jaramillo, 2014)

Actividad 1



Actividad 2



Actividad 3 y 4



Actividad 5, 6 y 7



Actividad 8 y 9



Actividad 10 y 11



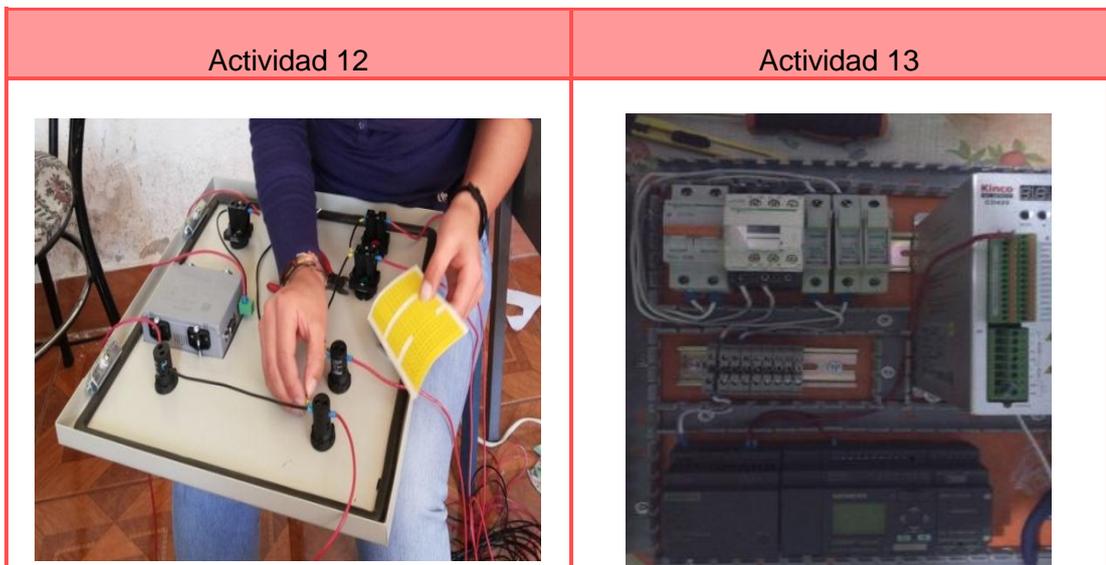


TABLA 3.6 Implementación del tablero de control

Fuente: (Acosta Jaramillo, 2014)

3.2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO DE LA MÁQUINA

Para la implementación de los elementos que componen el sistema neumático de la máquina se realizan las siguientes actividades:

Código	Actividad
1	Colocación cilindros neumáticos para dosificación de turba
2	Colocación cilindros neumáticos para tacado de turba
3	Colocación de racores
4	Conexión de electroválvulas
5	Conexión de unidad de mantenimiento
6	Conexión compresor
7	Etiquetado de cables y mangueras

TABLA 3.7 Actividades de implementación del sistema neumático

Fuente: Autor

3.2.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO

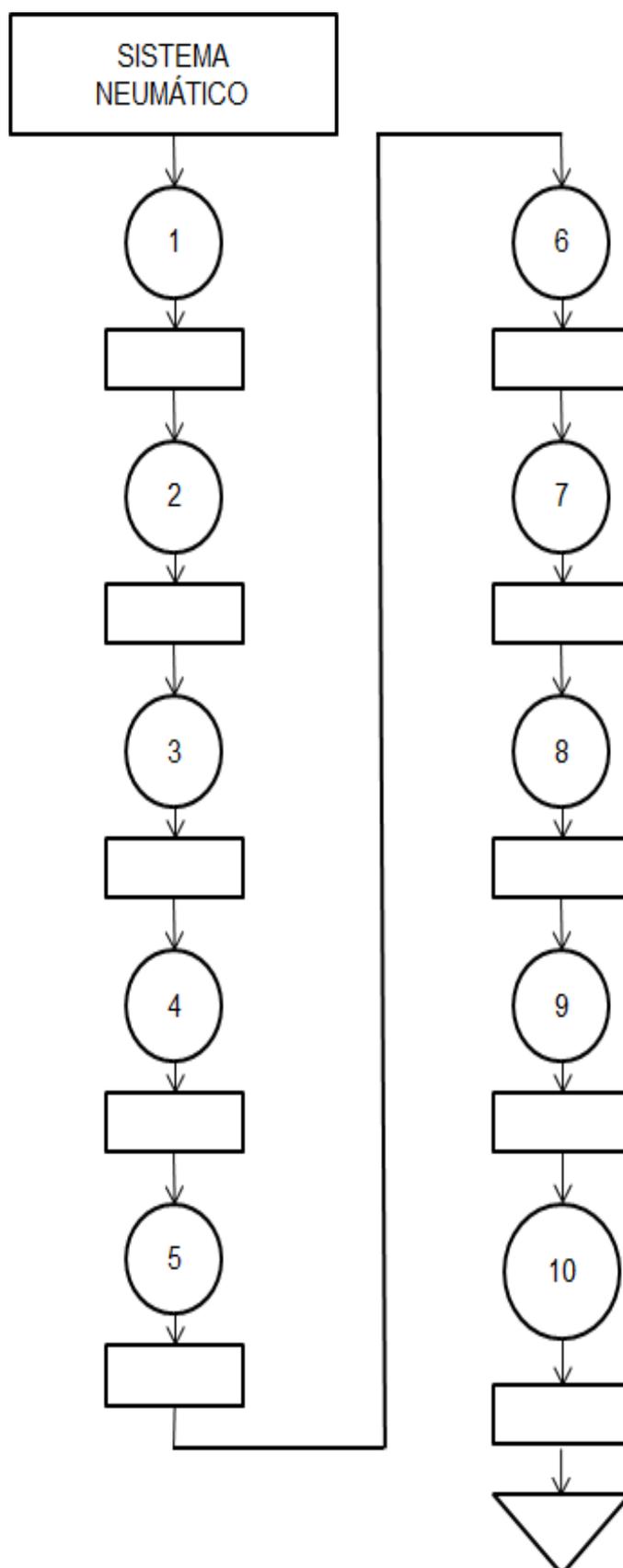


FIGURA 3.13 Diagrama de flujo de la implementación del sistema neumático

Fuente: Autor

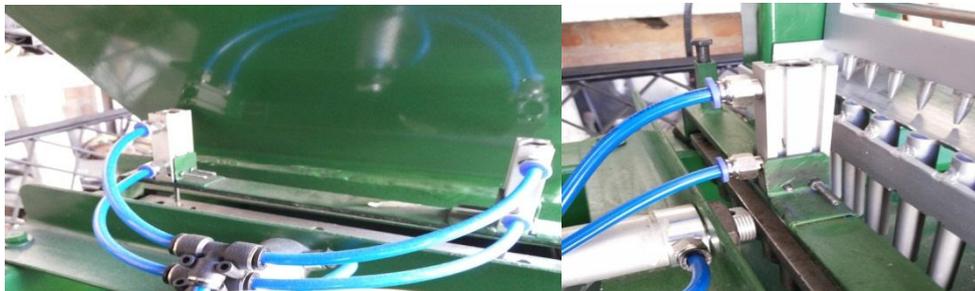
Actividad 1



Actividad 2



Actividad 3



Actividad 4



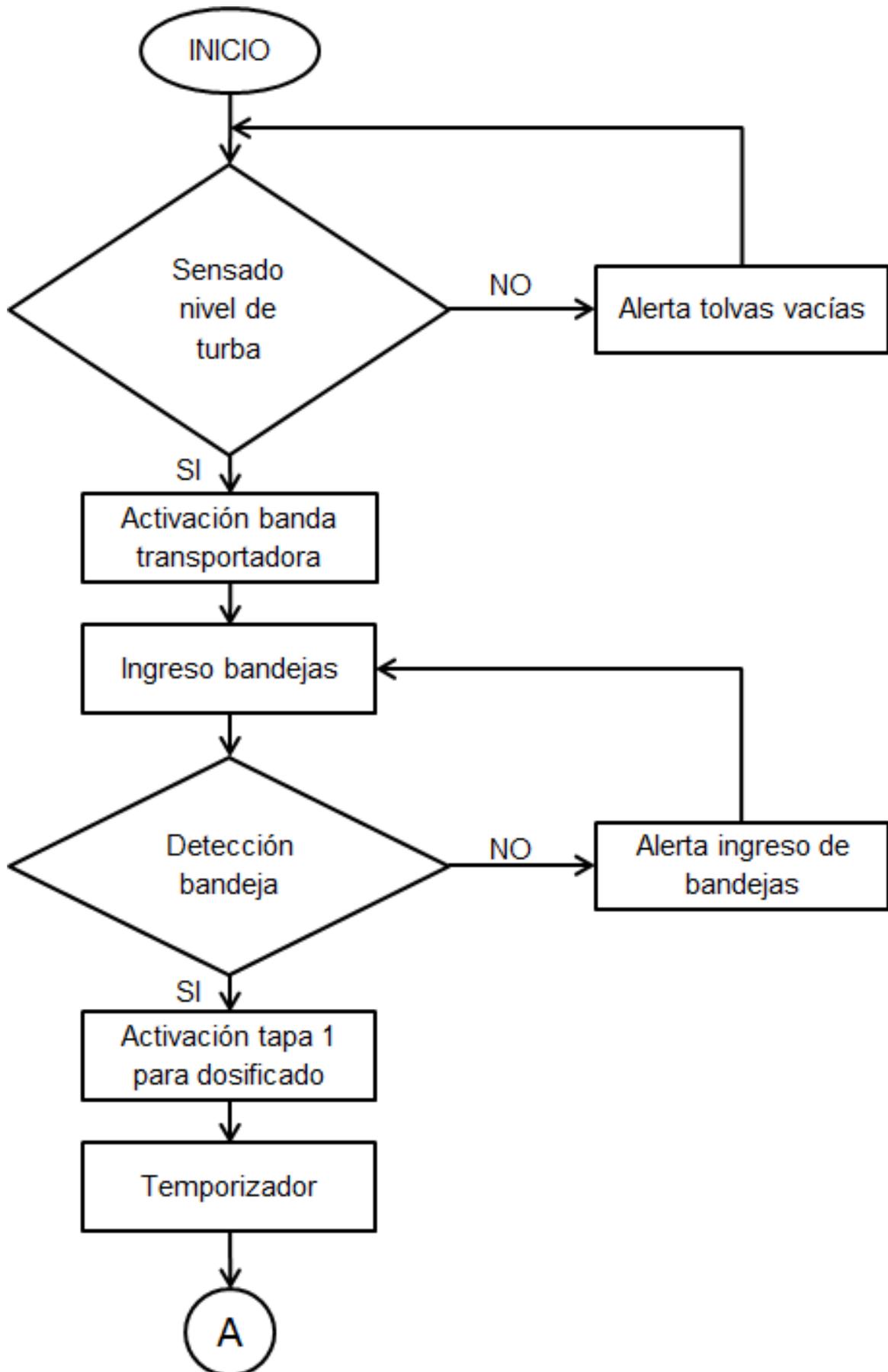
Actividad 5 y 6



TABLA 3.8 Implementación del sistema neumático

Fuente: Autor

3.2.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DE CONTROL



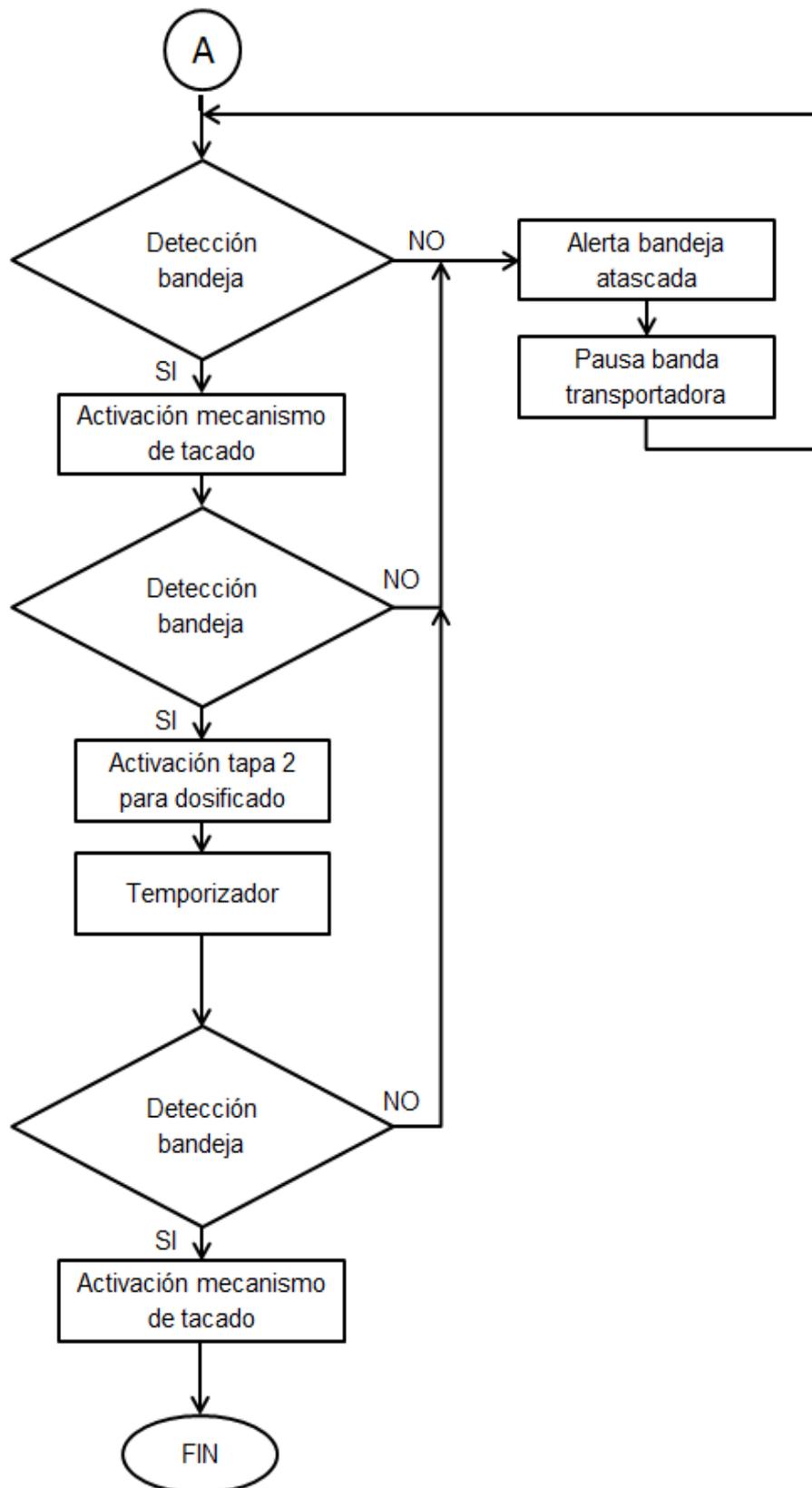


FIGURA 3.14 Flujo grama del programa del PLC para el control de la máquina dosificadora

Fuente: Autor

3.2.4 TABLA DE VARIABLES

Dirección PLC	Nombre	Símbolo	Descripción
I3	Final de carrera 1	FC1	Presencia de bandejas para el primer dosificado
I4	Final de carrera 2	FC2	Presencia de bandejas para el primer tacado
I5	Final de carrera 3	FC3	Presencia de bandejas para el segundo dosificado
I6	Final de carrera 4	FC4	Presencia de bandejas para el segundo tacado
I9	Sensor magnético 1	SM1	Detecta si el cilindro de tacado 1 está en su posición inicial
I10	Sensor magnético 2	SM2	Detecta si el cilindro de tacado 2 está en su posición inicial
AI3	Sensor de nivel 1	SN1	Nivel de turba tolva 1
AI4	Sensor de nivel 2	SN2	Nivel de turba tolva 2
Q4	Dosificado 1	Dfo1	Activación electroválvula para el primer dosificado
Q5	Tacado 1	Tcd1	Activación electroválvula para el primer tacado
Q7	Dosificado 2	Dfo2	Activación electroválvula para el segundo dosificado
Q6	Tacado 2	Tcd2	Activación electroválvula para el segundo tacado
Q1	Banda transportadora	BT	Activación de banda transportadora
Q3	Alarma	Alarma	Emite una señal luminosa en el tablero de posible atasco de los cilindros neumáticos de tacado.

TABLA 3.9 Tabla de variables

Fuente: Autor

3.2.5 ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA

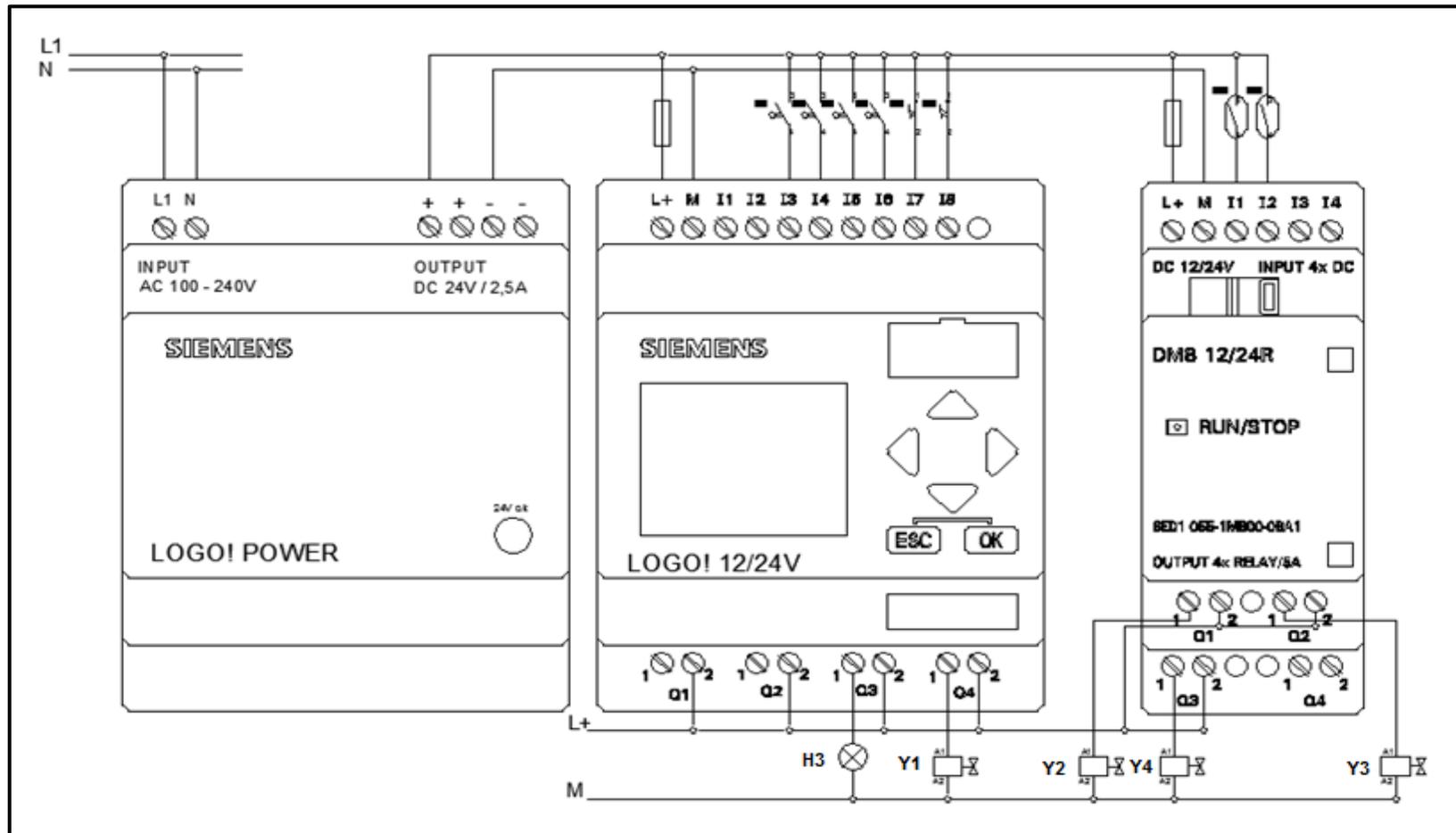


FIGURA 3.15 Esquema de conexión eléctrica

Fuente: Autor

3.2.6 ESQUEMA DE CONEXIÓN NEUMÁTICA

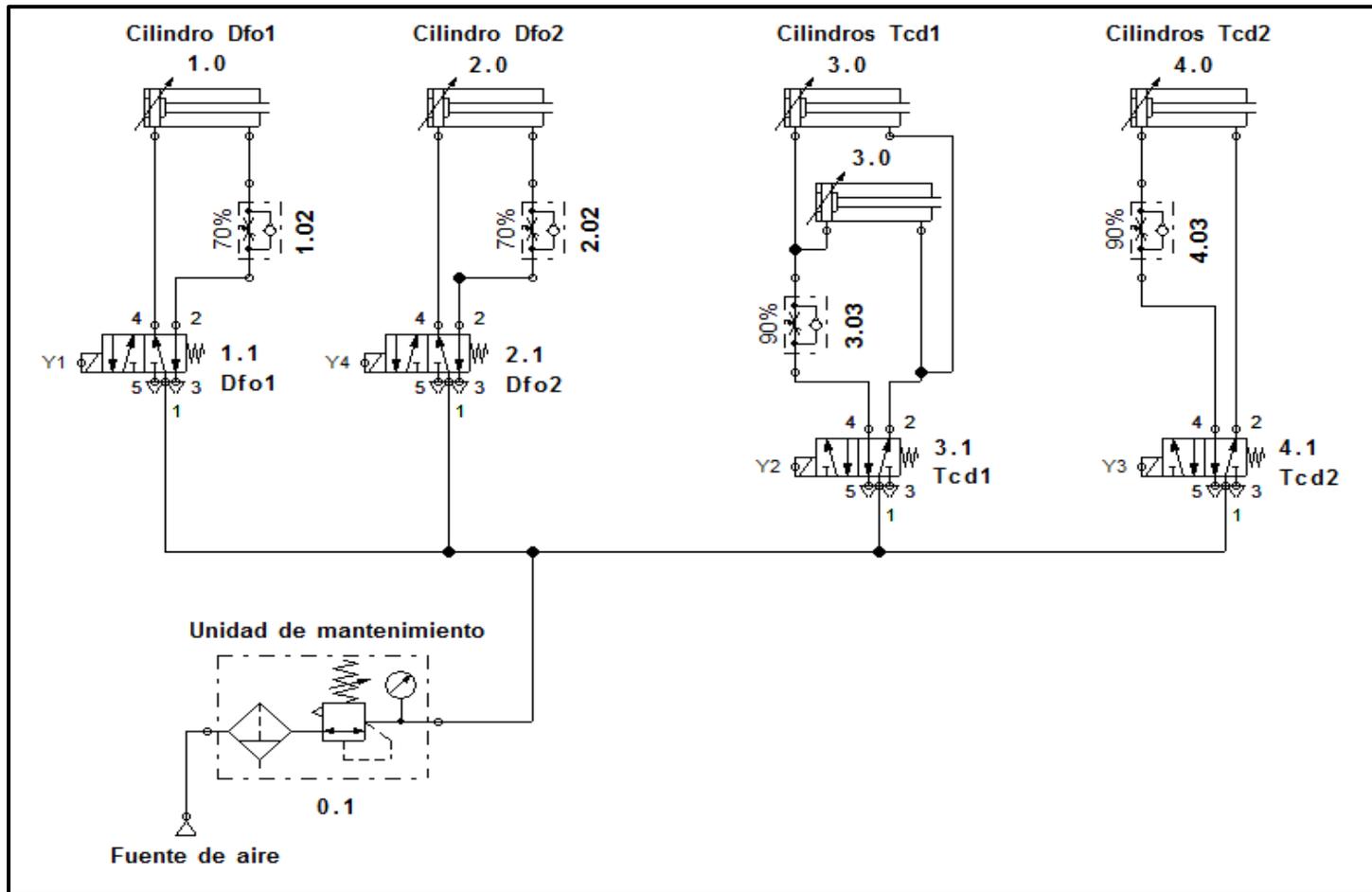


FIGURA 3.16 Esquema de conexión neumática

Fuente: Autor

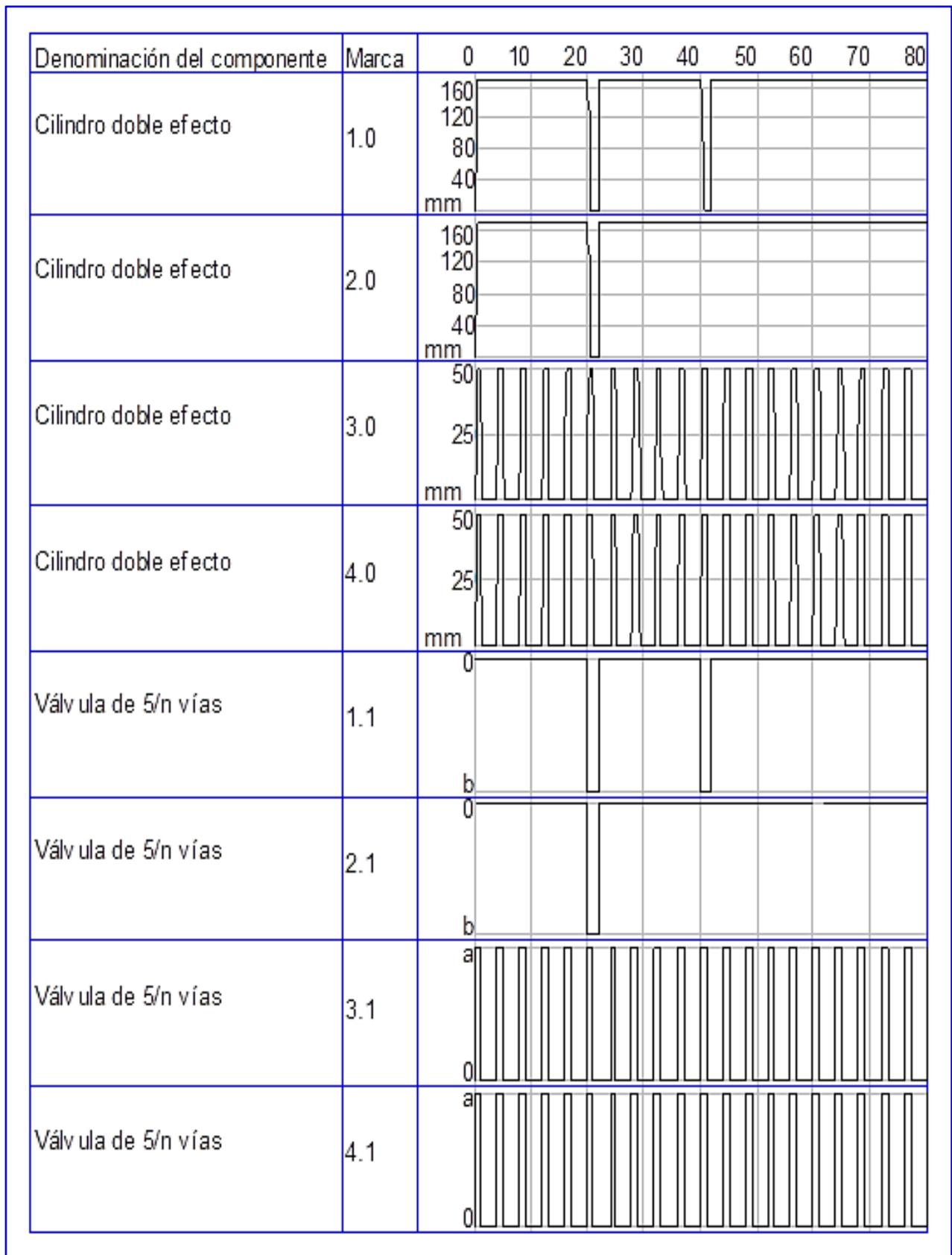


FIGURA 3.17 Diagrama de funcionamiento total para la máquina dosificadora de turba

Fuente: Autor

3.2.7 PROGRAMA DEL PLC

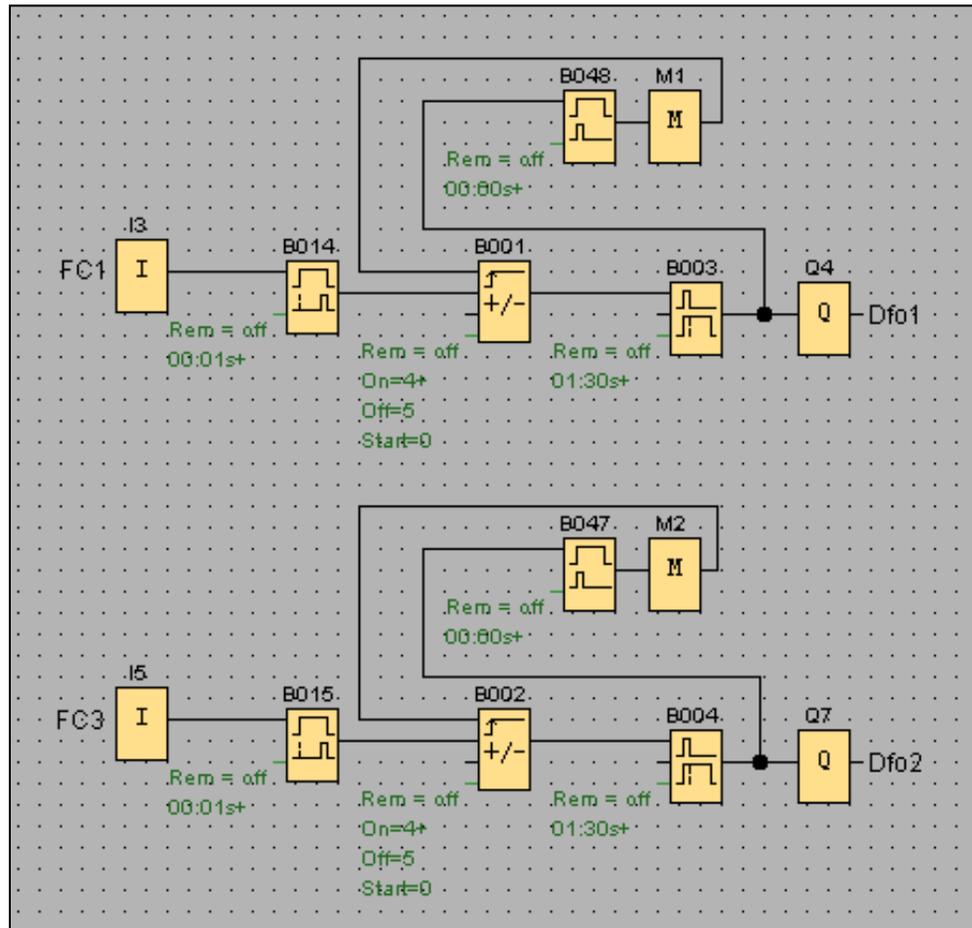


FIGURA 3.18 Programa para la dosificación de la turba

Fuente: Autor

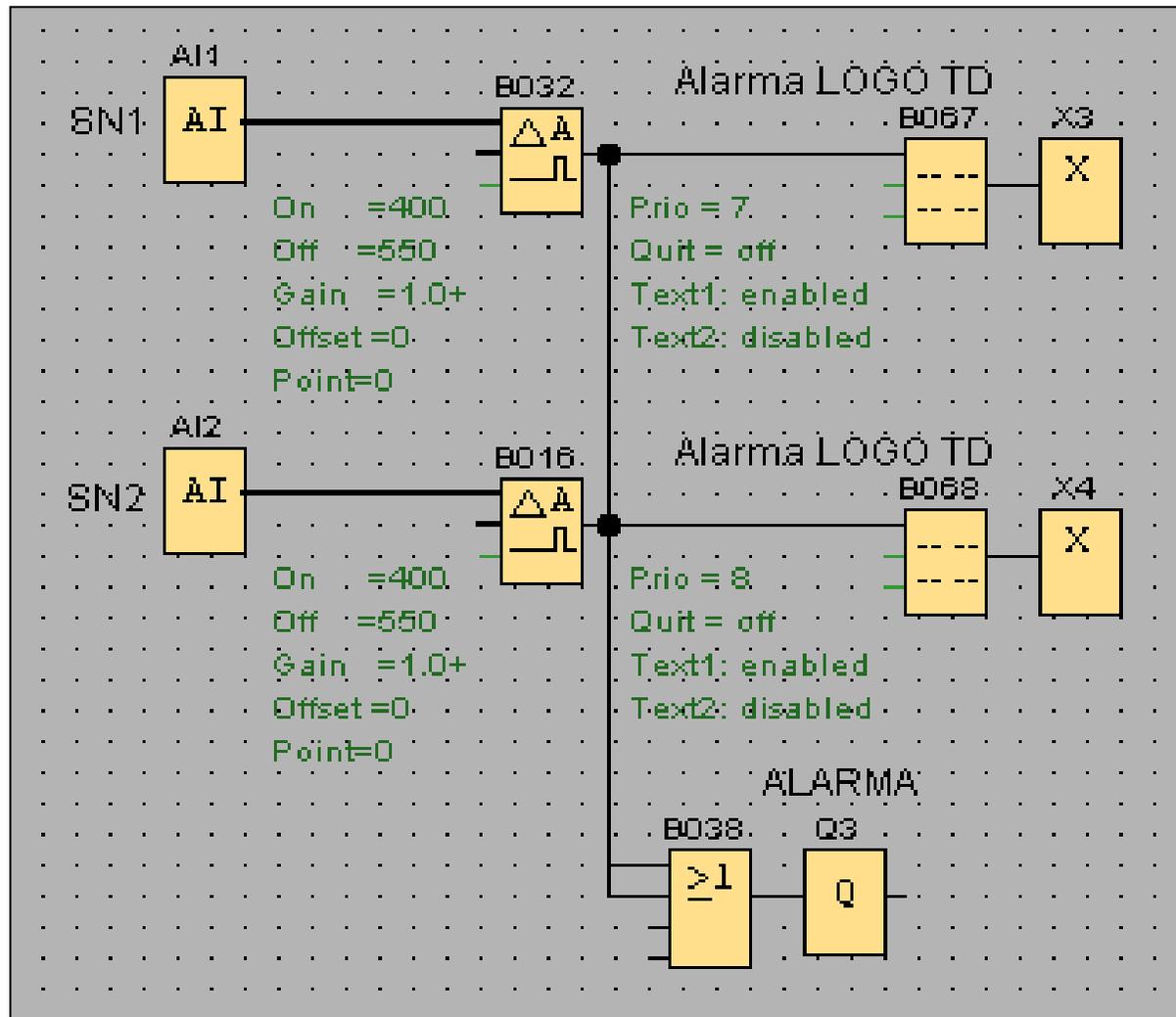


FIGURA 3.19 Programa para determinar el nivel de turba en las tolvas

Fuente: Autor

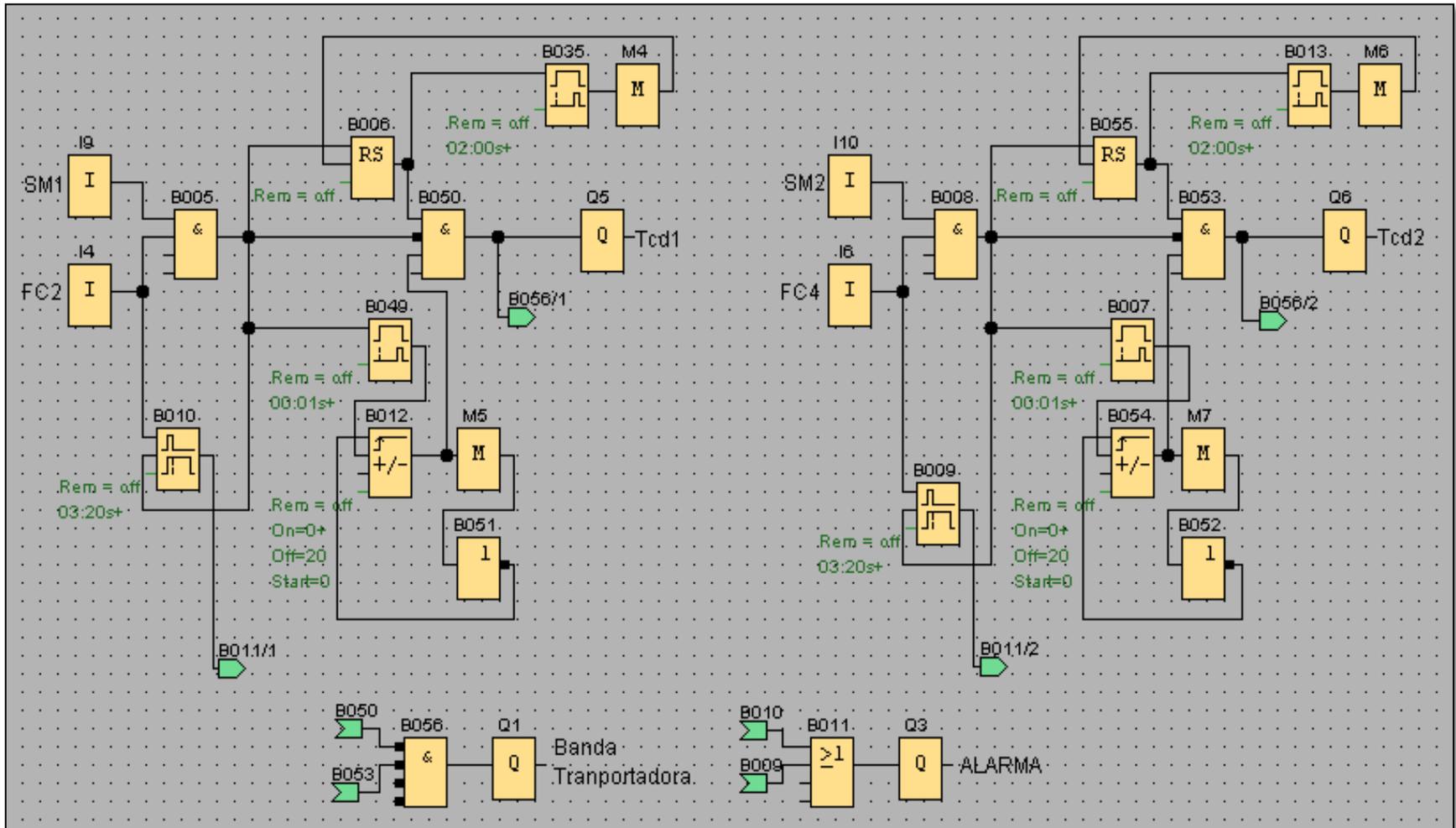


FIGURA 3.20 Programa para el tacado de la turba en las bandejas

Fuente: Autor

3.2.8 CONFIGURACIÓN DEL SERVOMOTOR

Menú	Función del driver
F000	Establecer instrucciones del controlador
F001	Establecer visualización en tiempo real de los datos
F002	Ajustar los parámetros del bucle de control
F003	Ajuste de los parámetros del modo de operación y de entrada y salida
F004	Establecer los parámetros del motor
F005	Establecer los parámetros del driver
F006	Operación de prueba
F007	Comprobar el historial de registro de errores

TABLA 3.10 Diagrama de funciones para el control del servomotor

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

Para programar el servomotor se establecieron los siguientes parámetros de funcionamiento y activación del servomotor.

A continuación se detallan paso a paso la configuración de los parámetros requeridos para activar el servomotor mediante un pulso que lo active y desactive:

Paso 1. Definición de los puertos de entrada digital de señales:

Puertos	Parámetros de configuración
DIN1	Establece el driver como habilitador
DIN2	Establece como modo de operación del controlador
DIN5	Activa las señales de límite de posición positiva
DIN6	Establece el control interno de velocidad
DIN7	

TABLA 3.11 Establecimiento de los puertos de entrada digitales

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

Paso 2. Requerimientos para establecer un control interno de velocidad:

Tabla de verdad		Velocidad [rpm]
DIN6	DIN7	
0	0	30
1	0	50
0	1	60
1	1	70

TABLA 3.12 Tabla de verdad del control interno de velocidad

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

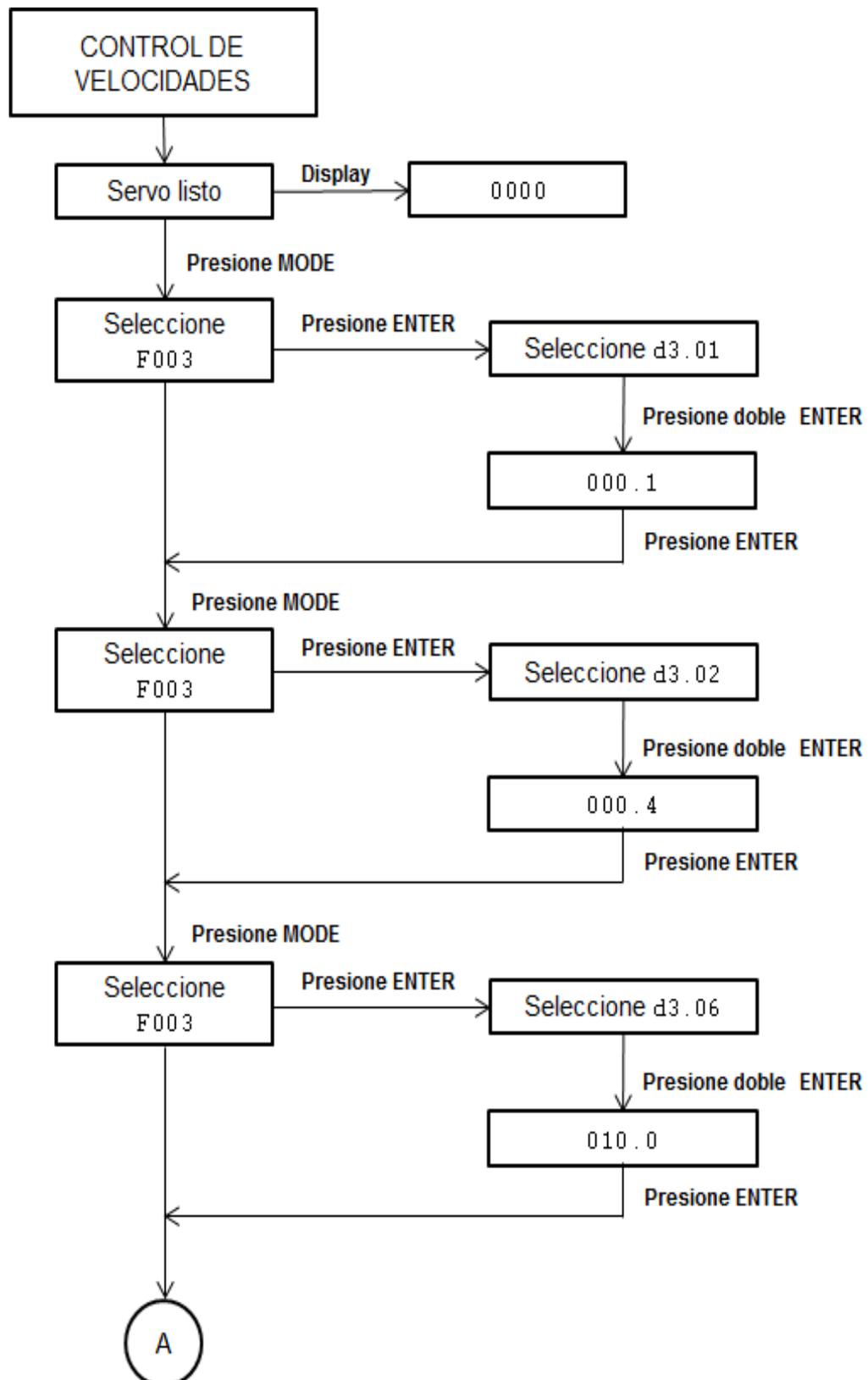
Paso 3. Parámetros de ajuste para el control interno de velocidades:

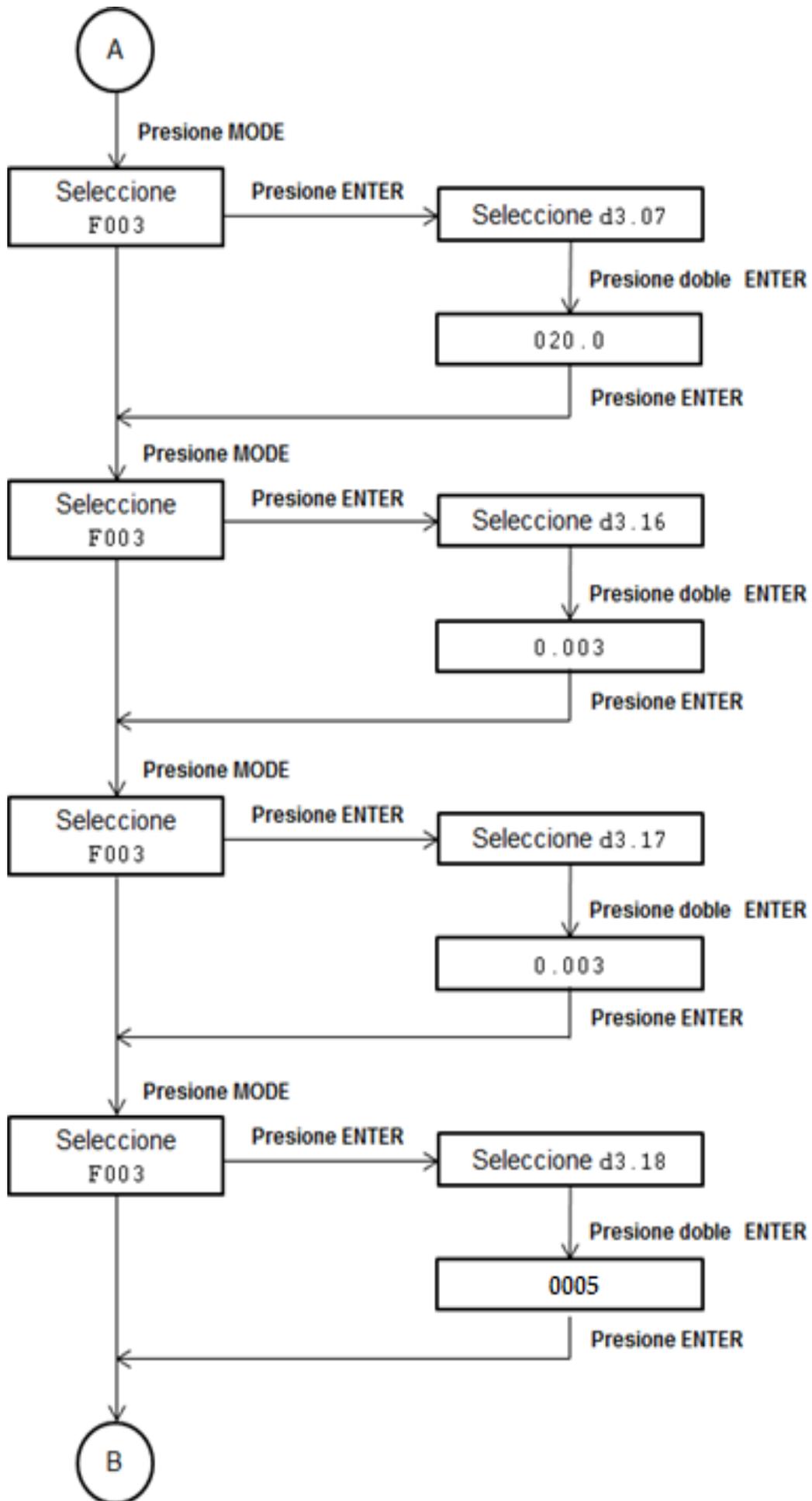
Display	Nombre de la variable	Valor de ajuste	Descripción
d3.01	Din1_Function	000.1	Habilitar el driver
d3.02	Din2_Function	000.4	Controlar los modos de operación de los controladores
d3.06	Din6_Function	010.0	Control de velocidad interna 0
d3.07	Din7_Function	020.0	Control de velocidad interna 1
d3.16	Din_Mode0	0.003	Modo de velocidad con aceleración y desaceleración
d3.17	Din_Mode1	0.003	Modo de velocidad instantánea
d3.18	Din_Speed0_RPM	0005	Activar el servomotor a 5 [rpm]
d3.19	Din_Speed1_RPM	0010	Activar el servomotor a 10 [rpm]
d3.20	Din_Speed2_RPM	0030	Activar el servomotor a 30 [rpm]
d3.21	Din_speed3_RPM	0050	Activar el servomotor a 50 [rpm]
d3.00	Store_Loop_Data	0001	Almacena todos los parámetros de control, excepto los parámetros del motor

TABLA 3.13 Parámetros de control interno del servo-driver

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

A continuación se detalla paso a paso la programación del driver del servomotor mediante la interpretación de un flujo grama del proceso realizado que se muestra en las siguientes figuras:





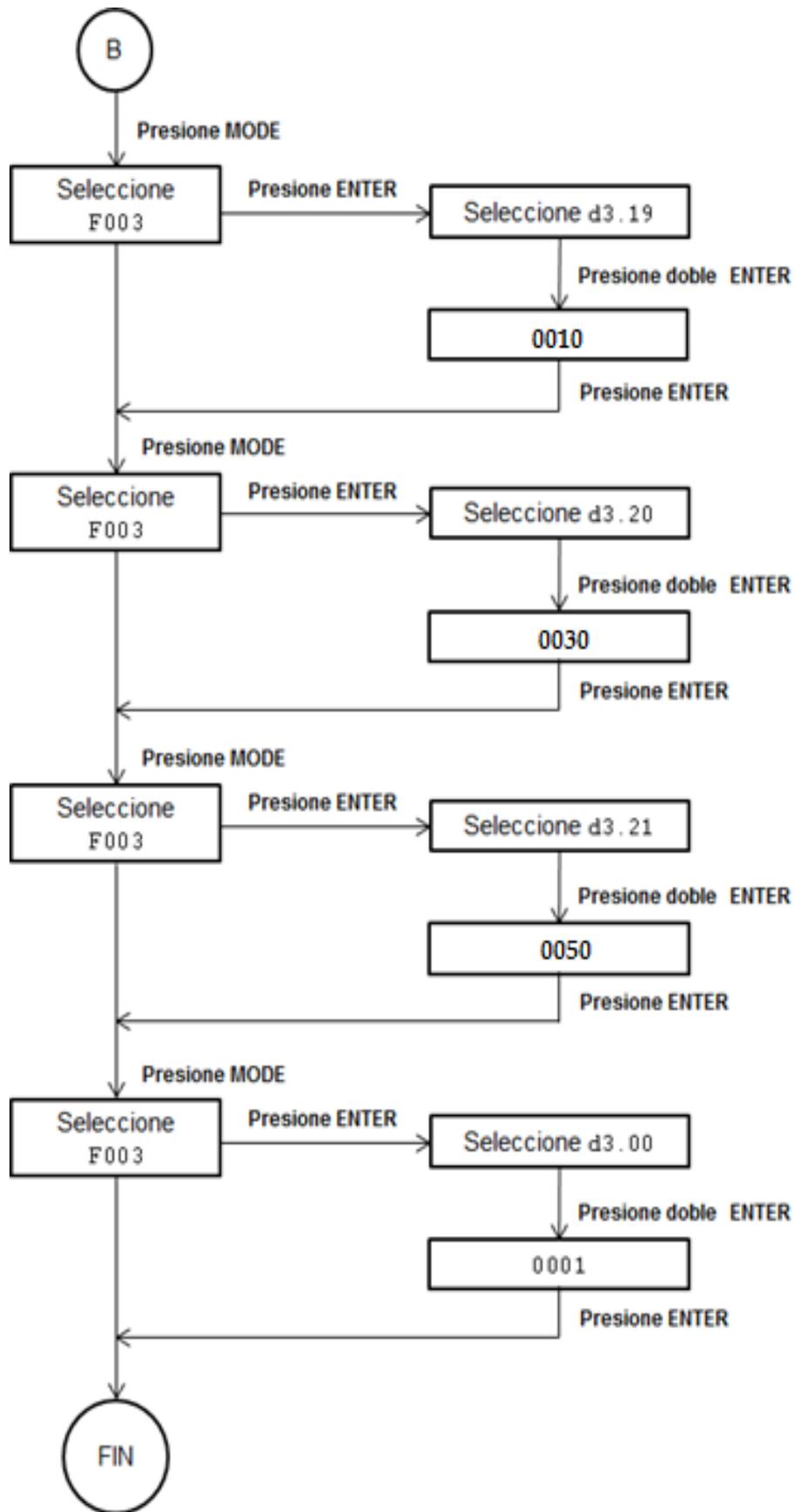


FIGURA 3.21 Flujograma de la configuración de los parámetros del servo-driver

Fuente: (Acosta Jaramillo, 2014)

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se realizan las pruebas respectivas referentes al funcionamiento de la máquina, es decir, comprobar si cada uno de los elementos que componen la máquina cumple correctamente sus funciones.

De acuerdo a las correcciones que se deban a hacer en el sistema o en la máquina se verificará paso a paso el procedimiento que realiza la máquina.

4.1 PRUEBAS VISUALES

La puesta en marcha de la máquina se la realiza para verificar si en los procesos de construcción de los elementos de la máquina existen fallas ya sea de soldadura, pintura o pulido.

Como resultado se tiene que no se presentaron fallas en la máquina que no se puedan corregir, al contrario los detalles a corregir fueron solo de pulido en algunos agujeros.

4.2 PRUEBAS DE DOSIFICADO

En las pruebas del dosificado se tomaron en cuenta varios parámetros o características principales de funcionamiento, estas características principales son las siguientes:

- Funcionamiento del servomotor.
- Desplazamiento de la banda transportadora.
- Colocación de los sensores de aproximación o finales de carrera.
- Dosificación de la turba.
- Tacado de la turba.

4.2.1 FUNCIONAMIENTO DEL SERVOMOTOR

De acuerdo al funcionamiento que se la va a asignar al servomotor se realizaron las respectivas pruebas de funcionamiento de arranque y parada, de la misma manera variando la velocidad para determinar el movimiento que realiza el servomotor de acuerdo al trabajo que se le asigne.

A continuación se muestra la configuración de funcionamiento de prueba del servomotor:

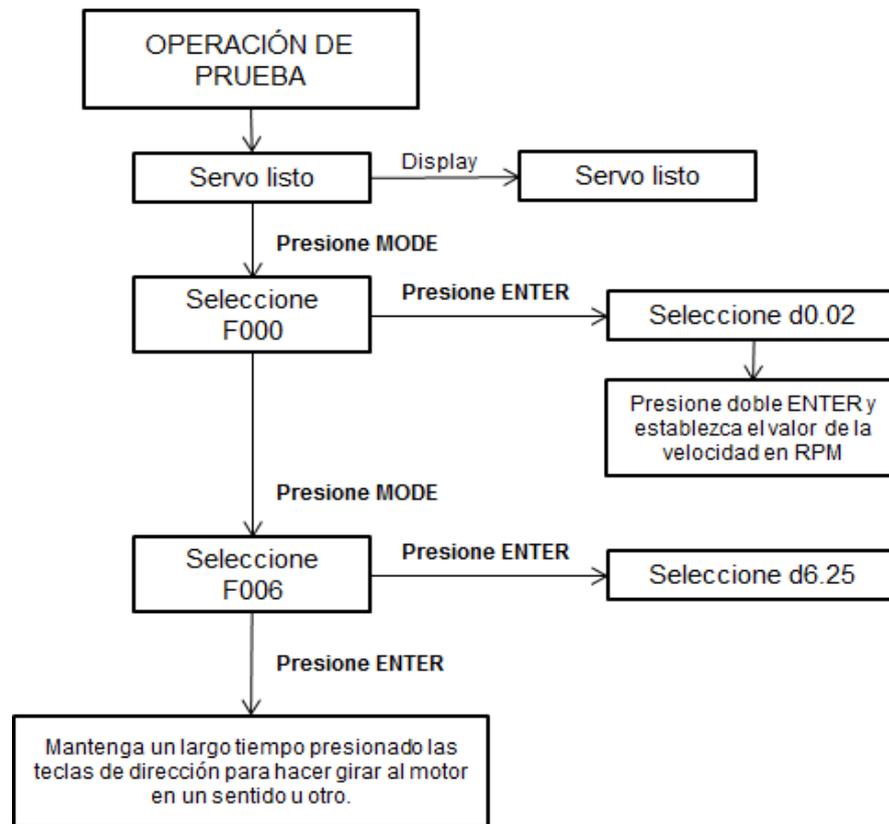


FIGURA 4.1 Flujograma para realizar la operación de prueba del servomotor

Fuente: (Kinko, 2013), (Acosta Jaramillo, 2014)

Como resultado del funcionamiento de prueba del servomotor se obtuvo que la velocidad adecuada para que el motor haga mover a la banda transportadora es de 5 [rpm] porque es la velocidad calculada en el capítulo 2 de acuerdo a la función que se le va a asignar.

4.2.2 DESPLAZAMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

En el desplazamiento de la banda transportadora es necesario cerciorarse de que la nivelación de la estructura sea la correcta debido a que en caso de descuadrarse los tambores que guían la banda esta tiende a resbalarse al filo del tambor generando así una fricción con la estructura y una sobrecarga para el motor.

4.2.3 COLOCACIÓN DE LOS SENSORES DE APROXIMACIÓN O FINALES DE CARRERA

La mejor colocación de los sensores de final de carrera es aproximadamente de 3 [cm] cerca de la banda transportadora para que las celdas de la bandeja topen los finales de carrera cada vez que pasa una fila de celdas para sea tacada, cada vez que pasan cuatro filas de celdas de la bandeja se dosifica una cantidad moderada de turba sobre las cuatro filas de la bandeja.

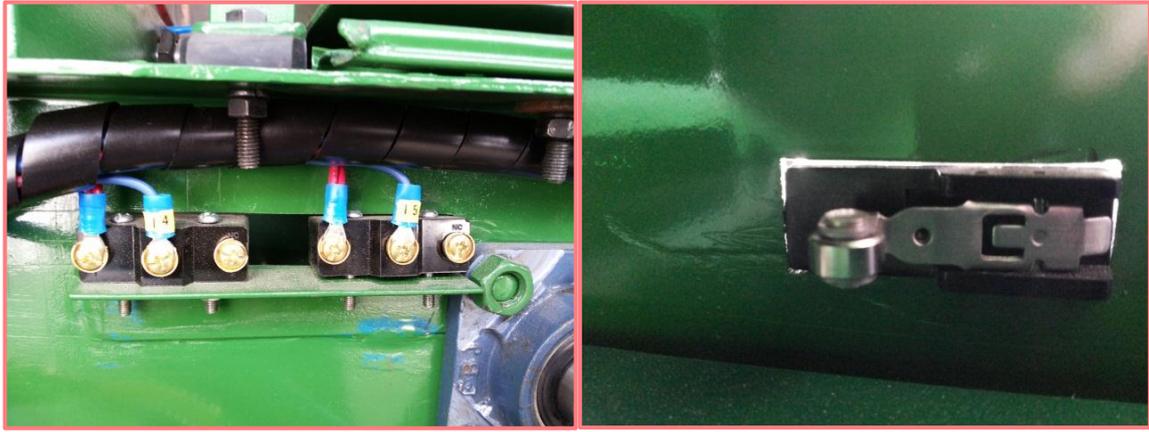


FIGURA 4.2 Colocación de los finales decarrera en la estructura de la máquina

Fuente: Autor

4.2.4 DOSIFICACIÓN DE LA TURBA

La dosificación automática de la turba da como resultado una gran cantidad de bandejas dosificadas en poco tiempo, peor no se completa al 100% de turba cada celda de la bandeja debido a que la turba cae por gravedad hacia las bandejas y la presión con la que cae hace que se llenen las celdas de turba.

En la siguiente imagen se puede apreciar una bandeja con el nivel de turba poco uniforme entre sus celdas:



FIGURA 4.3 Dosificado de la turba en las bandejas

Fuente: Autor

En las primeras de las pruebas de dosificación de la turba se obtuvo como resultado una bandeja con sectores de la misma con escasa presencia de turba, como se muestra en la siguiente figura:



FIGURA 4.4 Dosificado de la turba

Fuente: Autor

Para el dosificado de las bandejas se presentó la necesidad de colocar soportes de retención de turba para que esta no ingrese al riel de desplazamiento de la tapa de apertura de la tolva. A continuación se muestra el soporte de retención de la turba en la sección de dosificado:



FIGURA 4.5 Soportes de retención de turba

Fuente: Autor

4.2.5 TACADO DE LA TURBA

En el tacado de la turba en cada fila de las bandejas se obtuvo como resultado que la turba después de la primera dosificación se llena hasta la mitad de cada celda de la bandeja, esto se puede visualizar con la ayuda del mecanismo de tacado porque este empieza a una distancia prudente la turba dentro de la celda y así continúa el proceso para todas las filas de la bandeja.



FIGURA 4.6 Tacado de la turba en las bandejas

Fuente: Autor

4.2.6 MOVIMIENTO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Para la transmisión del movimiento desde el motor hacia el tambor motriz de la banda transportadora se utilizó un acople tipo matrimonio o también denominado tipo araña que posee dos secciones redondas de acero con tres dientes que se encajan bien entre ambas secciones, en el medio posee un acople de elástico en forma de estrella para evitar daños del acople.



FIGURA 4.7 Acople de transmisión de movimiento del motor de la banda transportadora

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se refiere a los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados en el anteproyecto de tesis.

5.1 CONCLUSIONES

- Se logró dosificar la turba en las bandejas en menos tiempo, aproximadamente 3[min] lo cual representa el 30% del tiempo que se demoraba en dosificar manualmente cada bandeja, que era de 10[min], por tal motivo se obtiene que la máquina dosificadora reduce a menos de la mitad el tiempo de dosificación de las bandejas.
- Se definieron los parámetros que intervienen en el proceso de producción de plántulas principalmente en la dosificación de la turba, estos parámetros son la velocidad de apertura y cierre de la tapa de la boca de las tolvas que se controlan mediante el PLC, la determinación de la velocidad de apertura y cierre de las tapas de las tolvas está dada por temporizadores de 0.8 segundos, tiempo que no puede ser más del asignado en el PLC porque al exceder ese tiempo la turba cae sin control y genera un exceso de turba sobre la banda y más peso para el servomotor.
- Como idea inicial para la dosificación de la turba se pensó en colocar vibradores a las tolvas para que la turba no se compacte y baje hacia las bandejas, pero dado que para la apertura y cierre de las tapas de las tolvas se colocaron cilindros neumáticos que al momento de cerrar la caída de turba, generan un pequeño golpe a la tolva, permiten que la turba que se encuentra compactada baje automáticamente hacia la boca; esta alternativa permitió descartar el uso de los vibradores generando una reducción en los gastos de la implementación del proyecto.
- En la realización de las pruebas de dosificado de la turba se presentó el inconveniente de que la banda transportadora se resbalaba hacia el lado derecho de los rodillos lo cual generaba una sobrecarga al servomotor porque genera una fricción contra la estructura metálica, fue necesario verificar si los tambores se encontraban bien centrados y al mismo nivel uno del otro, de tal forma que se colocó una alza de aproximadamente 1.5 [mm] de espesor a uno de los rodillos, con este procedimiento se comprobó que a varias velocidades la banda no se resbala.

- Por la presencia de turba en los extremos de la estructura metálica cerca de la sección de dosificado se colocaron recubrimientos de caucho a lado de cada riel, de esta manera se reduce el atascamiento al momento de dosificar la turba.
- Durante el funcionamiento de la banda transportadora se presenta un movimiento inesperado, debido a que la unión de los extremos de la banda transportadora se la realizó transversalmente y como dicha sección es más gruesa que el resto de la banda al momento de pasar la unión por los rodillos, la banda da un movimiento brusco y acelera su velocidad por un instante, por tal motivo dentro del proceso de dosificación la banda va deteniéndose fila por fila al momento de tacar la turba para que el movimiento brusco que se genera no afecte a los tacadores y se traben; pero para poder detener al servomotor cada vez que avanza una fila se utilizó un trinquete que asegura que el motor no se regrese por la inercia de la banda y así se pueda tacar la turba en las bandejas fila por fila.
- Para la colocación de los racores en las electroválvulas se necesitó agrandar la rosca con un machuelo tipo NPN para que los racores calzaran adecuadamente y no generen pérdida de aire o daños en la rosca de los elementos.
- La bandeja debe avanzar fila por fila para tacar la turba y hacer los agujeros para depositar las semillas, por lo que fue necesario colocar los finales de carrera en un distancia aproximada de aproximadamente 2,5 [cm], para que cada una de las celdas tope el sensor y emita una señal de presencia de la bandeja.
- Las cantidad de turba que almacenan las tolvas de la máquina permite la dosificación de alrededor de 10 bandejas, cabe mencionar que el nivel de turba para la dosificación de dichas bandejas se encuentra señalado como nivel máximo de llenado de las tolvas.
- La máquina dosificadora es parte de un proceso de producción de plántulas de tomate y pimiento; el proceso de producción está conformado por la dosificadora y también una sembradora, ambas máquinas se encuentran colocadas sobre la misma estructura metálica y comparten el uso de la banda transportadora al igual que el controlador programable.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Antes de poner en funcionamiento cualquier máquina es necesario percatarse de revisar que los componentes mecánicos se encuentran nivelados y correctamente ajustados caso contrario se presentarán problemas posteriores de ruido o de movimiento de los mismos.
- ✓ Para determinar fácilmente la función que cumplen cada uno de los elementos de control de una máquina es esencial identificarlos con símbolos que permitan dar a conocer su ubicación dentro del tablero de control así como en el resto de la máquina.
- ✓ Se debe construir los elementos de una máquina con un cierto grado de seguridad o un valor extra a las dimensiones calculadas para que no se presenten fallas por mal dimensionamiento o por rozamiento de los elementos al momento de ensamblar completamente la máquina.
- ✓ La limpieza de la máquina debe ser diariamente con la ayuda de la manguera de mantenimiento después de cada uso para evitar que los residuos de turba se compacten y generen que en las rieles de la dosificación no exista el desplazamiento adecuado de las tapas y de igual manera los residuos de la turba desplacen la banda transportadora hacia cualquier lado y ésta no se centre correctamente.
- ✓ Revisar los rodamientos de los tambores o rodillos de la banda transportadora de que se encuentren en correcto funcionamiento y muy bien apretados a los ejes de cada uno de los rodillos.
- ✓ Seguir paso a paso el manual de mantenimiento de la máquina para evitar daños de la misma y corregir algún posible problema que se presente durante el funcionamiento de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Jaramillo, C. A. (Diciembre de 2014). *Diseño y construcción de una máquina automática sembradora de semillas de tomate y pimiento en bandejas de 50x28.2 cm en el proceso de producción de plántulas*. (Tesis de Ingeniería en Mecatrónica). Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Agronegocios Ecuador. (26 de Octubre de 2009). agronegocioecuador.ning.com. Obtenido de http://api.ning.com/files/rRU9ez6V*MuKl0m-S6kK0KAePviYVakSpNXDrh2HyP0-ErVeLJuQYwyQfh8nhLZMYiVvMAd85EkTaZ3BTgXM2kpCxcgQKsZYt/FichadePimiento.pdf

Argus Pacific. (s.f.). turbodigger. Recuperado el 28 de Marzo de 2014, de http://www.turbodigger.com.au/epages/shop.sf/en_AU/?ObjectPath=/Shops/turbodigger/Products/DA-ROS-RC7

Bandas & Bandas. (24 de Mayo de 2013). Bandas & Bandas. Recuperado el 2014, de <http://bandasybandatransportadoras.blogspot.com/2013/05/bandas-industriales-bandas.html>

Bandas industriales. (2014). Bandas Industriales. Recuperado el 2014, de <http://www.bandasindustriales.com/PVC.html>

Burés Profesional, S. (20 de Agosto de 2009). burespro. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de www.burespro.com/2008/uploads/doc/prod/TURBAS_Y_SUSTRATOS__IMPORTACION_96.pdf

Caguana, M. (2003). El cultivo de tomate riñon en invernadero: (*lycopersicon esculentum*). INIAP.

Camsco. (2014). Camsco Electric. Recuperado el 2014, de <http://www.camsco.com.tw/spa/fuse-link-base/P39.html>

Consortio eléctrico industrial S.A.C. (2014). Empresa comercializadora de productos de ingeniería. Recuperado el 2014, de http://www.consortio-electrico.com/pag_camsco/indice_pul.html

Consortio Electrico Industrial S.A.C. (s.f.). Empresa comercializadora de productos de ingeniería. Recuperado el 2014, de http://www.consortio-electrico.com/pag_camsco/indice_z-15.html

Corporación Litec SAC. (08 de Junio de 2013). Litecperu. Recuperado el 23 de Marzo de 2014, de <http://www.litecperu.com/wp-content/uploads/2012/06/Bandejas-de-Germinacion.pdf>

Cultivos hortícolas en invernadero, p. (s.f.). Infoagro. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm

Esbelt. (2008 - 2009). Direct Industry. Recuperado el 2014, de <http://pdf.directindustry.es/pdf/esbelt/bandas-transportadoras/11685-76056.html>

fao. (s.f.). Recuperado el 23 de Marzo de 2014, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s03.pdf>

Gómez, D., & Matute, M. (2011). PYMERURAL. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <http://www.sitrural.cl/wp-content/plugins/downloads-manager/upload/plantulas.pdf>

Hamlin. (2008). Obtenido de <http://www.hamlin.com/specSheets/AN104.pdf>

Infoagro. (2003). Infoagro.com. Recuperado el 10 de Abril de 2014, de http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm

Infoagro. (15 de Junio de 2010). Recuperado el 2014, de <http://www.infoagro.com/galeria/foto.asp?id=449>

Infoagro, C. h. (2003). Infoagro. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.asp - 146k

Kinko. (2013). Kinko. Recuperado el 2014, de <http://www.kinco.cn/html/en/products/Servo&Stepper/Servosystem/Servodriver/CDseries/201104/28872.html>

Kinko. (2013). Kinko. Recuperado el 2014, de <http://www.kinco.cn/html/en/products/Servo&Stepper/Servosystem/Servomotor/201104/28874.html>

Macchine OrtoFloro Vivaismo Green, M. (1968). mosagreen. Recuperado el 2014, de <http://www.mosagreen.it/es/prodotti/188/Productos/Sembradoras>

MCA/Nicaragua. (s.f.). cenida. Recuperado el 22 de Marzo de 2014, de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01C965mp.pdf>

Mena, I. M. (13 de Noviembre de 2013). Scribd. Recuperado el Abril de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/182374300/El-cultivo-del-Pimiento-y-el-clima-en-el-Ecuador-13-11-2013-pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (26 de Octubre de 2007). fao.org. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s03.pdf>

Pacific, A. (s.f.). turbodigger. Recuperado el 28 de Marzo de 2014, de http://www.turbodigger.com.au/epages/shop.sf/en_AU/?ObjectPath=/Shops/turbodigger/Products/DA-ROS-LR602

Phytoma. (Julio de 2013). Recuperado el Abril de 2014, de <http://www.phytoma.com/avisos.php?referer=avisos&FiltroAnyo=&FiltroMes=&FiltroCultivo=&FiltroPalabras=tomate>

Rodriguez, A. (2007). Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11977/3/TESIS%20FINAL%20ANDRES.pdf

Rodríguez, R. A., & Miño, T. F. (2008). Repositorio Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/174/1/TESIS.pdf

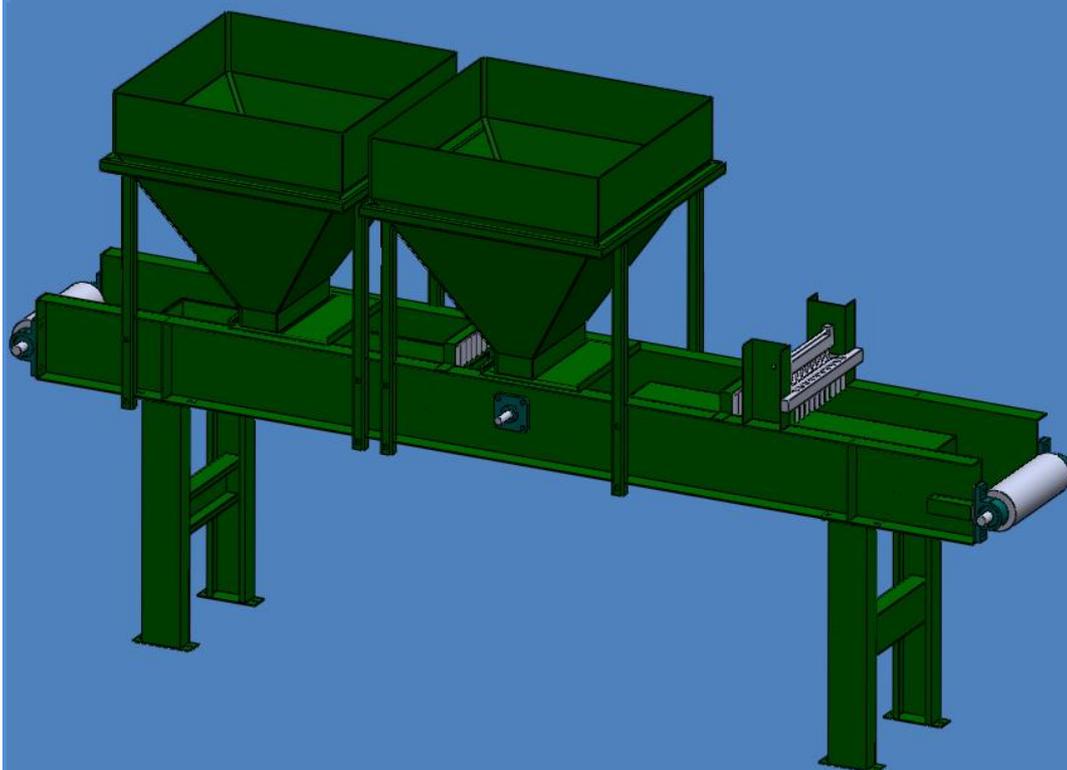
Schneider Electric. (Septiembre de 2014). Schneider electric. Recuperado el 2014, de http://www.schneider-electric.com.co/documents/local/ListadePrecios/Lista_de_Precios_2014_Schneider_Electric_Construccion.pdf#page=1

- Siemens. (10 de Septiembre de 2014). Automation24. Recuperado el 2014, de <http://media.automation24.com/datasheet/es/100916.pdf>
- Siemens. (10 de Septiembre de 2014). Automation24. Recuperado el 2014, de <http://media.automation24.com/datasheet/es/100932.pdf>
- Siemens. (s.f.). Siemens. Obtenido de http://www.automation.siemens.com/bilddb/index.aspx?gridview=view2&objkey=G_ST70_XX_96846&showdetail=true&view=Search
- SNS. (2008). SNS Pneumatic. Recuperado el 2014, de http://www.sns.com/eng/products_read.asp?id=104&sid=29&bid=3
- SNS. (2008). SNS Pneumatic. Recuperado el 2014, de http://www.sns.com/eng/products_read.asp?id=15&sid=2&bid=1
- SNS. (2008). SNS Pneumatic. Recuperado el 2014, de http://www.sns.com/eng/products_read.asp?id=41&sid=11&bid=2
- SNS, P. (2008). SNS Pneumatic. Recuperado el Julio de 2014, de http://www.sns.com/eng/products_read.asp?id=99&sid=27&bid=3
- Terrafertil. (15 de Febrero de 2008). Terrafertil. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <http://www.terrafertil.com/pdf/turba.pdf>
- Tomate, L. S. (s.f.). galeon.com. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <http://secretostomate.galeon.com/cultivo.htm>
- Universidad Nacional de Ingeniería, S. R. (14 de Noviembre de 2009). Slideshare. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de www.slideshare.net/luisdi/produccion-de-plntulas-de-hortalizas
- Vásquez, C., Orozco, A., & Rojas, M. (1997). Biblioteca Digital del Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_7.htm
- Vidal. (14 de Octubre de 2011). bibliotecadeamag.wikispaces.com. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/HORTICULTURA++V.+Velazquez+L..pdf
- Villegas, C. (2011). Universidad Técnica de Machala. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de repositorio.utmachala.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/880/1/T-UTMACH-FCE-ADM-127.pdf
- Zuñiga, C. (2001). Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/10968/1/18433_1.pdf.

ANEXO A

Manual de usuario y mantenimiento de la
máquina

MÁQUINA AUTOMÁTICA SEMBRADORA DE PLÁNTULAS DE TOMATE Y PIMIENTO



MANUAL DE USUARIO



La máquina sembradora es una oportunidad para realizar una producción agrícola más eficiente debido a que está compuesta por dos sistemas automáticos; sistema de dosificación de turba en las bandejas y el sistema de sembrado. Además, esta máquina le servirá al usuario a optimizar el recurso de personal y tiempo en la siembra de plántulas de tomate y pimiento.

Contenido

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD	2
COMPONENTES DE LA MÁQUINA	3
INDICADORES DEL TABLERO DE CONTROL	4
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA	5
INSTALACIÓN Y ALINEACIÓN	6
PUESTA EN MARCHA.....	9
PARADA	11
MANTENIMIENTO	12



ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD

- ✓ Antes de usar esta máquina, compruebe que el voltaje de la red eléctrica sea de 220 VAC con neutro, es decir, de 3 hilos.
- ✓ La máquina debe ser ubicada en una zona nivelada de piso de concreto.
- ✓ Esta máquina ha sido fabricada exclusivamente para la siembra de semillas de tomate y pimiento, por lo que utilizarlo para otro uso se considera indebido y por consiguiente peligroso.
- ✓ El fabricante no puede considerarse responsable de los daños derivados de un uso indebido, incorrecto o irracional.
- ✓ Bajo ningún concepto debe abrir el tablero de control de ésta máquina mientras no se tenga un conocimiento adecuado de su funcionamiento y sus partes.
- ✓ En caso de avería o de funcionamiento incorrecto de la máquina, apáguela y desenchúfela de la corriente eléctrica.
- ✓ La máquina está diseñada únicamente para utilizar turba seca no húmeda.
- ✓ No tener imanes u objetos imanados cerca de los sensores magnéticos, ya que puede alterar el funcionamiento de la máquina.
- ✓ Mientras esté funcionando la máquina no colocar la mano donde está actuando los cilindros neumáticos.
- ✓ Cumplir con las señalizaciones de advertencia y peligro ubicadas en la máquina como prevención de posibles fallas por parte del usuario.

INTRODUCCIÓN

La máquina sembradora permite la dosificación de bandejas y la siembra de semillas de tomate y pimiento de manera automática y todo el proceso es controlado mediante un tablero de control que procesa las señales de los sensores y actuadores que posee la máquina para detectar la presencia de las bandejas y activar los mecanismos de dosificación y tacado.

En este manual se muestra información acerca de los componentes de la máquina, su uso y la forma de lograr que funcione correctamente y de corregir los posibles problemas que se presenten antes, durante y después de su uso.

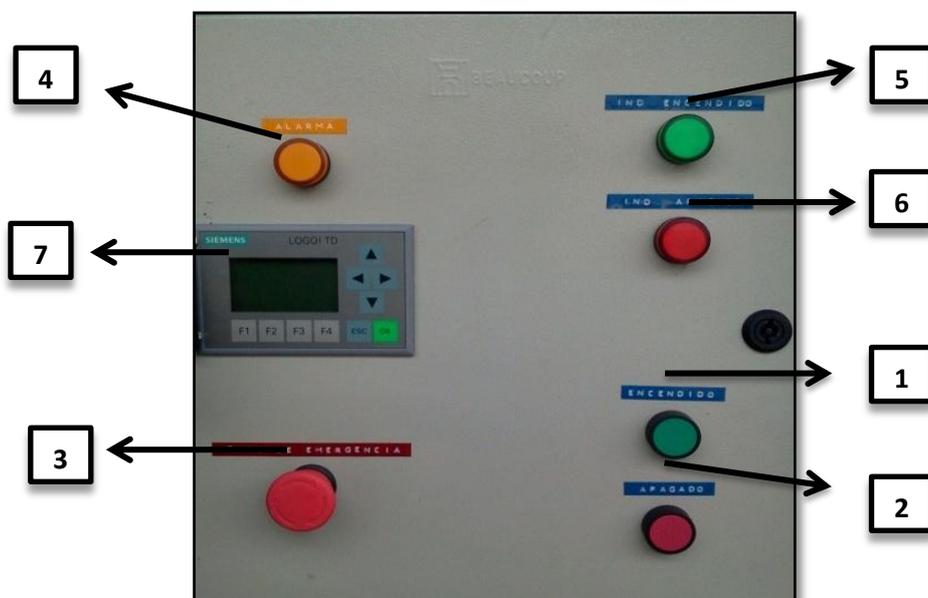
COMPONENTES DE LA MÁQUINA



Detalle de los componentes:

Número	Nombre	Descripción
1	Tolva 1	Recipiente donde se almacenará la turba a ser dosificado.
2	Panel de Control	Controla y visualiza el proceso que efectúa la máquina.
3	Banda transportadora	Sirve como soporte para las tolvas y la sembradora, además transporta a las bandejas.
4	Tacadora 1	Compacta la turba.
5	Tacadora 2	Compacta la turba y hace el hueco para la semilla.
6	Tolva 2	Recipiente donde se almacenará la turba a ser dosificado.
7	Sembradora	Siembra a la bandeja ya dosificada.

INDICADORES DEL TABLERO DE CONTROL



Descripción de los indicadores:

Número	Nombre	Descripción
1	Pulsador Encendido	Inicia el proceso de la máquina.
2	Pulsador Apagado	Detiene y apaga el proceso de la máquina en caso de emergencia o mantenimiento.
3	Paro de emergencia	Para el proceso de la máquina en un apuro si algo no anda bien.
4	Indicador de Alarma	Indica las alertas que puede acontecer en el trayecto del proceso de la máquina
5	Indicador Encendido	Indica que la máquina se encuentra funcionando
6	Indicador Apagado	Indica que la máquina se encuentra apagada o detenida.
7	HMI	Indica las alarmas y número de bandejas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA

Parámetros	Típico
Dimensiones [m]	2.44 × 1.41
Voltaje de entrada [V]	220
Capacidad de Tolva 1 [L]	100
Capacidad de Tolva 2 [L]	100
Capacidad de la bandeja de semillas [g]	1.5
Presión de alimentación de aire [bar]	6 – 10



NOTA: Verifique que los parámetros mencionados no excedan el valor indicado

INSTALACIÓN Y ALINEACIÓN

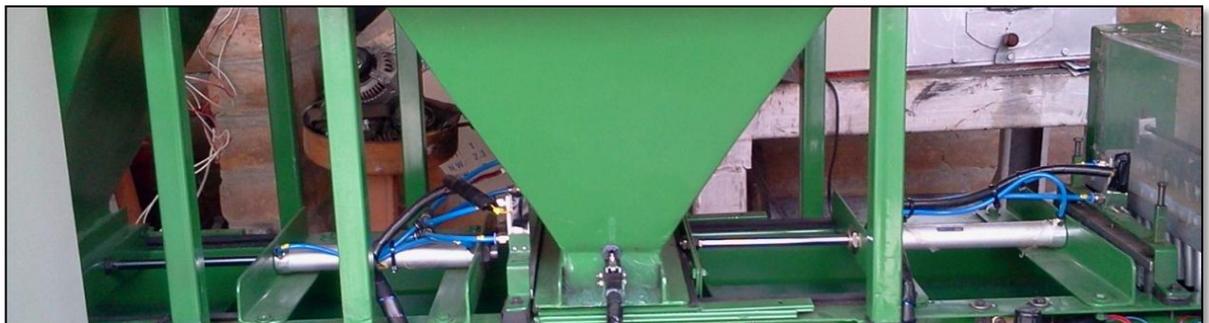
1. Fijar la estructura de la banda transportadora de la máquina en una superficie plana de preferencia de concreto.
2. Colocar las estructuras de soporte de las tolvas y de los cilindros neumáticos, así como la estructura de soporte de la sembradora a la estructura de la banda transportadora.
3. Colocar el tablero de control a la estructura de soporte de la primera tolva, caso contrario sería dificultoso apretar los pernos que sujetan el tablero.



4. Colocar las tolvas sobre las estructuras de soporte y apretar los pernos de cada lado.



5. Colocar los cilindros neumáticos a los soportes y las tapas de apertura de las tolvas.



6. Ajustar correctamente todos los pernos de todos los elementos que constituyen la máquina.
7. Alinear la banda transportadora y tensar para que no se desplace hacia los lados conforme ésta gira.



8. Verificar que las conexiones tanto eléctricas como neumáticas no estén sueltas o desgastadas.
9. Conectar la máquina a la línea de alimentación 220 VAC con su respectivo neutro.



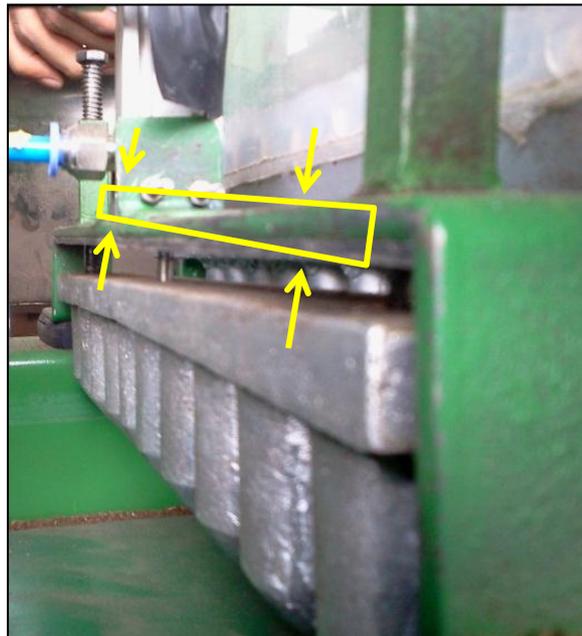
10. Conectar la máquina a la línea de alimentación de aire.



11. Verificar que la presión de aire en la unidad de mantenimiento de la dosificación este entre (3-6 bares) y en la sembradora este entre (6-8 bares).

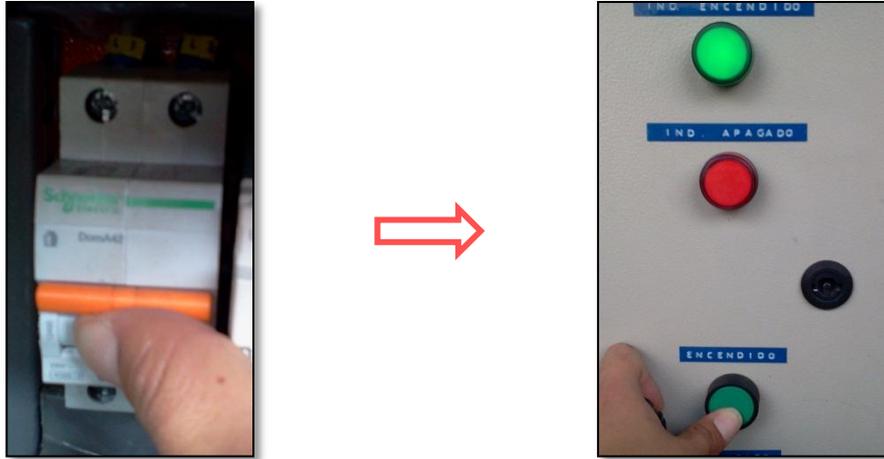


12. Observar si los tacadores no se encuentran atascados y no se han colocado en su posición inicial (arriba) correctamente.



PUESTA EN MARCHA

1. Para iniciar, subir el breaker del tablero del control, para energizar la máquina y luego presionar el pulsador de inicio (encendido) para poner en funcionamiento la máquina.



Nota: El motor no comenzará a girar al instante sino después de unos 2 segundos, aproximadamente el tiempo que se demora el PLC en ponerse en marcha. ⌚

2. En caso de que el motor no avance después del tiempo de carga del PLC revisar el display del servo-driver en caso de que aparezca una alarma de exceso de carga para el servomotor o una alarma que indica que el motor está desconectado.

La figura indica que existe una sobrecarga para el servomotor, la cual debe ser verificada inmediatamente. Para solucionar este problema revise la sección de **Problemas y Soluciones**.



La figura indica que el servomotor se encuentra desconectado, así que el resto del programa funcionará de acuerdo a lo programado, pero el motor y la banda no avanzarán hasta que todo se apague y se conecte el servomotor correctamente.



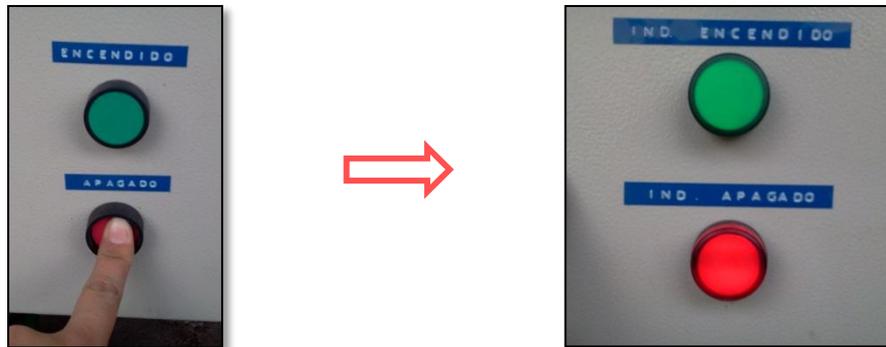
Nota: La sobrecarga puede ser debido a la presencia de elementos extraños en la banda transportadora que están atorados en el trayecto y no permiten que la banda transportadora se desplace; también puede tratarse de que la banda transportadora se encuentra floja y se ha desnivelado por tal motivo está rozando con la estructura metálica, lo cual genera exceso de carga para el funcionamiento normal del servomotor.

3. Si en la fase de tacado de la turba el elemento tacador no se activa, verificar que este se encuentre correctamente ubicado en su posición inicial.



PARADA

1. Para realizar una parada normal de la máquina se presiona el pulsador de APAGADO.



2. En caso de una parada de emergencia presionar el pulsador de PARO DE EMERGENCIA para que la máquina no se active mientras se haya arreglado el inconveniente que generó el paro de emergencia; para continuar con el correcto funcionamiento de la máquina se debe desenclavar el pulsador y presionar de nuevo el pulsador de ENCENDIDO.



3. En ningún momento se debe quitar la alimentación del aire porque si sobre la banda transportadora se encuentran bandejas pueden atorarse con los tacadores desactivados y generar daños a los cilindros neumáticos de éstos.





MANTENIMIENTO

Para un buen funcionamiento de la máquina, el usuario deberá seguir el siguiente programa de mantenimiento:

Periodo	Actividad/Prueba	Procedimiento
Diario	Dosificación y siembra	<p>Limpiar diariamente con aire comprimido toda la máquina para quitar el exceso de tierra de la banda transportadora y los tambores de la misma.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Detener la máquina2. Quitar los elementos extraños de la banda transportadora y del resto de la máquina.3. Con la manguera de mantenimiento limpiar todos los residuos existentes en la banda y máquina.  <p>Manguera de mantenimiento</p>
Semanal	Limpiar tacadores	<p>Limpiar con aire comprimido los tacadores para que no se acumulen partículas de tierra que puedan a futuro hacer que los tacadores se atasquen.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Detener la máquina.2. Cerrar el paso del aire de la máquina y del compresor  <p>Cierre de paso de aire a la máquina</p> <ol style="list-style-type: none">3. Desconectar la manguera de mantenimiento y conectarla directamente del compresor.

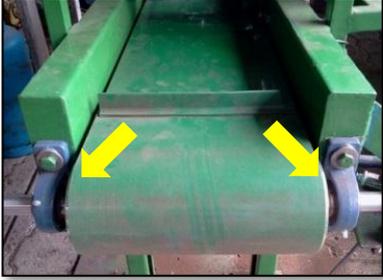
		<p>4. Abrir el paso de aire del compresor y limpiar.</p>
Semanal	Limpiar rieles de tapas de las tolvas	<p>Limpiar con aire comprimido las rieles de las tapas de apertura de las tolvas porque con el uso de la máquina la turba se acumula y provoca que las tapas se endurezcan y no se desplacen fácilmente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar la máquina. 2. Cerrar el paso del aire y del compresor. 3. Deslizar las tapas de dosificación según se vaya limpiando.   <p style="text-align: center;">Rieles de dosificación</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Desconectar la manguera de mantenimiento y conectarla directamente del compresor. 5. Abrir el paso de aire del compresor y limpiar.
Mensual	Filtros de aire	<p>Revisar los filtros de aire de la unidad de mantenimiento y del filtro de la sección de la sembradora para asegurarnos de que el aire circulante sea totalmente limpio.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que en el filtro del aire no existan exceso de impurezas que indiquen que el filtro debe ser limpiado en algún detergente al igual que usar un cepillo e introducir aire de adentro hacia afuera.

		 <p style="text-align: center;">Filtro de la unidad de mantenimiento</p>
Mensual	Cojinetes y chumaceras	<p>Para realizar el mantenimiento de los elementos que permiten girar a los rodillos de la banda transportadora se debe revisar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El ajuste - La lubricación - La contaminación - La fatiga <p>En caso de requerir reemplazar los elementos se debe tener en cuenta de no modificar las medidas de dicho elemento.</p>

! Nota: Se recomienda seguir este programa de mantenimiento correctamente para evitar que con el uso de la máquina se acumule bastantes impurezas o suciedad en la máquina y no tener ningún problema, así garantizar una vida útil y prolongada de la máquina y sus componentes.

Problemas y soluciones

Problema	Solución
Sobrecarga del servomotor	<p>Para solucionar el problema de sobrecarga del motor se deben seguir los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Apagar la máquina  <ol style="list-style-type: none"> b. Revisar el exceso de carga de la banda transportadora, ya sea exceso de bandejas sobre la banda transportadora o la banda está rozando con alguna parte de la estructura lo que está generando sobrecarga.

	 <p data-bbox="624 423 1358 454">c. Encender la máquina, o poner a funcionar correctamente.</p>
<p data-bbox="312 1014 496 1077">Servomotor desconectado</p>	<p data-bbox="624 524 1382 703">a. Apagar la máquina b. Abrir el tablero de control y se podrá encontrar que el conector DB15 del servomotor se encuentra desconectado.</p>  <p data-bbox="624 1050 979 1081">c. Conectar el servomotor</p>  <p data-bbox="624 1442 1023 1525">d. Cerrar el tablero de control e. Encender la máquina</p>
<p data-bbox="272 1653 539 1715">Atascamiento de los tacadores</p>	<p data-bbox="604 1547 1382 1778">a. Apagar la máquina b. Desatascar los tacadores manualmente pero con mucho cuidado porque al realizar este proceso se colocarán en su posición inicial inmediatamente. c. Encender la máquina</p>
<p data-bbox="296 1868 515 1966">Atascamiento de objetos en los dosificadores</p>	<p data-bbox="604 1805 1374 1984">a. Apagar la máquina. b. Cerrar el paso de aire a la máquina. c. Desatascar manualmente los objetos cuidadosamente. d. Abrir la válvula de paso de aire</p>

<p>No activación de los tacadores</p>	<p>e. Encender la máquina</p> <p>a. Apagar la máquina</p> <p>b. Desconectar el conector de control del servomotor</p> <p>c. Encender la máquina</p> <p>d. Verificar en el PLC si las entradas I9 y I10 del PLC se encuentran activadas, si no lo estuviesen, verificar la conexión de los sensores magnéticos de los cilindros neumáticos de tacado.</p> <p>Si el problema persiste:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar manualmente con la ayuda de un imán y de un multímetro el funcionamiento de cada sensor. - Reemplazar el sensor o los sensores que se encuentren dañados por unos nuevos, para la conexión de los sensores referirse a las hojas técnicas de los mismos. Se recomienda se añadir cables como extensión de los sensores para que permitan alcanzar los conectores. <p>e. Apagar la máquina</p> <p>f. Conectar el control del servomotor</p> <p>g. Encender la máquina</p>
---------------------------------------	--

ANEXOS

Sensores magnéticos

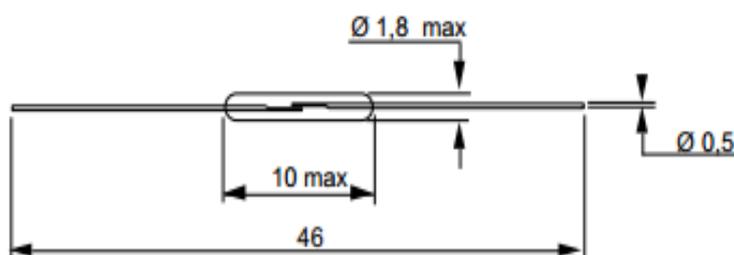


AI02



INTERRUPTEUR REED **REED SWITCH**

NORMALEMENT OUVERT, CONTACT SEC
NORMALLY OPEN, DRY CONTACT



CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES / ELECTRICAL DATAS

Puissance maxi commutable / Max. switching power	10 W / 10 VA
Tension maxi commutable / Max. switching voltage	200 Vdc/140Vac
Courant maxi commutable / Max. switching current	0,5 A
Courant de travail / Carrying current	0,5 A
Tension typique de tenue / Typical dielectric strength	200 Vdc

Résistance de contact initiale (max) / Initial contact resistance **≤ 150 mΩ**

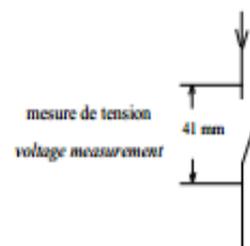
Méthode de mesure / Test process

Bobine / Coil : voir caractéristiques magnétiques
see magnetical datas

Mesure en 4 points / 4 points measurement

I = 10 mA ; U = 20 mV

Alimentation de bobine / Coil voltage: ATF + 20%



Résistance d'isolement (min) / Insulation resistance **10⁶ MΩ**

Capacité / Capacitance **0,3 pF**

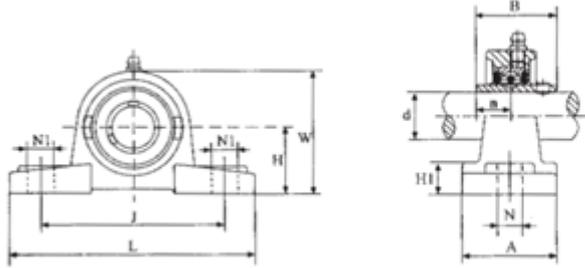
Fréquence de résonance / Resonant frequency **10800 Hz**

Finales de carrera

Microswitch palanca larga – AM1701		
	Características	Descripción
 <p>Z-15GW-B</p>	Material	Plástico y metal
	Cabeza	Palanca
	Configuración de contacto	1 NC + 1 NO
	Protección	IP66
	Amperaje	10 [A]
	Tensión	125 – 250 [VAC]

Microswitch palanca corta con roldana – AM1704		
	Características	Descripción
 <p>Z-15GW22-B</p>	Material	Plástico y metal
	Cabeza	Palanca con rodillo
	Configuración de contacto	1 NC + 1 NO
	Protección	IP66
	Amperaje	10 [A]
	Tensión	125 – 250 [VAC]

Chumaceras



FBJ

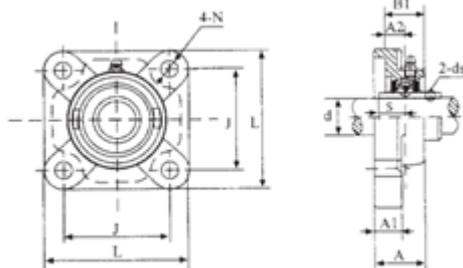
Pillow Blocks Cast Housing UCP 200

Bearing Number	Shaft Dia. d		Dimensions (mm)											Bolt Size	Bearing Number	Housing No.	Weight kg			
	in	mm	H	L	J	A	N	N1	H1	W	n	B	d _s							
UCP 201 201-8 202-9 202 202-10 203 203-11	$\frac{1}{2}$ $\frac{9}{16}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{11}{16}$	12 15 17																UC 201 201-8 202-9 202 202-10 203 203-11	P 203	0.60
UCP 204-12 204	$\frac{3}{4}$	20	33.3	127	96	37	13	16	14	63.8	12.7	31		1/4-28 UNF M6 x 1	M10	UC 204-12 202	P 204	0.70		
UCP 205-14 205-15 205 205-16	$\frac{7}{8}$ $\frac{15}{16}$ 1	25	36.5	140	105	38	13	19	15	69.5	14.3	34.1		1/4-28 UNF M6 x 1	M10	UC 205-14 202-15 205 205-16	P 205	0.75		

Soportes

FBJ

Square Flange Cast Housing UCF 200



Bearing Number	Shaft Dia. d		Dimensions (mm)										Bolt Size	Bearing Number	Housing No.	Weight kg			
	in	mm	L	J	A2	A1	A	B1	N	S	d _s								
UCF 201 201-8 202-9 202 202-10 203 203-11	$\frac{1}{2}$ $\frac{9}{16}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{11}{16}$	12 15 17															UC 201 201-8 202-9 202 202-10 203 203-11	F 203	0.59
UCF 204-12 204	$\frac{3}{4}$	20	86	64	15	11	25.5	33.3	11.5	12.7		1/4-28 UNF M6 x 1	M10	UC 204-12 202	F 204	0.61			
UCF 205-14 205-15 205 205-16	$\frac{7}{8}$ $\frac{15}{16}$ 1	25	95	70	16	13	27	35.7	11.5	14.3		1/4-28 UNF M6 X 1	M10	UC 205-14 202-15 205 205-16	F 205	0.80			

ANEXO B

Planos mecánicos de la máquina

ANEXO C

Diagramas eléctricos de la máquina

ANEXO D

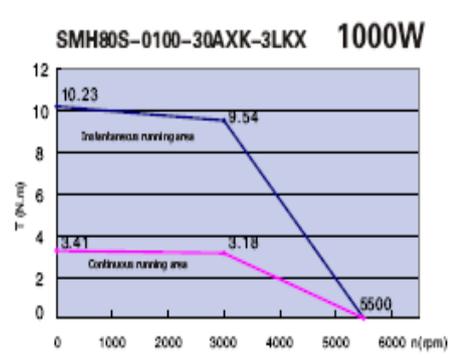
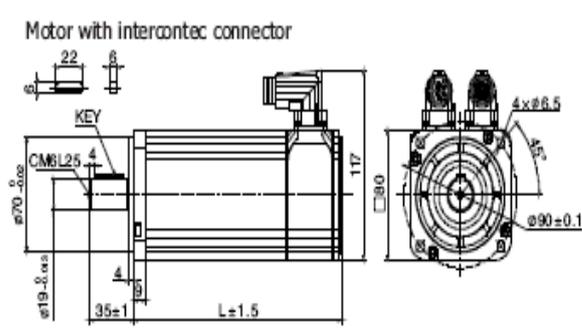
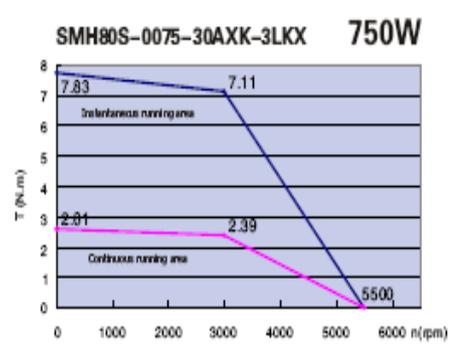
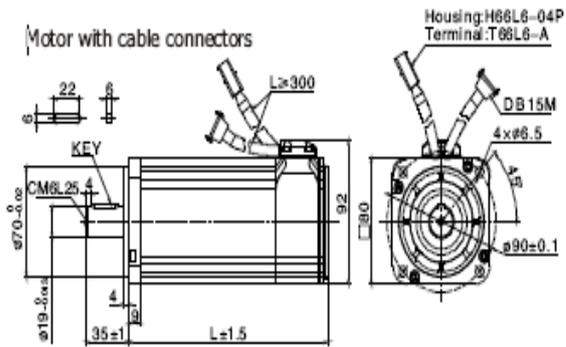
Diagrama neumático de la máquina

ANEXO E

Características técnicas del servomotor

Motor series		Small inertia, flange size 80mm	
Model		SMH80S-0075-30AAK-3LKX	SMH80S-0100-30AAK-3LKX
Compatible driver		CD420-AA-000	CD430-AA-000
DC link voltage UDC		300	300
Continuous performance	Rated power P_N (W)	750	1000
	Rated torque T_N (Nm)	2.39	3.18
	Rated speed n_N (rpm)	3000	3000
	Rated current I_N (A)	3.9	6.3
Maximum torque T_m (Nm)	7.17	9.48	
Maximum current I_m (A)	11.7	18.9	
Standstill torque T_S (Nm)	2.63	3.3	
Standstill current I_S (A)	4.4	6.93	
Resistance line-line R_L (Ω)	1.4	0.86	
Inductance line-line L_L (mH)	7.5	4.5	
Electrical time constant τ_e (ms)	5.35	5.23	
Mechanical time constant τ_m (ms)	0.75	0.89	
Reverse voltage constant K_e (V/krpm)	40	34	
Torque constant K_t (Nm/A)	0.662	0.562	
Rotor moment of inertia J_m (Kg·cm ²)	1.36	1.9	
Pole pair number	3	3	
Maximum voltage rising du/dt (KV/ μ s)	8	8	
Insulation class	F	F	

Maximum radial force F (N)		335	335
Maximum axial force F (N)		167.5	167.5
Weight G(Kg)		3.3	3.9
		4(with brake)	4.6(with brake)
Length of motor L(mm)		147	167
		197±1.5(with brake)	217±1.5(with brake)
Position feedback device		Incremental encoder 2500ppr	
Cooling method		Totally enclosed, non-ventilated	
Protection level		IP65 for body, shaft sealing IP54	
Environmental conditions for operation	Temperature	-20°C~40°C	
	Humidity	Below 90% RH (No condensing)	
	Ambient environment	Away from active gas, combustible gas, oil drops and dust	
	Altitude	Maximum altitude 4000m, Rated power at 1000m or below, Above 1000m: Decreasing 1.5% per 100m rise	

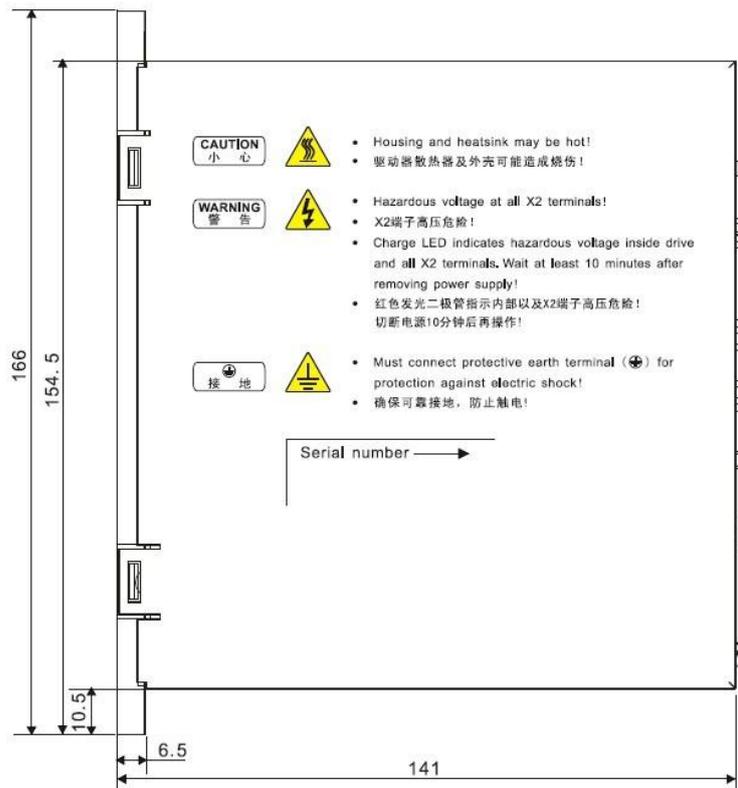
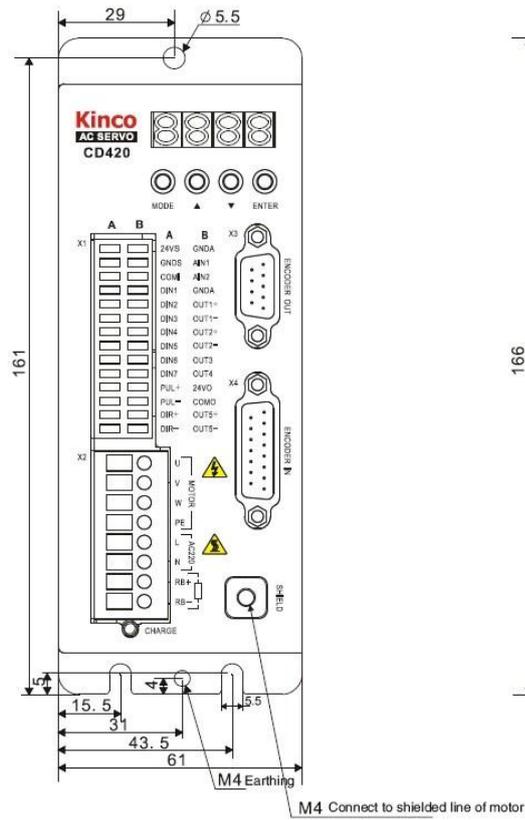


ANEXO F

Características técnicas del servo-driver

Parámetro Modelo		CD420-AA-000
Tensión	Tensión de alimentación principal	Monofásico AC220V \pm 20% 47 ~ 63Hz
	Tensión del circuito de control	DC24V 1A
Corriente	Corriente nominal (RMS)	4A
	Corriente de pico (PEAK)	15A
La señal de realimentación		2500PPR (encoder incremental con 5V)
Chopper de frenado		Utilice una resistencia de frenado externa si es necesario
Umbral chopper de frenado		DC380V \pm 5V
Umbral alarmante de la sobretensión		DC400V \pm 5V
Bajo voltaje umbral alarmante		DC200V \pm 5V
Método de enfriamiento		Refrigeración por aire natural
Peso		1.2kg
Posición Modo	Max. frecuencia de pulso de entrada	Señal diferencial: 500KPPS, señal de colector abierto: 200KPPS
	Modo de comando de pulsos	Pulso + dirección, CCW + CW, (voltajes más altos que necesitan 5V corriente externa resistencias limitadoras) (no apoyan una fase + B)
	Suavizado Comando	Filtrado de paso bajo (ajustable por parámetros internos)
	Ganancia anticipativo	Ajustable por parámetros internos
	Relación de transmisión electrónica	Margen de ajuste, el factor de cambios: -32768 ~ 32767, divisor de cambios: 1 ~ 32767, $1/50 \leq $ factor de engranaje / divisor de engranajes $ \leq 50$
	Posición frecuencia de muestreo de bucle	1KHz
Speed Mode	Rango de tensión de entrada analógica	0 ~ \pm 10 V (12 bits de resolución)
	Impedancia de entrada	200K
	Entrada analógica de frecuencia de muestreo	4KHz
	Fuente de órdenes	Comando analógico externo / iAjustable por parámetros internos
	Suavizado Comando	Filtrado de paso bajo (ajustable por parámetros internos)
	Ajuste de zona muerta de tensión de entrada	Ajustable por parámetros internos
	El voltaje de entrada compensada setting	Ajustable por parámetros internos
	Límite de velocidad	Ajustable por parámetros internos
	Límite de par	Ajustable por parámetros internos / control de mando analógica externa
	Velocidad frecuencia de muestreo de bucle	4KHz
Torque Modo	Rango de entrada de voltaje analógica	0 ~ \pm 10 V (12 bits de resolución)
	Impedancia de entrada	200K

	Frecuencia de muestreo de entrada	4KHz
	Fuente de órdenes	Comando analógico externo comando / interna
	Suavizado Comando	Filtrado de paso bajo (ajustable por parámetros internos)
	Límite de velocidad	Ajustable por parámetros internos / control de mando analógica externa
	Ajuste de zona muerta de tensión de entrada	Ajustable por parámetros internos
	Ajuste de compensación de voltaje de entrada	Ajustable por parámetros internos
	Frecuencia de muestreo actual	16KHz
Digital de entrada	Especificación de entrada	7 entradas digitales, con terminales COM1 para el PNP o NPN conexión.
	Función de entrada	Definir libremente según el requisito, el apoyo a las funciones siguientes: Driver habilitar, restauración de fallos del conductor, control de modo conductor, control proporcional, adelante inhibir límite, invierta Límite de inhibición, la posición límite negativo, señal principal, comando de retroceso de velocidad, la velocidad interna o posición seleccionar
Digital Output	Características de salida	5 salidas digitales, OUT1 ~ actual OUT4 es 100mA, corriente OUT5 es 800mA
	Función de salida	Definir libremente según el requisito, el apoyo a las funciones siguientes: Driver listo, culpa del conductor, posición alcanzada, motor a velocidad cero, freno motor, alcanzó la velocidad del motor, señal N
Funciones de protección		Protección de la sobretensión, baja tensión de protección, protección del sobrecalentamiento del motor (I ² t), protección contra cortocircuitos, impulsión protección del sobrecalentamiento, etc.
Interfaz de comunicaciones		RS232
Operación Ambiente	Temperatura de funcionamiento	0 ~ 40 °C
	Temperatura de almacenamiento	-10 °C ~ 70 °C
	Humedad (sin condensación)	5 ~ 95%
	Clase de protección	IP20
	Entorno de instalación	Instalado en un ambiente libre de polvo, seca y con cerradura (como en un armario eléctrico)
	Modo de instalación	Instalación vertical
	Altitud	Por debajo de 1000m
	La presión atmosférica	86KPa ~ 106kpa



ANEXO G

Características técnicas de los cilindros
neumáticos de dosificado

Slim cylinder CM2 series



CDM2B 20x50



CM2B 20x50

How to order

CM2	CM	25x50	-	D	-	FA
CM2: without built-in magnet type CDM2: with built-in magnet type	Rear cover type Nil: single clevis type CM: round end type U: flat end type	Bore x stroke	-	Action type D: double acting S: single acting (spring return type) T: single acting (spring stretched type)	-	Mounting type Nil: basic type FA: front flange type FB: rear flange type LB: foot bracket type
Series CM2B: double-acting type CM2BD: double rod type CM2BJ: double rod type (one side adjustable)						

Specification

Bore size (mm)	16	20	25	32	40
Action	Double acting type				
Fluid	Air (filtered through 40μ filter element)				
Operating pressure	0.1~0.9Mpa(1~9kgf/cm ²)				
Proof pressure	1.35Mpa(13.5kgf/cm ²)				
Ambient & fluid temperature	-5~70°C				
Cushion	Without cushion				
Port size	M5	1/8"			1/4"
Body material	Stainless steel				

Stroke

Bore size (mm)	Standard stroke (mm)	Maximum stroke (mm)	Allowable stroke (mm)
16	25 50 75 100 125 150 175 200	300	500
20 ^(S)	25 50 75 100 125 150 175 200 250 300	500	1000
25	25 50 75 100 125 150 175 200 250 300	500	1000

ANEXO H

Características técnicas de los cilindros
neumáticos de tacado

Free-mount cylinder MD series



MD 16x15

MD 16x15

How to order

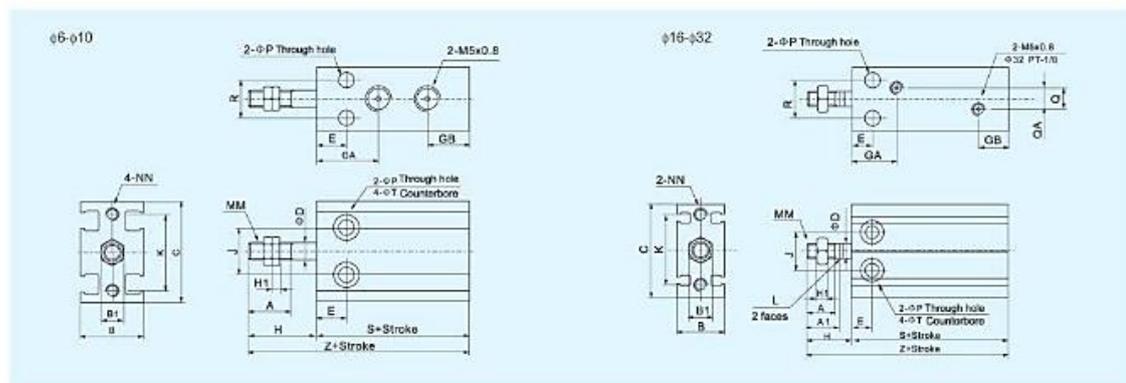
MD	25x50	-	S
Basic type	Bore x stroke		Built-in magnets Nil: without S: with

Specification

Bore size (mm)	6	10	16	20	25	32
Action	Double acting type					
Fluid	Air (filtered through 40μ filter element)					
Operating pressure	0.1~0.9Mpa(1~9kgf/cm ²)					
Proof pressure	1.05Mpa(10.5kgf/cm ²)					
Ambient & fluid temperature	-5~70 °C					
Cushion type	Fixed bumper					
Port size	M5					1/8"
Body material	Aluminum alloy					

Bore size (mm)	Standard stroke (mm)										Auto switch
6	5	10	15	20	25	30					CS1-G
10	5	10	15	20	25	30					
16	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
20	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
25	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
32	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	

Dimension



Bore size (mm)	A	A'	B	B1	C	D	E	GA	GB	H	H1	J	K	L
6	7	-	16.5	5.5	22	3	7	15	10	13	1.8	10	17	-
10	10	-	16.5	7	24	4	7	16.5	10	16	2.4	11	18	-
16	11	12.5	20	8	32	6	7	15	10	16	4	14	25	5
20	12	14	26	10	40	8	9	20.5	11	19	5	16	30	6
25	15.5	18	32	12	50	10	10	23.5	6.2	23	6	20	38	8
32	19.5	22	40	17	62	12	11	22.5	10.5	27	6	24	48	10

Bore size (mm)	MM	NN	P	Q	QA	R	T	Without magnet Z	Without magnet S	With magnet Z	With magnet S
6	M3x0.5	M3x0.5 Depth 5	3.2	-	-	7	6 Depth 4.8	33	46	33	46
10	M4x0.7	M3x0.5 Depth 5	3.2	-	-	9	6 Depth 5.8	38	52	36	52
16	M5x0.8	M4x0.7 Depth 5	4.5	3	1.5	12	7.6 Depth 6.5	30	46	40	56
20	M6x1.0	M5x0.8 Depth 8	5.5	9	4.5	16	9.3 Depth 8	36	55	46	65
25	M8x1.25	M5x0.8 Depth 8	5.5	12	6	20	9.3 Depth 9	40	63	50	73
32	M10x1.25	M6x1.0 Depth 9	6.6	13.5	4.5	24	11 Depth 11.5	42	69	52	79

ANEXO I

Características técnicas de las
electroválvulas

Solenoid valve 4V series

Air valve 4A series

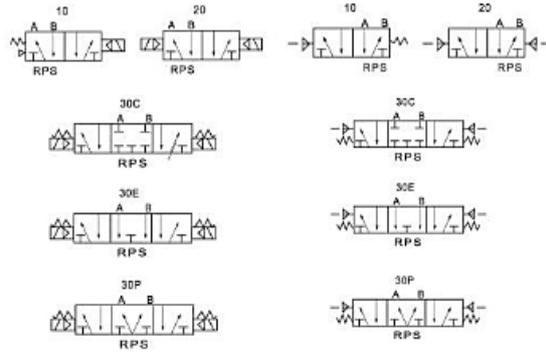


4V210-08



4V220-08

Symbol:



How to order

4V/4A	2	10	08	AC110V
Series code V: solenoid valve A: air valve	Series 2: 200 series	Position & coil 10: 2/5 way single electrical control 20: 2/5 way double electrical control 30C: 3/5 way (midst closed type) double electrical control 30E: 3/5 way (midst exhaust type) double electrical control 30P: 3/5 way (midst pressure type) double electrical control	Port size 06: 1/8" 08: 1/4"	Voltage DC12V DC24V AC24V 50/60Hz AC110V 50/60Hz AC220V 50/60Hz AC380V 50/60Hz

Specification

Model	SNS210-06 4V210-06 4A210-06	SNS220-06 4V220-06 4A220-06	SNS230C-06 4V230C-06 4A230C-06	SNS230E-06 4V230E-06 4A230E-06	SNS230P-06 4V230P-06 4A230P-06	SNS210-08 4V210-08 4A210-08	SNS220-08 4V220-08 4A220-08	SNS230C-08 4V230C-08 4A230C-08	SNS230E-08 4V230E-08 4A230E-08	SNS230P-08 4V230P-08 4A230P-08
Fluid	Air (filtered through 40µ filter element)									
Action	Internally piloted acting type									
Valve type	2/5 way		3/5 way			2/5 way		3/5 way		
Effective area (mm ²)	14mm ² (CV=0.78)		12mm ² (CV=0.40)			16mm ² (CV=0.78)		12mm ² (CV=0.67)		
Port size	In=out=exhaust=M5					In=out=exhaust=1/8"				
Lubrication	Not required									
Operating pressure	1.5~8.0kgf/cm ²									
Proof pressure	10.5kgf/cm ²									
Ambient & fluid temperature	5~60°C									
Voltage range	± 10%									
Power consumption	AC:4.5W DC:3.0W									
Insulation grade	F grade									
Protection	IP65 (DIN 40050)									
Connection	Lead wire type or terminal type									
Max. frequency	5 cycle/sec.									
Min. response time	0.05 sec.									
Weight (kg)	220g	320g	400g	400g	400g	200g	320g	400g	400g	400g
Main parts material	Body	Aluminum alloy								
	Seal	NBR								

ANEXO J

Características técnicas de los sensores
de final de carrera

Micro-switch palanca larga – AM1701



Z-15GW-B

Características	Descripción
Material	Plástico y metal
Cabeza	Palanca
Configuración de contacto	1 NC + 1 NO
Protección	IP66
Amperaje	10 [A]
Tensión	125 – 250 [VAC]

Micro-switch palanca corta con roldana – AM1704



Z-15GW22-B

Características	Descripción
Material	Plástico y metal
Cabeza	Palanca con rodillo
Configuración de contacto	1 NC + 1 NO
Protección	IP66
Amperaje	10 [A]
Tensión	125 – 250 [VAC]

ANEXO K

Características técnicas del PLC LOGO!



LOGO!12/24RC,MOD. LOGICO,DISPL. AL/E/S: 12/24V
DC/RELE,
8ED (4EA)/4SD, MEM. 200 BLOQUES,
AMPLIABLE MODULARMENTE

Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
12 V DC	Si
24 V DC	Si
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programadores horario.	
Cantidad	8
Reserva de marcha	80 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8 ; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número de salidas	4 ; Relé
Protección contra cortocircuito	No ; requiere protección externa
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
con carga inductiva, máx.	3 A
Con carga resistiva, máx.	10 A

ANEXO L

Características técnicas de la LOGO
TD!

LOGO! TD DISPLAY TEXTOS,
PARA LOGO! DESDE ..0BA6, 4 LINEAS,
CON CABLE (2,5M) Y ACCESORIOS DE MONTAJE,
CONFIGURACION CON LOGO! SOFT COMFORT V6.0



Información general	
Campo de aplicación	Conexión a todos los modelos base LOGO! desde ..0BA6
Cantidad suministrada en unidades	1
Manejo y visualización	
Fuente luminosa	LED
Avisos de estado/de fallo	
Número de líneas	4
Nº de caracteres por línea	24
Display	
Tipo de display	STN
Apta para gráficos	No
Elementos de mando	
Teclado	
Teclas con LED	No
Teclas del sistema	Si
Número de teclas de sistema configurables	15
Teclado numérico/alfanumérico	
Teclado numérico	No
Teclado alfanumérico	No

Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Interfaces	
N.º de interfaces RS 232	1
N.º de otras interfaces	1
Industrial Ethernet	
N.º de interfaces Industrial Ethernet	0
Grado de protección y clase de protección	
IP40	Si
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	0 °C
máx.	55 °C
Accesorios	
Descripción de funciones	Cable de conexión 2,5 m de longitud
Forma parte del producto	LOGO!
Dimensiones	
Ancho	128,2 mm
Alto	86 mm
Profundidad	38,7 mm
Otros	Longitud 2,5m
Pesos	
Peso, aprox.	220 g

ANEXO M

Características del tubo de la estructura
de soporte de las tolvas



TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espeor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES		AREA		EJES X-Xe Y-Y		
A	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
mm	mm	Kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

