INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL ZACATENCO

"REINGENIERÍA DE LA PLANTA DE COMPOSTA DEL IPN Y DISEÑO DE UN REMOVEDOR DE MATERIALES ORGÁNICOS COMPOSTEABLES"

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
(SIP:20082329)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

P R E S E N T A N:

ELEAZAR OLVERA OLVERA
HÉCTOR RAÚL ROSAS CASTELLANOS

ASESORES:
M.C. PEDRO FRANCISCO HUERTA GONZÁLEZ
ING. LUIS ENRIQUE MURILLO YAÑEZ
BIOL. GABRIELA CHAVEZ HIDALGO

MÉXICO D.F. 2008

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA

UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LÓPEZ MATEOS"

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE **INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**

POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SIP20082329**

DEBERA(N) DESARROLLAR

C. ELEAZAR OLVERA OLVERA
C. HÉCTOR RAÚL ROSAS CASTELLANOS

"REINGENIERÍA DE LA PLANTA DE COMPOSTA DEL IPN Y DISEÑO DE UN REMOVEDOR DE MATERIALES ORGÁNICOS COMPOSTEABLES"

PROPONER LA REINGENIERÍA DE LA PLANTA PRODUCTORA DE COMPOSTA EN EL IPN QUE INCLUYA LA ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS Y PROPUESTA DE UN SISTEMA SEMIAUTOMÁTICO, EL CUAL LLEVE A CABO LA MEZCLA DE LOS MATERIALES COMO SON, HOJAS, RAMAS Y PASTO DE UNA FORMA MAS RÁPIDA PARA ASÍ RETENER UN INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN.

- **MARCO TEÓRICO.**
- **MAQUINARIA Y EQUIPO PARA REMOVER LOS MATERIALES ORGÁNICOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOSTA.**
- **RESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DENTRO DE LA PLANTA DE COMPOSTA DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.**
- **DISEÑO DEL REMOVEDOR.**
- **PROGRAMA DE MANEJO DE DATOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS DE LA PLANTA.**
- **COSTO DEL PROYECTO**

MÉXICO D. F., A 20 DE MAYO DE 2009.

ASESORES

M. EN C. PEDRO FRANCISCO HUERTA GONZÁLEZ **ING. LUIS ENRIQUE MURILLO YAÑEZ**

BIOL. GABRIELA CHÁVEZ HIDALGO

ING. JOSÉ ÁNGEL MEJIA DOMÍNGUEZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

AGRADECIMIENTOS

SUBLIME MUJER

Sublime fuerza que me impulso
Desde tu vientre materno
Tus caricias y regaños
Forjaron mi identidad

Mis metas tus ilusiones
Mis triunfos son tus victorias
Mis logros fraccion de tus objetivos
Mis cimientos son de roble

Luchadora incansable
Producto de tu enseñar
Discernir lo bueno y malo
En el hogar lo observe

Alma noble de mujer, tu amor estructura mis pasos
Mujer de lucha
Mujer de flor
Madre amiga

Mirame,
Un hombre soy
Ahora me toca volar
Todo..... por el poder de tu amor

A MI MADRE:
Magdalena Irma

MI EJEMPLO

Guía, base de mi camino
Ejemplo de fé forjada por el empeño
Manos de trabajo por tu lucha inmensa de cuidarnos

Por que haz sido mi ejemplo
Sentir esa indiferencia ocasional
Sentir ese apoyo incondicional
Me ha sido difícil de interpretar

Tus regaños a mis errores
Caminos a mejorar
Pocos consejos
Con los que he de ganar

Tú forma de ser, de actuar
Pocas charlas a cuenta gotas
Que con ellas me haz hecho crecer
Gracias padre mil gracias por dejarme ... ser.

A MI PADRE:
José Trinidad Olvera Olvera

Gotitas De Cielo

Niña – Mujer
Gotitas de cielo que llenan mi vida
Amiga de mi infancia
De mis bromas y secretos

No te caigas niña mía
No sabes cuanto te quiero
En la soledad te observo
Y me duelen tus derrotas

Déjame las transformar
Tus caídas en victorias
En tú largo deambular
Lucha pequeña mía, no me defraudes jamás

Niña – Mujer
No, ya no me equivocare
Ese tiempo perdido
Ese consejo no dado
Contigo lo aplicare.

En sus muestras de aliento
Cuando el aire se me va
Tan solo con sus sonrisas
El vuelo vuelvo a tomar.

A MIS HERMANAS:
Lucero y Nancy

Frutos Del Campo

Conocimiento del campo
Campo inmenso, de colores y sabores
Cerros inalcanzables que con solo cerrar los ojos estoy ahí

Seres hechos del fruto de la tierra
Manos de arcilla
Hombre de mirada dulce
Que me toma de la mano y tranquiliza mi alma

Mujer de sabores
Excluyente de sus dones otorgados a mi cariño
Oraciones y clamores.

No encuentro tan lindas palabras
Para agradecer a dios
No encuentro tesoro alguno
Para pagar este don.

De ser fruto de su sangre...
De ser hoy mi inspiración...

A Mis Abuelos:
Agustín y Carmen

Ejemplo De Personalidad Y Carisma

Tristeza profunda
Que con solo una palabra tuya
Me eleva al infinito
Y el momento se transforma en comedia

Tu risa suaviza mis penas
No todo es broma en tu vida
La esperanza compartida
De la unión de la familia siempre esta primero en ti

Hombre de mirada suave
Paciencia desbordada que transmites a mi alma
Y a mi alrededor
Ejemplo de profesión

Son sangre de mi sangre
Eres mi segunda madre
En ustedes me apoyé
Con este logro obtenido

Correspondo su confianza
Quedan muchos objetivos
Progresos que realizar
En mi tus hijas tendrán
Lo que me supieron dar.....

A Mis tios:
Rosalía y Leonardo

A Mis Primas:
Ana e Itzel

OBSERVADOR

Ejemplo de mi infancia
Que ahora en mi edad adulta
Se deforma y transforma
En tristeza y decepción

No sabes el daño hecho
Yo no soy el juzgador
Tan solo me siento a verte
Solo como observador.

Son y Alegría que demuestra su virtud
Por cada puñal enterrado
Tú corazón ya es de piedra
Más no dejo de latir

Por cada golpe
Por cada insulto
Cada regaño
Tu virtud lo supero

No cierres los ojos Amiga
Y regresa a tu andar
No dejes semillas tiradas
Tiradas sin cosechar

A MIS TIOS:
Sonia y Sergio

A MIS PRIMOS:
Jocelin y Axel

La Distancia

La distancia separa lo etéreo
No el sentir ni el pensamiento
Te veo desde pequeño
Con tus cuentos y enseñanzas

Con amor y con respeto
Tratamos de convivir
Recuerden somos familia
Eso quedo ya muy claro

El tiempo pasa progenie
Hoy hay que recordar
De la misma sangre somos
Que el dolor no nos separe

Ni el tiempo
Ni la distancia
Nuestros lazos
Los alcance.

A Mis Tios:
Agustina y Oscar

A Mis Primos:
Jaquelin, Esthepanie y Dereck

Comentarios Corrosivos

Comentario corrosivo
Que llega a la mente de un niño
Que no destruyo su alma
Tan solo la sublimo

Energía del universo
Que solo la transformo
De lo malo ahora en bueno
De lo negro hoy en flor

Sus piedras fueron mi base
Sus insultos mi coraza
Ahora mi ser es tan grande
Que le ruego hoy a Dios

No un castigo
No un dolor
Hoy de mi alma de hombre
Pido por su perdón.

A LA FAMILIA:
Espinosa Olvera

ELEAZAR OLVERA OLVERA
HÉCTOR RAÚL ROSAS CASTELLANOS

Directo al Corazon

Joven mujer
En tu alegría se cobija
Un fragmento de mi energía
Un fragmento de mi ser

Tus palabras me ayudaron
A seguir este camino
Tan solo basto una palabra
Que impulsara mis anhelos

Ni el pico ni la pala
Aprendí a usar
No por falta de pericia
Ni por falta de humildad

Mis metas y objetivos miraron a otros lugares
Que con estudio alcance
Que con esfuerzo entendí
Miren me que ya llegue

Me hiciste mirar los caminos
Y los hiciste observar
Me dijeron no soy tonto y energía no te falta
Para que esperar sentado

Donde ni la vida pasa.....

A Mis tios:
Antonia y Ramiro
y
A Mis Tios:
Victoria y Javier

NOBLE PENSAMIENTO

Amistad verdadera
Que en tus palabras encuentro
Arquetipo de cultura
Conocimiento aprisionado

Me impresiona tu pensar
Un modelo ejemplar

Comentarios que me hiciste
Reflexionando entendí...
Busca con el pensamiento
Y conseguirás lo que quieras

Con el paso de los días
Conocí a un buen amigo
A un aliado en mis ideas
Agradecido me encuentro

Te veo de mil maneras
Pero te veo en un futuro
Como energía leal.

A MI AMIGO
Jesús A. Solís
POR SU APOYO EN LA REALIZACION DE ESTOS POEMAS.

INCANSABLE LUCHADOR

Carisma aprisionado
En un muchacho atrabancado

Con el enojon que encierras
Con el aferrado que llevas
Con el entusiasmo para llegar
Así as de continuar

Luchar es sencillo...
Cuando en los que me quieren me apoyé
Hoy renuevo mi vida

Metas trazadas
En este final del camino
Obtengo mi primer logro
No así mis objetivos

Solo un escalón
Para lograr mis ilusiones.
Grandes utopías tengo
Que se cumplen día a día.

A Mí:
Eleazar Olvera

AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo, que me han brindado, el cariño con el que me han llenado, a lo largo de este camino para conseguir este logro, a todas aquellas personas que me rodearon para conseguir esta que es una de mis grandes metas.

A todos mis profesores de la ESIME ZACATENCO

En especial a los profesores:

M. en C. Pedro Francisco Huerta Gonzalez
Ing. Luis Enrique Murillo
Biol. Gabriela Chavez Hidalgo

Y a todos mis amigos y familiares que estuvieron conmigo:

Belen Reyes
Ines Olvera
Francisco Gonzalez
Alejandro Juarez
Manuel Aguilar
Sabino Herrera

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres Sebastián Rosas y Ma Teresa Castellanos por darme la estabilidad emocional, económica y sentimental para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes, por el apoyo a mi educación y su disposición para inspirarme y motivarme en mi desarrollo personal y profesional para seguir adelante, serán siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final recompensado; a mis hermanos por su confianza y apoyo moral.

Agradezco a todos mis profesores de la escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica (E.S.I.M.E) por lograr en mi un gran desarrollo profesional en especial al M en C Pedro Francisco Huerta González, al Ing. Luis Enrique Murillo Yáñes y a la Biol. Gabriela Chávez Hidalgo, por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

Héctor Raúl Rosas Castellanos

ÍNDICE

OBJETIVO i
JUSTIFICACIÓN iii
RESUMEN v

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO.

I.- Marco Teórico 3

I.1- Composta 3

I.1.1- Método de composta activa 4
I.1.2.- Método de composta pasivo 5

I.2.-Fases de la producción de composta 6

I.3.- Antecedentes del composteo 7

I.4.- Antecedentes del composteo en México 9

I.5.- Antecedentes de la planta de composteo del Instituto Politécnico Nacional..13

CAPÍTULO II
MAQUINARIA Y EQUIPO PARA REMOVER LOS MATERIALES ORGÁNICOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOSTA.

II.1.-Maquinaria y equipo para remover los materiales orgánicos en la elaboración de composta 19

II.1.1.- Mezclado de los restos de poda y hojarasca 20

II.1.1.1.-Sam 4 400/50-g/t (marca seko) 21
II.1.1.2.- 425 single screw mixer (marca jay lor) 22
II.1.1.3.-Mashmaster 1300 se station (marca komptech) 22

II.1.2.-Volteo de las pilas de composta 23

II.1.2.1.-Volteadoras a la toma de fuerza del tractor 24
II.1.2.1.1.-Topturn 300 (marca komptech) 24
II.1.2.1.2.-Volteadora tbu 3p (marca willibald) 25

II.1.3.-Volteadoras de composta autopropulsadas 25

II.1.3.1.-Volteadoras de meseta 26
II.1.3.1.1.-Sideturn 2000 (marca komptech) 26

II.1.3.2.-Volteadoras triangulares 27
II.1.3.2.1.-Sf 200 (marca sandberger) 27
II.1.3.2.2.-Sf 250 (marca sandberger) 28
II.1.3.2.3.-Topturn x53 wheel (marca komptech) 28

II.1.4.-Volteadoras de túnel 29

II.1.4.1.-Volteadora backhus 9.45 (marca backus) 30
II.1.4.2.-Volteador automático (mr 6.11) (marca scolari) 30
II.1.4.3.-Volteador automático Compost a-matic 30

II.1.5.-Comparativo de ventajas y desventajas de los mecanismos utilizados para la remoción de composta 31

CAPÍTULO III
REESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DENTRO DE LA PLANTA DE COMPOSTA DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.

III.- Reestructuración de los procedimientos dentro de la planta de composta 35

III.1.-Fase uno del proceso 35

III.1.1.-Composición de las pilas de materiales orgánicos Para la producción de composta 36

III.2.- Segunda fase del proceso 37

III.3.-Diagrama de flujo 38

III.4.-Cálculo de los volúmenes de Los materiales orgánicos necesarios 39

III.4.1. Cálculo del volumen de materia prima 46
III.4.2. Cálculo del volumen de material procesado 47

III.5.-Cálculo del área de almacén 48

III.6.- Formatos utilizados dentro de la planta de composta 50

III.6.1.- Formato de entrada de material 51
III.6.2.-Formato de tratamiento de las pilas de material de composta .52
III.6.3.- Formato de salida de composta 53
III.6.4.- Formato de transportes. 54

III.7.-Diagrama de distribución de las pilas de fermentación 55

III.8.-Cálculo de cisternas de agua pluvial 56

III.9.-Planeación semestral de producción 59

CAPÍTULO IV
DISEÑO DEL REMOVEDOR.

IV.1.-Diseño del removedor 63

IV.1.1.- Metales para la estructura 64
IV.1.2.- Suministro de energía para el removedor 68
IV .1.2.1.- Generación y almacenamiento 69
IV.1.2.2.- Alimentación del variador 70
IV.1.2.3.- Alimentación de PLC y sensores 72

IV.2.-Selección de materiales 73

IV.2.1.- Sensor fotoeléctrico 74
IV.2.2.- Sensor de nivel 76
IV.2.3- Controlador lógico programable 78
IV.2.4.- Inversor 80
IV.2.5.- Variador de velocidad 81
IV.2.6.- Motor eléctrico 82
IV.2.7.- Motoreductor 83
IV.2.8.- Columna luminosa 84

IV.3.- Programación del micrologix 1100 86

IV.3.1.- Diagrama de flujo 87
IV.3.2.- Descripción del programa en escalera ….....88

CAPÍTULO V

PROGRAMA DE MANEJO DE DATOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS DE LA PLANTA.

V.-Programa de manejo de datos para el control de inventarios de la planta. 93

V.1.-Visual Basic 93

V.1.1.- Conceptos generales y básicos 93

V.1.1.2.- Objeto 93
V.1.1.3.- Propiedades, métodos y eventos 93
V.1.1.4.- Procedimientos 93
V.1.1.5.- Formularios y controles 94
V.1.1.6.- Proyecto 94
V.1.1.7.- Modo o tiempo de diseño y de ejecución 94

V.1.2.- El entorno de Visual Basic 6.0 95

V.1.2.1.- Botones de comando 96
V.1.2.2.- Controles para mostrar e introducir texto 96
V.1.2.3.- Controles que muestran opciones a los usuarios 97
V.1.2.4.- Controles que muestran imágenes y gráficos 97
V.1.2.5.- Controles adicionales 98
V.1.2.6.- Editor de menús 98

V.1.3.- El lenguaje Basic 99

V.1.3.1.- Comentarios en el código Basic 99
V.1.3.2.- Definición de variables 100

V.1.4.- Estructuras de programación 101

V.1.4.2.- Sentencia select case 101
V.1.4.1.- Sentencia if … Then … Else … 102
V.1.4.3.- Sentencia Do … Loop 103
V.1.5.- Manejo de errores 103

V.1.6.- Visual Basic, ole y ocx 103

V.2.- Programa de manejo de datos para el control de inventarios de la planta ...104

V.2.1.- Pantalla de inicio de la aplicación 104
V.2.2.- Pantalla de acceso 105
V.2.3.- Pantalla de actividades 107
V.2.4.- Pantalla de objetivos 108
V.2.5.- Pantalla de misión 109
V.2.6.- Pantalla de visión 110
V.2.7.- Pantalla de historia 111
V.2.8.- Pantalla del diagrama de flujo 112
V.2.9.- Pantalla de tecnología utilizada en el proceso 113
V.2.10.- Pantalla entrada de material 114
V.2.11.- Pantalla de tratamiento de composta 115
V.2.12.- Pantalla de salida de composta 116
V.2.13.- Pantalla de grafico 117
V.2.14.- Almacén de datos en Excel 118

V.3.- Fragmentos del código más relevantes para el funcionamiento de este programa 119

CAPÍTULO VI

COSTO DEL PROYECTO.

VI.- Costo del proyecto 123

VI.1.- Estimación del costo de proyecto 123

Conclusiones 127

Trabajos futuros 128

ÍNDICE DE TABLAS.

CAPÍTULO I

Tabla I.-1. Listado de plantas de compostaje identificadas 9
Tabla I.-2 Tipos de residuos 11
Tabla I.-3 Tipos de residuos (complemento) 12

CAPÍTULO II

Tabla II.-1: Características del equipo SAM 440/50-g/t 21
Tabla II.-2: Características del equipo 425 single. 22
Tabla II.-3: Características del equipo mashmaster 1300 22
Tabla II.-4: Características del equipo topturn 300 24
Tabla II.-5: Características del equipo TBU3P 25
Tabla II.-6: Características del equipo SIDERTURN 2000 26
Tabla II.-7: Características del equipo SF 200 27
Tabla II.-8: Características del equipo SF 250 28
Tabla II.-9: Características del equipo TOPTURN X53 28
Tabla II.-10: Características del equipo BACKHUS 9.45 30
Tabla II.-11: Características del equipo MR 6.11 30
Tabla II.-12: Características del equipo COMPOSTA-MATIC 30
Tabla II.-13: Ventajas y desventajas de los mecanismos 31

CAPÍTULO III

Tabla III.-1. Volumen de material por capa de la pila de composta 45
Tabla III.-2. Volumen de material requerido en el almacén 47
Tabla III.-3. Numero de pilas de almacenamiento por material 48
Tabla III.-4. Planeación semestral de actividades 59

CAPÍTULO IV

Tabla IV.-1. Características del sensor 42CA 74
Tabla IV.-2. Características del sensor de nivel FSH32 76
Tabla IV.-3. Características del Micrologix 1100 78
Tabla IV.-4. Características del gabinete 79
Tabla IV.-5. Características del inversor 80
Tabla IV.-6. Características del variador de velocidad 81
Tabla IV.-7. Características del motor 82
Tabla IV.-8. Características del moto-reductor 83
Tabla IV.-9. Configuración de torre de iluminación 84
Tabla IV.-10. Características de elementos de la torre 84

CAPÍTULO V

Tabla V.-1. Características de los controles para mostrar e introducir texto 96
Tabla V.-2. Características de los controles que muestran opciones a los usuarios 97
Tabla V.-3. Características de los controles de imagen y gráficos 97
Tabla V.-4. Tipos de variables en visual basic 100
Tabla V.-5. Formatos de la sentencia SELEC CASE 101
Tabla V.-6. Formatos de la sentencia IF 102
Tabla V.-7. Formatos de la sentencia DO...LOOP 103

CAPÍTULO VI

Tabla VI.-1.Costos de ingeniería 123
Tabla VI.-2. Costo de metales 124
Tabla VI.-3. Costo por otros componentes 124
Tabla VI.-4. Costo de materiales de electricidad y electrónica 125
Tabla VI.-5. Costo de mano de obra 125
Tabla VI.-6. Estimación total del costo 126

ÍNDICE DE FIGURAS.

CAPÍTULO I

Fig. I.1: Composta 3
Fig. I.-2: Maquina para revolver materiales orgánicos 4
Fig. I.-3: Método manual de elaboración de composta 4
Fig. I.-4: Método de inyección de aire 4
Fig. I.-5: Método de composta pasivo, como se da en la naturaleza 5
Fig. I.-6: Fases de la producción 6

CAPÍTULO II

Fig. II.-1: Mezclado de materiales de composta 19
Fig. II.-2: Volteadoras de mesetas autopropulsadas 19
Fig. II.-3: Volteo de las pilas 19
Fig. II.-4: Volteadoras de túnel 19
Fig.II.-5: Mecanismo de funcionamiento de mezcladoras de composta 20
Fig. II.-6: Vista lateral del equipo "Seko" 21
Fig. II.-7: 425 SINGLE SCREW MIXER 22
Fig. II.-8: Mashmaster 1300 SE Station 22
Fig. II.-9: Volteadora a la toma de fuerza del tractor 24
Fig. II.-10: KOMPTECH TOPTURN 300 24
Fig. II.-11: Volteadora lateral a la toma de fuerza del tractor TBU 3P 25
Fig. II.-12: Volteador de meseta 26
Fig. II.-13: Sideturn 2000 26
Fig. II.-14: Volteadoras triangulares 27
Fig. II.-15: SF 200 (Marca Sandberger) 27
Fig. II.-16: SF 250 28
Fig. II.-17: Topturn X53 wheel 28
Fig. II.-18: Volteadoras de túnel 29
Fig. II.-19: Esquema del sistema de volteadores de túnel 29
Fig. II.-20: Volteador de túnel mediante palas 29
Fig. II.-21: BACKHUS 9.45 30
Fig. II.-22: MR 6.11 30
Fig. II.-23: Compost A-matic 30

CAPÍTULO III

Fig. III.-1: Opciones de entrada de materiales 35
Fig. III.-2: Composición de la pila 36
Fig. III.-3: Toma de temperatura 37
Fig. III.-4: Composta finalizada, área de maduración 37
Fig.III.-5 Diagrama de flujo para la obtención de composta en la planta PPC-IPN, Zacatenco 38
Fig. III.-6: Capas que conforman la pila de composta 39
Fig. III.-7: Diagrama de distribución del almacén 49
Fig. III.-8: Logotipo oficial de la planta productora de composta y vivero 50
Fig. III.-9: Diagrama de distribución 55
Fig. III.-10: Pileta de desazolvamiento 57
Fig. III.-11: Cisternas de almacenamiento de agua pluvial 58
Fig. III.-12: Descripción de la tabla anterior 60

CAPÍTULO IV

Fig. IV.-1: Constitución física del removedor 63
Fig. IV.-2. Estructura del equipo 64
Fig. IV.-3. Paredes del equipo 64
Fig. IV.-4. Vista general del rotor 65
Fig. IV.-5. Paletas del Sin Fin 65
Fig. IV.-6. Sin fin 66
Fig. IV.-7. Vista lateral del sin fin 66
Fig. IV.-8. Mamelón con cuñero y tapa 66
Fig. IV.-9. Chumacera de pared para flecha de 1½" 67
Fig. IV.-10. Soporte del rotor 67
Fig. IV.-11 Diagrama a bloques del Sistema eléctrico del removedor de pilas de material orgánico 68
Fig. IV.-12: Diagrama de Generación y Almacenamiento 69
Fig. IV.-13: Diagrama de alimentación del variador 70
Fig. IV.-14: Diagrama a bloques de alimentación 71
Fig. IV.-15: Conexión de PLC y sensores 72
Fig. IV.-16: Materiales 73
Fig. IV.-17: Modo de detección 74
Fig. IV.-18: Símbolo del sensor 74
Fig. IV.-19: Sensor 42CA Difuso normal 75
Fig. IV.-20: Posición de los sensores en el removedor 75

Fig. IV.-21: Sensor de nivel de líquidos, montaje horizontal [C-7236] 76
Fig. IV.-22: Símbolo del sensor de nivel 76
Fig. IV.-23: Nivel del depósito de agua y estado de los indicadores de nivel 77
Fig. IV.-24: MICROLOGIX 1100 78
Fig. IV.-25: Gabinete para la instalación 79
Fig. IV.-26: Inversor 80
Fig. IV.-27: POWER FLEX 4 81
Fig. IV.-28: Motor 82
Fig. IV.-29: Moto-reductor 83
Fig. IV.-30: Columna luminosa 84
Fig. IV.-31: Diagrama del valor del registro N7:1 y de los estados de los LED´s de la columna luminosa 85
Fig. IV.-32: RSLogix 500 86
Fig. IV.-33: RSLinx Classic 86
Fig. IV.-34: Diagrama de flujo de las rampas de aceleración 87
Fig. IV.-35: Programa en escalera de las rampas de aceleración 90

CAPÍTULO V

Fig. V.-1: Pantalla de Visual Basic 95
Fig. V.-2: Editor de menús de Visual Basic 98
Fig. V.-3: Diagrama de flujo de la sentencia IF 102
Fig. V.-4: Pantalla principal 104
Fig. V.-5: Pantalla de seguridad 106
Fig.V.-6: Pantalla de actividades 107
Fig. V.-7: Pantalla de objetivos 108
Fig. V.-8: Pantalla de misión 109
Fig. V.-9: Pantalla de visión 110
Fig. V.-10: Pantalla de antecedentes históricos de la planta 111
Fig. V.-11: Pantalla de diagrama de flujo 112
Fig. V.-12: Pantalla de tecnología utilizada en la planta de composta 113
Fig. V.-13: Pantalla de entrada de material 114
Fig. V.-14: Pantalla de tratamiento de materiales 115
Fig. V.-15: Pantalla de salida de composta 116
Fig. V.-16: Pantalla de vista de gráficos 117
Fig. V.-17: Libro de Excel de la pantalla de composta 118

CAPÍTULO VI

Fig. VI.-1: Grafica de gastos de proyecto 126

ECUACIONES.

Ecuación #1: Volumen de pirámide trapezoidal 36

Ecuación #2: Área de la base mayor 36

Ecuación #3: Área de la base menor 36

Ecuación #4: Volumen de materia prima 46

Ecuación #5: Volumen de composta por pila 47

Ecuación #6: Cálculo del número de pilas para cada material 48

Ecuación #7: Volumen de la cisterna 58

FUENTES CONSULTADAS

APÉNDICE

APENDICE A: Formatos de campo.

APENDICE B: Figuras del removedor.

APENDICE C: Código de visual basic 6 para el manejo de inventarios de la planta de composta.

APENDICE D: Procedimiento sistemático para la selección de elementos de un proyecto de control de movimiento.

GLOSARIO

OBJETIVO:

OBJETIVO GENERAL:

Proponer la reingeniería de la planta productora de composta en el IPN que incluya la elaboración del diagrama de flujo para la sistematización de los procedimientos y propuesta de un sistema semiautomático, el cual lleve acabo la mezcla de los materiales como son, hojas, ramas y pasto de una forma más rápida para así tener un incremento en la producción.

OBJETIVOS PARTICULARES:

* Sistematizar las condiciones apropiadas tecnológicas, metodológicas y estructurales, como principios para la reingeniería de una planta de producción de composta que procese el 100 % de los residuos biodegradables que se generan en las instalaciones del Instituto Politécnico Nacional en el DF.

* Realizar un diseño preeliminar de un equipo removedor de materiales orgánicos composteables.

* Diseñar un programa computacional que ayude con el tratamiento y generación de inventarios de materiales que entran y salen de la planta, así como las estadísticas de los valores obtenidos durante el proceso de una forma moderna, con el uso de la plataforma Visual Basic y como base de almacenamiento Excel.

* Contribuir al fortalecimiento de procesos de producción como este que ayuden a conservar el medio ambiente con la producción de abono orgánico para el fortalecimiento de los cultivos y áreas verdes con una mínima contaminación en su producción.

* Integrarnos al objetivo de consolidar la planta de producción de composta y vivero del Instituto Politécnico Nacional.

JUSTIFICACION:

En el mundo en la actualidad surge la necesidad de intensificar la labor de procesar los desechos de poda y jardín de árboles, plantas, tierra y hojas, debido a los niveles de contaminación y a la falta de abonos orgánicos que no contengan químicos para el fortalecimiento de los cultivos y áreas verdes.

Dentro del país la creación y multiplicación de plantas procesadoras de composta con niveles de producción altos (300 toneladas anuales) ayudaría en el tratamiento de estos materiales los cuales en la actualidad todavía se desperdician, con la finalidad de generar abonos orgánicos para fortalecer la tierra.

A nivel D.F. con una estructura de producción de alta capacidad se podría llegar a procesar no solo los materiales de la institución sino a niveles delegacionales para la mejora de las áreas verdes, tomando en cuenta necesidades, como una mayor extensión en el terreno de tratamiento, para el proceso.

A nivel del Instituto Politécnico Nacional el fortalecimiento de la estructura de la actual planta de composta, mediante la reingeniería mecanización y financiamiento además de reducir costos por disposición en el relleno sanitario, podría ofrecer ingresos sustantivos por la oferta de volúmenes constantes y una mejora en el producto (composta), o reducción de egresos por la compra de fertilizantes convencionales, para las áreas verdes del Instituto Politécnico Nacional.

INTRODUCCIÓN.

Este trabajo aborda una solución, a una creciente necesidad a nivel mundial, en términos ambientales, los suelos del planeta tierra, las aguas marítimas y continentales se están contaminando por el uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos, debido a que otras alternativas para evitar estas sustancias como lo es la composta no son de la suficiente calidad y cantidad, para fortalecer las tierras como lo hacen los fertilizantes.

Otra necesidad a nivel mundial es disminuir la generación de residuos sólidos composteables, así reduciendo los volúmenes que se envían a los rellenos sanitarios, con el procesamiento y reutilización de materiales que en este caso son orgánicos, los cuales pueden ser procesados y utilizados con un fin benéfico para la sociedad.

Un sin fín de beneficios trae consigo el tratamiento de materiales orgánicos, como : hojas, pasto y ramas, que en general son los residuos de la poda de áreas verdes, que en las zonas urbanas son comúnmente mezcladas con residuos no biodegradables impidiendo su aprovechamiento basado en su fácil descomposición para producir un abono natural llamado composta.

La solución propuesta en este trabajo es el principio para la reingeniería de la planta productora de composta, la cual procesa materiales orgánicos producidos en la poda de áreas verdes del Instituto Politécnico Nacional.

Esta propuesta aborda principios para la reestructuración de la planta, la formulación del procedimiento a seguir para la producción de composta con calidad, con la implementación de un equipo removedor de alta tecnología el cual ayudará a la producción de composta con alta calidad, velocidad y eficiencia, así como un programa de generación de inventarios y gráficos que ayudarán a mantener los estándares de calidad propuestos dentro de la producción.

Esta propuesta se enfoca a dar una solución viable al problema real que se tiene dentro de la planta productora de composta y vivero del Instituto Politécnico Nacional, acoplándonos a áreas delimitadas por el Instituto, no con ello perdiendo el objetivo que es producir composta de alta calidad y con una mayor capacidad productiva anual.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO.

I.- MARCO TEÓRICO.

En éste capitulo se analizarán y definirán lo cambios que ha sufrido la producción de composta a nivel internacional, nacional y dentro del instituto, los métodos de composteo y las fases del proceso.

I.1- COMPOSTA.

La composta se define como el producto de la degradación aeróbica de residuos orgánicos, cuya apariencia la podemos observar en la fig. I.1. Es un material inodoro, estable y parecido al humus que no representa riesgo sanitario para el ambiente natural y social. Se produce bajo condiciones controladas que recrean, favorecen y en ocasiones, aceleran las condiciones naturales de generación del humus. El nombre correcto de acuerdo a la real academia española es "compost" y significa "humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos." Sin embargo, en México se utiliza el término "composta" que el diccionario sitúa como un sinónimo de "composición", ya que proviene del latín componere que significa juntar [1].

Fig. I.1: Composta

Desde el punto de vista químico, la composta es un conjunto de componentes orgánicos resultantes del proceso de humificación. Su contenido de bioelementos de origen vegetal lo convierte en un buen fertilizante. Además de ser una fuente de los nutrientes indispensables para el crecimiento vegetal, la composta aporta materiales necesarios para la microbiota y los demás organismos desintegradores, como las lombrices y los hongos. También es regulador del pH del suelo. [2]

Una composta es producto de la mezcla de materiales orgánicos, en condiciones especificas de tal manera que fomenten su degradación y descomposición. El producto final se usa para fertilizar y enriquecer la tierra de los cultivos.

COMPOSTA= (DES)-COMPOSICIÓN

I.1.1- MÉTODO DE COMPOSTA ACTIVA.

El método de composta activa, es conocido así debido a que la aireación que propicia la descomposición de los materiales orgánicos es realizada por métodos artificiales, como son:

* Mecánico o automáticos (con la implementación de mecanismos) fig. I.-2.

Fig. I.-2: Maquina para revolver materiales orgánicos.

Fig. I.-3: Método manual de elaboración de composta.

* Manuales (removida por herramientas como pala, bieldo, etc.) fig. I.-3.

* Inyección de aire (por medio de tubos perforados) y extracción de aire (en ésta se colocan tubos y se absorbe el aire del exterior). fig. I.-4.

Fig. I.-4: Método de inyección de aire.

I.1.2.- MÉTODO DE COMPOSTA PASIVO.

El método de composta pasivo, es llamado así pues la aireación de los materiales se da de manera natural, sin la intervención del hombre para la generación de la composta, se caracteriza por ser un proceso que lleva mucho tiempo para que se lleve a efecto la descomposición de los materiales, un ejemplo de ello lo podemos observar en la fig. I.-5.

Esta se lleva dentro de la naturaleza en las áreas verdes donde la caída de hojas, la lluvia y la fauna y micro-fauna llevan el proceso acabo.

Fig. I.-5: Método de composta pasivo, como se da en la naturaleza.

I.2.-FASES DE LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTA.

1.-MESOFÍLICA: los microorganismos mesófilos presentes en el material de la pila o en la atmósfera comienzan a descomponer los productos orgánicos:
* Se desprende calor y consecuentemente, el aumento de la temperatura
* Se producen ácidos orgánicos, por lo que el pH desciende.

2.-TERMOFÍLICA: cuando la temperatura sube a 40ºC se produce la invasión de los microorganismos termófilos. Éstos, a su vez, continúan la descomposición, por lo que la temperatura sigue aumentando hasta valores de 60ºC o mayores. A esta temperatura se destruyen los hongos, y los microorganismos que actúan son actinomicetos y bacterias productoras de esporas. En esta fase se degradan las sustancias fácilmente degradables como proteínas, azúcares, grasas y almidón. La hidrólisis de las proteínas produce la liberación de amoniaco, por lo que el pH desciende. Para evitar pérdidas de nitrógeno en forma de amonio, conviene mantener la temperatura inferior a 55ºC.

3.-ENFRIAMIENTO: una vez descompuestas las sustancias anteriores, la temperatura comienza a descender y los hongos y demás microorganismos mesófilos que han sobrevivido en los puntos más fríos de la pila comienzan a multiplicarse rápidamente, y descomponen productos más complejos como la celulosa.

4.-MADURACIÓN: las tres primeras fases duran unas pocas semanas, sin embargo, para la maduración se requieren varios meses. En esta última fase se forman las sustancias húmicas. Algunos microorganismos como los actinomicetos producen antibióticos en esta fase, lo cual se ve en la fig. I.-6, [3].

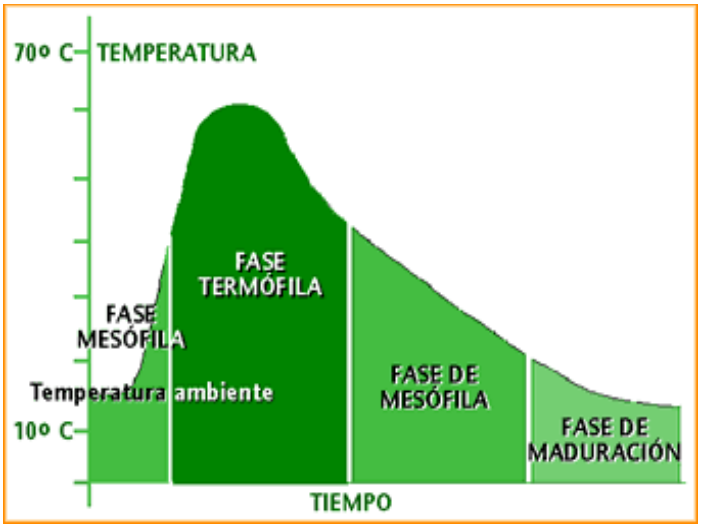


Fig. I.-6: Fases de la producción.

I.3.- ANTECEDENTES DEL COMPOSTEO.

El composteo era practicado en la Antigüedad desde hace miles de años, los chinos han recogido y compostado todas las materias de sus jardines de sus campos y de sus casas, incluyendo materias fecales. En el Oriente Próximo, en las puertas de Jerusalén había lugares dispuestos para recoger las basuras urbanas: unos residuos se quemaban y con los otros se hacía composta. El descubrimiento, después de la Primera Guerra Mundial, de los abonos de síntesis química populariza su utilización en la agricultura. En los últimos años se ha puesto de manifiesto que tales abonos químicos empobrecen la tierra a mediano plazo.

De forma tradicional, durante años, los agricultores han reunido los desperdicios orgánicos para transformarlos en abono para sus tierras. Compostar dichos restos no es más que imitar el proceso de fermentación que ocurre normalmente en un suelo de un bosque, pero acelerado y dirigido. El abono resultante proporciona a las tierras a las que se aplica prácticamente los mismos efectos benéficos que el humus para una tierra natural.

El desarrollo de la técnica de compostaje a gran escala tiene su origen en la India con las experiencias llevadas a cabo por el inglés Albert Howard desde 1905 a 1947. Su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos. Su método, llamado método lndore, se basaba en fermentar una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales, y humedecerla periódicamente.

La palabra composta viene del latín componere, juntar; por lo tanto es la reunión de un conjunto de restos orgánicos que sufre un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, es decir, que en él, el proceso de fermentación está esencialmente finalizado. El abono resultante contiene materia orgánica así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, necesarios para la vida de las plantas.

Fue en el año 1925 cuando en Europa comenzó a estudiarse la posibilidad de descomponer a gran escala las basuras de las ciudades con la puesta en marcha del método Indú lndore. En la ciudad holandesa de Hanmer se instaló en 1932 la primera planta de composta hecho con las basuras urbanas, A principios de la década de los 60, había en Europa 37 plantas, Dicho número aumentó considerablemente durante dicha década, y a principios de los 70 se llegó a 230 plantas, destacando Francia y España, instalándose en éste último sobre todo plantas de composta en el Levante y Andalucía. Sin embargo, a partir de mediados de los setenta la evolución se estancó y se cerraron numerosas plantas.

Una de las causas de éste estancamiento fue la deficiente calidad del abono orgánico producido (no se hacía separación previa en origen de la materia orgánica de los residuos sólidos urbanos) y el poco interés de los Agricultores.

En la actualidad, según el Ministerio del Medio Ambiente Español, las plantas de composta existentes en España son 24, que tratan 1770,061 Tm y el abono orgánico producido es de 365,239 Toneladas/año, con lo cual el rendimiento composta es de 21.98%. La calidad del producto es variable, pero puede afirmarse que su tendencia es a mejorar por la implantación de modernas instalaciones de tratamiento y por la mejora de las condiciones de fermentación.

Esencialmente, se trata de enriquecer la tierra del jardín o del huerto y, al mismo tiempo, defender el medio ambiente. El jardín se enriquece y aporta un suelo más vivo en microbios e invertebrados y más rico en minerales, si reproducimos racionalmente el ciclo de degradación de los elementos vegetales que tiene lugar en la naturaleza.

Defenderemos el medio ambiente si aprovechamos el 30% de las materias orgánicas que contienen los residuos sólidos urbanos o basuras domésticas, éstos se transformarán en minerales y humus (sustancia marrón resultante de la descomposición de vegetales y animales microscópicos). La base esencial del suelo fértil consiste en la mezcla de arcillas y humus. Sus partículas en la superficie llevan cargas eléctricas que retienen los elementos nutrientes y el agua. Evitaremos también que la parte más pesada de la basura sea enterrada en vertederos o incinerada. Todo ellos, con el consiguiente despilfarro de energía y generación de gases, causas principales del cambio climático.

En la actualidad los cultivos requieren mayor intensidad, lo que conlleva a un aumento en las dosis de fertilizantes [4].

I.4.- ANTECEDENTES DEL COMPOSTEO EN MÉXICO.

Las primeras plantas de compostaje en México se construyeron a finales de la década 1960 y principios de la década 1970. Estas plantas generaron grandes expectativas; los objetivos de los promotores en esa época eran similares a los que se tienen hoy en día: recuperar materias primas para la industria de reciclaje, prolongar la vida útil de los sitios de disposición final, y mejorar la calidad de vida de los pepenadores. Para lograr estos objetivos, los gobiernos municipales o estatales invirtieron capital para acondicionar los sitios de operación, adquirir la maquinaria necesaria y capacitar a los operadores.

Un estudio piloto del INE realizado en el año 2005 identificó 61 plantas de compostaje, que estaban operando, o que hubieran operado en algún momento, en México. El enfoque del estudio fue la zona centro del país, así es que los resultados no reflejan la totalidad de las experiencias al nivel nacional; es de esperarse que existan y hayan existido más plantas en el resto de la República. Sin embargo, la muestra estudiada es importante y da elementos para un análisis de la operación de plantas municipales de compostaje en México.

Tal es el caso de las plantas de la UNAM, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).En la tabla I.1 se muestran los nombres, la ubicación y la situación actual de las 38 plantas de compostaje que se identificaron en el estudio.

Como se mencionaba anteriormente, el enfoque del estudio fueron los estados de México, Morelos y el Distrito Federal, lo cual explica la predominancia de plantas, que no incluye el total, en estas entidades. Cabe mencionar que los tamaños de las plantas varían mucho, desde la Planta de Bordo Poniente, que recibe aproximadamente 10 toneladas de residuos orgánicos al día, hasta plantas que reciben de 1-2 toneladas en el transcurso de un mes, como también cabe decir que solo se muestran las que siguen funcionando o están siendo reactivadas.

Tabla I.-1. Listado de plantas de compostaje identificadas.		
NOMBRE	Lugar	Situación actual
PdC Bordo Poniente	DF	activa
PdC de la Deleg. Alvaro Obregón	DF	activa
PdC de la Deleg. Milpa Alta (5 plantas)	DF	activa
PdC de la Deleg. Xochimilco	DF	activa
PdC del Centro de Educ. Ambiental Ecoguardas	DF	activa
PdC del Centro de Educ. Ambiental de Xochimilco	DF	activa
PdC de U H Independencia en la Deleg. Magdalena Contreras	DF	activa
PdC piloto de la UAM Iztapalapa	DF	activa
PdC de la UNAM	DF	activa
PdC del IPN	DF	activa
PdC del ÍTEMS	DF	activa
PdC de residuos de pescados	DF	activa
PdC de Cuautitlán Izcalli	México	activa
PdC del Centro de Educ. Ambiental Yauclika	México	activa
PdC de Cuautitlán México	México	activa
PdC de Atizapán de Zaragoza	México	activa
PdC de Capulhuac	México	activa
PdC de Texcalyacac	México	activa
PdC de San Lorenzo Huehuetitlan Tianguistenco	México	activa
PdC de Xalatlaco	México	activa
PdC de Amecameca	México	Activa
PdC de Nezahualcóyotl	México	Reactivando
PdC de Tepetlixpa	México	activa
PdC de Tultitlán	México	reactivando
PdC de Cocotitlán	México	reactivando
PdC de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez	México	activa
PdC de la Universidad Autónoma Chapingo	México	activa
PdC de Toluca	México	activa
PdC de Valle del Bravo	México	construcción
PdC Setter	Morelos	activa
PdC de Jiutepec	Morelos	activa
PdCTIPMOR	Morelos	activa
PdC de Cuernavaca	Morelos	activa
PdC Rancho Los Molinos	Morelos	activa

La tabla I.2 resume el tipo de residuos que recibe cada planta, la fuente de dichos residuos y el destino que se da a la composta producida. Se observa que el tipo de residuo más común en las plantas es la poda de jardín, seguido por residuos orgánicos de alimentos (que pueden ser de mercados o de separación doméstica).

Tabla I.-2 Tipos de residuos

Nombre	Tipo de residuos*	Fuente de los residuos	Destino de la composta
PdC Bordo Poniente	I, II y IV	Áreas verdes, alimentos de la Central de Abastos.	Parques y jardines de las delegaciones del DF, áreas verdes de escuelas.
PdC Deleg. Álvaro Obregón	I y III	Áreas verdes y jardines de la delegación.	Áreas de cultivo, parques y jardines de la delegaciones
PdC Deleg. Milpa Alta (5 plantas)	I y II	Áreas verdes y jardines de la delegación	Distribución hortalizas y huertos frutales.
PdC Deleg. Xochimilco	I y III	Áreas verdes de la delegación	Programa de reforestación de la zona con Chapingo.
PdC Centro de Educ. Amb.Ecoguardas	I y II	Áreas verdes del Centro y desperdicio de escuela	Áreas verdes del Centro educativo
PdC UNAM	I	Áreas verdes y jardines de la UNAM	Áreas verdes y jardines de la UNAM
PdC UAM Iztapalapa	I, II, V	Pañales desechables	Áreas verdes y jardines de la UAM
PdC del IPN	I	Áreas verdes del IPN	Áreas verdes y jardines del IPN
PdC ITESM	I y II	Áreas verdes y jardines del ITESM	El vivero del campus para la producción de plantas para áreas verdes y jardines del ITESM
PdC de Cuautitlán Izcalli	I y III	Jardines del municipio y algunas industrias.	Jardines y áreas verdes del municipio, canchas de fútbol
PdC de Atizapán de Zaragoza	I, II y III	Ranchos y jardín del municipio.	Venta y donación para fomentar el programa de separación.
PdC de Capulhuac	II	Residuos orgánicos de mercados y otros servicios	Venta y donación para fomentar el programa de separación
PdC de Xalatlaco	I y II	Residuo domiciliario de los habitantes del municipio	N/D
PdC de Amecameca	I y II	Podas de jardín del vivero y panteón.	Venta a agricultores
PdC de Tlalmanalco	II	Residuo domiciliario de los habitantes del municipio	Venta de la composta a personas relacionadas con la floricultura.
PdC de Tepetlixpa	I, II y III	Podas, estiércol y desechos .	Áreas verdes y jardines de la escuela; regalo a los agricultores.
PdC de Cocotitlán	II	Residuos domiciliarios de un mercado local	Venta a futuro de la composta
PdC Fidel Velázquez	II	Residuos domésticos de alumnos	Restauración de suelos de la universidad
PdC TepozEco	I, II y V	Áreas verdes del municipio de Tepoztlán.	Ejidatarios y municipio de Tepoztlán
PdC TIPMOR	I	N/D	Venta a floricultores y viveros
PdC Teocelo	II	Basura orgánica separada del 85% de la población.	Alos que cultivan en invernadero el jitomate y el chile morrón

* A continuación se muestra la tabla I.-3 descripción de los tipos de residuos mencionados en la tabla I.2

Tabla I.-3 Tipos de residuos(complemento):
I: poda de jardín.
II: residuos de alimentos.
III: residuos de animales/estiércol.
IV: lodos.
V: excreta humana.
VI: residuos sólidos urbanos separados fuera del origen.

En varios casos se incorpora también estiércol de caballerizas. En algunos casos se reciben lodos de plantas de tratamiento de aguas y en dos casos, bajo mucha supervisión e investigación, se incluyen excretas humanas (que en el proceso quedan libres de patógenos).

Los residuos provienen en su mayor parte de parques, jardines y mercados municipales, si bien también se reciben residuos de ranchos, caballerizas, huertos y otras operaciones agropecuarias, así como de programas de separación doméstica de residuos orgánicos. El uso principal de la composta producida es para parques y jardines municipales e instituciones educativas. El tiempo de producción de la composta en las plantas estudiadas varía entre 2 y 6 meses.

La mayor parte de las plantas de compostaje son operadas por organismos públicos municipales, seguidos por instituciones educativas. El Gobierno del Distrito Federal opera la PdC más grande de la República Mexicana, la planta de Bordo Poniente, ubicada en el antiguo Lago de Texcoco dentro del territorio del Estado de México. Las delegaciones del DF que cuentan con una PdC operan en predios asignados por cada delegación. Las otras plantas de compostaje de la Ciudad de México son administradas por instituciones de educación superior o centros educativos. Tal es el caso de las plantas de la UNAM, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). [5]

I.5.- ANTECEDENTES DE LA PLANTA DE COMPOSTEO DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL [6].

Dentro de la Unidad Profesional "Adolfo López Mateos" (UPALM), del Instituto Politécnico Nacional, se encuentra trabajando hace aproximadamente 10 años la Planta de Producción de Composta y Vivero, la cual se generó como una respuesta a la gran problemática que representa el manejo interno de los residuos sólidos, principalmente los orgánicos resultantes del mantenimiento de sus áreas verdes.

La UPALM se encuentra ubicada en la Delegación. Gustavo A. Madero, Distrito Federal, cuyas colindancias de ésta Delegación son, al Norte y Éste con el Estado de México, al sur con Venustiano Carranza y Cuauhtémoc, y al Oeste con Azcapotzalco y el Estado de México. La Delegación Gustavo A. Madero ocupa un 5.9 % de la superficie del DF, cuyas coordenadas geográficas son, al Norte 19° 36 y al Sur 19° 27 latitud norte, al Éste 99° 03 y al Oeste 99° 11 longitud Oeste, su clima es Templado, sub-húmedo, con lluvias en verano.

La Planta de Producción de Composta y Vivero (PPCyV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), es una entidad operada por la División de Servicios generales de la Secretaría de Administración (DSGSA), que durante más de 10 años ha recolectado y procesado los residuos orgánicos resultantes del mantenimiento de las áreas verdes de la UPALM, Zacatenco así como de otras unidades pertenecientes al lPN.

En el año de 1996, cuando se encontraba como Jefe de División el contador público Cruz Calderón, se acondicionó el tiradero de desechos de la Unidad Profesional "Adolfo López Mateos" como parte del "Proyecto Piloto Para Reciclar Desechos de Papel y Reducir los Residuos Sólidos en la Unidad profesional Adolfo López Mateos", siendo la directora del proyecto la Ing. Bioquímica Ezmirna Betanzos Velasco, que contó con el apoyo de la Ing. Araceli Sánchez Segura, la Ing. Margarita P. Reyes Quintero, el Dr. Francisco Javier Aceves, el Dr. Vicente López Mercado y el Biólogo Rogelio Bailón. Siendo el último quien realizó los primeros ensayos de composta utilizando hojas, pasto, tierra, estiércol y lodos provenientes de cloacas adjuntas al terreno.

Hacia 1997 el proyecto se hizo oficial y la elaboración de composta formó parte activa dentro del proyecto, utilizándose como materia prima pasto, hoja (se recibían 10 camiones aproximadamente al año, procedentes de los campos de fútbol y zona académica) y estiércol (procedente del rancho de la villa).

Entre 1997 y 1998 se comenzaron a utilizar algunos inóculos, lodos y aguas residuales, a su vez se instalaron estructuras metálicas y plásticos para invernadero, con el fin de favorecer la aeración, la humedad y el aumento de temperatura (parámetros necesarios para estimular la acción de los microorganismos).

En 1998 se realizaron análisis fisicoquímicos, como el contenido de potasio, de nitrógeno y la relación de éste con el carbono así como de materia orgánica entre otros parámetros de importancia para conocer la calidad de la composta, lo cual tenía como propósito el lograr una calidad competitiva con los fertilizantes y abonos ya utilizados por el Instituto para el cuidado y mejora de sus áreas verdes. En éste periodo fue abierta la segunda parte del tiradero, la cual conformaría la PPCyV en su totalidad, con éste acto se lograron captar mayores volúmenes de materiales para ser transformados en composta y la producción se incrementó considerablemente.

En 1999 se eliminaron los lodos, las aguas residuales y el estiércol, debido al mal olor y fauna nociva que se producía, además del riesgo que se corría al no alcanzar las temperaturas que se requieren para eliminar agentes patógenos que podrían en un momento dado contaminar el terreno en el que se aplicara la composta, o bien al intentar eliminar agentes patógenos elevando la temperatura se podrían eliminar bacterias y hongos beneficiosos para la elaboración de la composta y así empeorar la calidad de los suelos en donde ésta pudiese ser aplicada.

A partir del año 2000 se comienzan a lograr avances significativos con respecto al manejo del vivero, se establece el espacio requerido para los viveros actuales y a futuro, es también en éste año que se comienza con la difusión de la PPCyV en planteles pertenecientes al IPN y en otras instituciones de educación superior, principalmente, con la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Autónoma Chapingo.

Se ha modificado constantemente la estrategia de producción de composta según las actuales necesidades de reducción, reutilización y reciclado, manejados en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, y en espera de futuros avances con respecto al manejo y uso adecuado de residuos sólidos. La PPCyV ha sufrido modificaciones, principalmente sobre su infraestructura, uno de estos es el de su desalojo ocurrido en Noviembre del 2005 para ubicar en su lugar instalaciones con funciones distintas (Construcción del Almacén general de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas) y su reubicación a un costado del terreno antes ocupado.

Antes de la reubicación de la planta, se contaba con datos aproximados sobre las cantidades y tipos de residuos sólidos generados dentro de la UPALM, por lo que desde hace más de 10 años, se han creado programas para el conocimiento exacto de estas cantidades así como de su incremento, y con esto implementar las medidas más correctas para lograr un correcto manejo de los residuos generados.

De lo anterior, actualmente se ha tomado medidas para propiciar la conservación y mantenimiento apropiado de la PPCyV, entre estas medidas se tiene la creación de espacios dentro de las instalaciones de la planta para la investigación, generándose proyectos de gran importancia que buscan el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Mediante la elaboración de estadísticas, realizadas por la DSGSA, en colaboración con un grupo interdisciplinario de prestadores de servicio social perteneciente al Programa de Servicio Social en Saneamiento Ambiental (PROSSSAM) se ha estimado que el volumen anual generado de residuos de jardinería dentro de las instalaciones de la UPALM asciende a un poco más de 750 Toneladas por año, de los cuales la PPCyV procesa actualmente el 80%, a partir de lo que genera anualmente alrededor de 470 Ton de composta.

Los datos anteriores fueron obtenidos mediante el llenado de bitácoras en su momento implantadas (abril 2005) para la recepción de los materiales a compostear y salida de composta madura. Entre la información obtenida mediante el llenado de las bitácoras (información recabada de abril a octubre del 2005), se obtuvo una cantidad máxima de recepción de materiales de 20 toneladas semanales durante la época de lluvias que comprende los meses de Julio, Agosto y Septiembre y una reducción en estas cantidades del 60% en temporada de sequía. Lo anterior indicaba que se contaba con un promedio mensual de 56 toneladas de material disponible (hojas, ramas, troncos y pasto) para el levantamiento de pilas, y mediante observaciones del tren de producción y la disponibilidad de mano de obra, se estimo que era posible levantar 7 pilas de composta en un mes.

De la investigación del mercado de fertilizantes naturales, y en especial, de la composta se obtuvo un precio promedio de $5.8 por kilogramo y mediante el análisis económico, se obtuvo un valor monetario anual estimado de la composta cercano a los $170,000.00 mensuales. Cabe mencionar que por la naturaleza de la PPCyV no se obtiene éste ingreso debido a que la composta se dona íntegramente al mantenimiento y embellecimiento de las áreas verdes del instituto, sin embargo, éste dato ha sido usado para sustentar la importancia de la existencia de la misma.

Dicho ingreso generado es considerado bruto, pues de él todavía se debe sustraer todos los costos de producción y administración, sin embargo las proyecciones de factibilidad económica de la planta hasta ahora muestran alentadoramente que es un proyecto que puede mantenerse, ya que básicamente los gastos de producción se limitan a la compra de poliuretano (material de cubierta para las pilas de fermentación) y a servicios (agua).

La PPCyV a su vez reduce la problemática de la disposición de los residuos generados en el Instituto, ya que hasta antes de la existencia de la planta, los residuos (principalmente los generados por las podas) se llevaban al tiradero Bordo Poniente, Xochiaca, generando gastos por alrededor de $350 por camión enviado, es decir, $350 por 8 toneladas de residuos. Si se tiene presente que todavía durante el 2004 los reportes de recolección de residuos dictaban que el 60% de ellos se disponían en el tiradero, esto resulta en una cantidad de aproximadamente 400 toneladas con un costo anual de disposición de cerca de $20,000.00

CAPÍTULO II

MAQUINARIA Y EQUIPO PARA REMOVER LOS MATERIALES ORGÁNICOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOSTA.

II.1.- MAQUINARIA Y EQUIPO PARA REMOVER LOS MATERIALES ORGÁNICOS EN LA ELABORACIÓN DE COMPOSTA.

Dentro de éste capitulo se analizaran las opciones que existen en el mercado para llevar acabo la producción de composta entre las cuales están:

* Mezclado con los restos de poda y hojarasca.

* Volteo de las pilas de composta.

* Volteadoras autopropulsadas.

* Volteadoras de túnel o de compostaje linear.

Observe las siguientes fig.-1, 2, 3 y 4 que son ejemplos de los equipos utilizados. Que son los métodos para humedecer y remover las pilas de composta para producir de manera más rápida y efectiva el humus.

Dentro de estos métodos se observaran las características así como ventajas y desventajas que presentan estas opciones para proponerlas dentro de la producción del Instituto Politécnico Nacional.

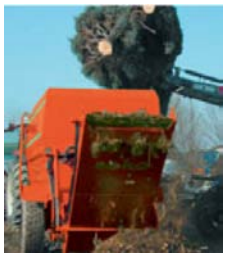


Fig. II.-1: Mezclado de materiales de composta.

Fig. II.-2: Volteadoras de mesetas autopropulsadas.

Fig. II.-3: Volteo de las pilas.

Fig. II.-4: Volteadoras de túnel.

II.1.1.- MEZCLADO DE LOS RESTOS DE PODA Y HOJARASCA.

Éste es uno de los sistemas utilizados en diversos países para remover las pilas de composteo realizadas con desechos de la poda de árboles.

Existen homogeneizadores, trituradores universal móviles y estacionarios para preparar los residuos de las podas estructurantes y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de composteo, observe la fig. II.-5.

El rendimiento de mezclado depende de la carga, del material y del estado de las herramientas de corte. Están ideados para la homogenización y mezcla de residuos orgánicos o lodos de depuradora que desprenden malos olores con fracción vegetal, paja, virutas de sierra, etc., así como mezcla de lodos de depuradora y rechazos para un compostaje optimizado.

Para la operación de trituración, mezclar y homogeneización una serie de "sin fines" mantienen el material en un movimiento circular intensivo. Es decir se trata de un equipo de trituración, mezcla y homogeneización todo en uno.

Figura II.-5: Mecanismo de funcionamiento de mezcladoras de composta.

Al alimentar mediante una transportadora y una báscula electrónica, es posible una definición exacta de la proporción de mezcla y una automatización. Se trata de una alternativa para un completo y correcto volteo del material de composta con la finalidad de airearlo y homogenizarlo para obtener una rápida y óptima maduración. Existen toda una gama también para éste tipo de maquinaria, con versiones a la toma de fuerza del tractor, autopropulsados con motores eléctricos o de gasolina, remolcados, etc. Y con un rendimiento que va desde los 10 hasta los 100 m3/h dependiendo del modelo.

Estos equipos presentan una buena opción para el sistema automático de composteo, pero tienen las siguientes desventajas para nuestro proceso:

* Tamaño (requieren de grandes espacios para su operación)
* Necesitan maquinaria externa que haga el llenado del equipo
* La producción es dependiente de la cantidad y calidad de alimentación
* Es fijo (no desplazable)

Logra la mezcla de muy buena calidad, airea de manera efectiva.
Según los requerimientos de la planta de composteo del instituto estos equipos esta descartados para la aplicación por sus características.

Los modelos:

* SAM 4 400/50-G/T (Marca Seko)
* 3425 SINGLE SCREW MIXER (Marca Jay lor)
* Mashmaster 1300 SE Station (Marca Komptech)

Estos tres son equipos diseñados para la mezcla y trituración del material de composteo de distintas marcas Europeas que han sido implementadas en diferentes plantas de composteo.

II.1.1.1.-SAM 4 400/50-G/T (Marca Seko).

Observe la fig. II.-6 vista lateral del mismo, así como la tabla II.1. donde se concentran sus características.

Tabla II.-1: Características del equipo SAM 440/50-g/t.

Marca/Modelo	SAM 4 400/50-G/T
Longitud en mm.	4570
Ancho en mm.	1700
Altura en mm.	2070
peso en Kg.	200
Potencia CV	40
Rendimiento m^3/h	18

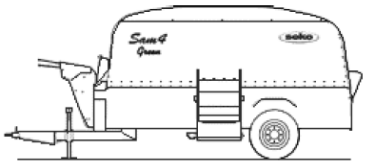


Fig. II.-6: Vista lateral del equipo “Seko”.

Éste equipo requiere ser llenado por otra maquinaria adicional es móvil solo cuando el equipo no se encuentra procesado ningún material, y ocupa un espacio considerable para realizar las vueltas o cambios de posiciones.

II.1.1.2.- 425 SINGLE SCREW MIXER (Marca Jay lor).

Funciona directamente a la toma de fuerza del tractor, En la fig. II.-7. podemos observar el equipo así como en la tabla II.-2. sus características.

Tabla II.-2: Características del equipo 425 single.	
Marca/Modelo	425 SINGLE SCREW MIXER
Longitud en mm.	5.156
Ancho en mm.	2.451
Altura en mm.	2.642
peso en Kg.	3.640
Potencia CV	70
Rendimiento m^3/h	35

Fig. II.-7: 425 SINGLE SCREW MIXER.

II.1.1.3.-MASHMASTER 1300 SE STATION (MARCA KOMPTECH).

El modelo KOMPTECH MASHMASTER 1300 SE station es un homogeneizador triturador universal móvil y estacionario para preparar la materia orgánica y producir una mezcla inicial óptima para el proceso de compostaje.

Rendimiento: El rendimiento de mezclado depende de la carga, del material y del estado de las herramientas de corte. Un rendimiento máximo de hasta 55 m^3/h es perfectamente posible. Gran durabilidad gracias a las herramientas resistentes al desgaste y gracias al depósito con fondos intercambiables observe la fig. II.-8. y la tabla II.-3 donde se resumen sus características.

Tabla II.-3: Características del equipo mashmaster 1300.	
Marca/Modelo	Mashmaster 1300 SE Station
Longitud en mm.	6,740
Ancho en mm.	2,200
Altura en mm.	3,265
peso en Kg.	4700
Potencia CV	110
Rendimiento m^3/h	55

Fig. II.-8: Mashmaster 1300 SE Station.

II.1.2.-VOLTEO DE LAS PILAS DE COMPOSTA.

El método más común para producir composta suele ser el sistema de pilas volteadas. En éste sistema, los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila.

Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados. La forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila. El tamaño y la forma de las pilas se diseñan para permitir la circulación del aire a lo largo de la pila, manteniendo las temperaturas en la gama apropiada.

El tamaño óptimo varía con el tipo de material y la temperatura ambiente. Una vez constituida la pila, la única gestión necesaria es el volteo o mezclado con una máquina adecuada. Su frecuencia depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días. Los volteos sirven para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 ºC, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado.

El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se ha usado con éxito para compostar estiércol, restos de poda y fangos. El proceso logra buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras se mantienen las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Comúnmente se usan palas cargadoras para voltear la composta, si bien hay cada vez más maquinaria especializada en el volteo de la composta con el objeto de obtener un producto de la máxima calidad.

El volteo debe hacerse evitando que las máquinas volteadoras pasen por encima de la pila y la compacten. Los lados de las pilas pueden ser tan verticales como lo permita el material acumulado.

Son máquinas que mediante diversos mecanismos remueven o trasladan la composta permitiendo una buena aireación. Muchos de ellos se basan en un eje rotor acanalado o dentado, remueven a lo largo de la pila, sin destruir su estructura.

II.1.2.1.-VOLTEADORAS A LA TOMA DE FUERZA DEL TRACTOR.

Este tipo de volteadoras fig. II.-9, se basan en la tecnología anteriormente citada consistiendo en un brazo acoplable al tractor que puede controlarse mediante un sistema electro-hidráulico, permitiendo remover la composta respetando la forma de la pila. Éste sistema es ideal para pequeñas explotaciones de composta con pilas de aproximadamente 3 m de ancho y 1,6 m de altura, estando muy indicadas para procesar de volteos de calidad utilizando la fuerza de un tractor.

Fig. II.-9: Volteadora a la toma de fuerza del tractor.

Presentan una buena opción, para la remoción de materiales orgánicos, su desventaja es que toma la fuerza del tractor con un acople mecánico, especial lo cual nos obliga a la compra del removedor y el tractor.

II.1.2.1.1.-TOPTURN 300 (MARCA KOMPTECH).

El modelo KOMPTECH TOPTURN 300, fig. II.-10 es una volteadora de composta acoplable a un tractor. Es uno de los modelos más pequeños para voltear pilas triangulares en pequeñas plantas de compostaje. Voltear entre 300 y 400 m^3/h es perfectamente posible, la máquina puede trabajar con un ancho máximo de trabajo de 3 m y una altura de la pila de hasta 1,6 m, observemos algunas otras características en la tabla II.-4.

Tabla II.-4: Características del equipo topturn 300.

Marca/Modelo	Topturn 300
Longitud en mm.	2,250
Ancho en mm.	2,225
Altura en mm.	2,050
peso en Kg.	3,100
Potencia CV	60
Rendimiento m^3/h	400

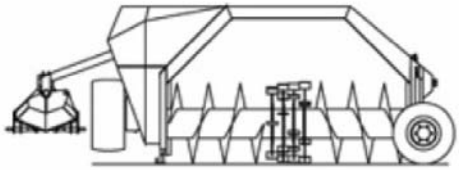


Fig. II.-10: KOMPTECH TOPTURN 300.

II.1.2.1.2.-VOLTEADORA TBU 3P (MARCA WILLIBALD).

Otra forma de airear las pilas es mediante volteadoras que desplazan lateralmente la columna mediante una cinta transportadora transversal, creando de esta forma una nueva pila paralela. De éste tipo de volteadora, existen modelos que funcionan a la toma de fuerza del tractor. La fig. II.-11 muestra éste equipo y la tabla II.-5 nos despliega sus características.

Fig. II.-11: Volteadora lateral a la toma de fuerza del tractor TBU 3P.

Tabla II.-5: Características del equipo TBU3P.	
Marca/Modelo	TBU 3P
Longitud en mm.	3450
Ancho en mm.	2450
Altura en mm.	4850
peso en Kg.	3,100
Potencia CV	60
Rendimiento m^3/h	1200

II.1.3.-VOLTEADORAS DE COMPOSTA AUTOPROPULSADAS.

También son muy comunes volteadoras de composta que se autopropulsan mediante motores eléctricos o gasolina, a través de orugas o ruedas. Estos modelos son apropiados para instalaciones desde tamaño pequeño-medio o hasta grandes proyectos de compostaje con demanda de altos rendimientos.

A su vez existen dos tipologías de máquinas volteadoras autopropulsadas.

* Volteadoras de meseta
* Volteadoras triangulares

Para nuestro proceso de producción de composta dentro del Instituto Politécnico Nacional, observamos que las volteadoras de meseta son una opción no funcional debido a que el ancho para su operación optima es bastante considerable lo cual no concuerda con las dimensiones de las instalaciones.

Dentro de las opciones que presenta una volteadora de tipo triangular, es posible realizar diseños con dimensiones adecuadas para nuestro fin, utilizando algunas de las características de los equipos actuales acondicionándolas para maniobrar dentro del área de la pila deseada.

II.1.3.1.-VOLTEADORAS DE MESETA.

Voltea la estructura gracias a la extracción del material mediante un transportador de cadena y la descarga del material descompactado a través de una transportadora, observe la fig. II.-12. Cuentan con un al rascador y una pala para evitar atascos y construyen de forma controlada la meseta volteada a través de la velocidad de 2 escalones de la transportadora. Suelen ser máquinas que presentan un gran rendimiento.

Fig. II.-12: Volteador de meseta.

II.1.3.1.1.-SIDETURN 2000 (MARCA KOMPTECH).

Actualmente, es la volteadora de compostaje en meseta con el rendimiento más alto, voltear entre 1000 y 1500 m3/h es perfectamente posible, puede trabajar con un ancho de extracción de 2 m y una altura de la meseta de 3,5 m. Alta resistencia al desgaste de las herramientas de Hardox; dientes intercambiables en los listones de transporte. Chasis de neumáticos anchos muy maniobrable, con dirección pivotante y accionamiento hidrostático de rueda de dos escalones: hasta 3 km/h durante el volteo, hasta 11 km/h para maniobras rápidas. Posición del conductor con total visibilidad fuera de la zona de vapores con puesto de trabajo ergonómico: palanca multifunción, informador de serie con aire acondicionado, filtro de polvo y radio, preparado para ventilación protectora. observe la fig. II.-13, así como algunas características más en la tabla II.-6.

Fig. II.-13: Sideturn 2000.

Tabla II.-6: Características del equipo SIDERTURN 2000.

Marca/Modelo	Sideturn 2000
Longitud en mm.	8500
Ancho en mm.	6475
Altura en mm.	4105
peso en Kg.	17,000
Potencia CV	340
Rendimiento m^3/h	1000 -1500

II.1.3.2.-VOLTEADORAS TRIANGULARES.

Cuentan con accionamiento hidrostático de rueda o de oruga, dependiendo de las exigencias y de la disponibilidad de espacio.

Presentan la ventaja de la maniobrabilidad y buena tracción en terrenos muy difíciles. Da una óptima forma de la pila triangular y mezcla perfecta con el tambor de volteo. Existen diferentes modelos para rendimientos bajos o muy altos.
fig. II.-14 Volteadoras triangulares

Fig. II.-14: Volteadoras triangulares.

II.1.3.2.1.-SF 200 (MARCA SANDBERGER).

La SF 200 es una volteadora de mantillo autopropulsada con características ideales para instalaciones de pequeñas dimensiones. La SF 200 es la maquina para la fabricación de composta de alta calidad en pequeñas empresas.
Observa la fig. II.-15 donde podemos ver el equipo funcionando, y en la tabla II.-7 algunas de sus características.

Tabla II.-7: Características del equipo SF 200.

Marca/Modelo	SF 200
Longitud en mm.	2600
Ancho en mm.	1200
Altura en mm.	1400
peso en Kg.	500
Potencia CV	13.6
Rendimiento m^3/h	240

Fig. II.-15: SF 200 (Marca Sandberger).

II.1.3.2.2.-SF 250 (MARCA SANDBERGER).

La volteadora de composta SF250 es una máquina construida con piezas de larga duración, siendo una alternativa a máquinas más caras y grandes fig.II.-16.

Es capaz de voltear pilas de hasta 2.5 m de altura y 1.3 m de anchura. Ideal para producir composta de calidad ya que se garantiza una disponibilidad de oxígeno óptima para bacterias aeróbicas, observe sus características en la tabla II.-8.

Fig. II.-16: SF 250.

Tabla II.-8: Características del equipo SF 250.	
Marca/Modelo	SF 250
Longitud en mm.	3500
Ancho en mm.	2000
Altura en mm.	2500
peso en Kg.	200
Potencia CV	96
Rendimiento m^3/h	800

II.1.3.2.3.-TOPTURN X53 WHEEL (MARCA KOMPTECH).

El modelo KOMPTECH TOPTURN X53 WHEEL es una volteadora de composta autopropulsada de alto rendimiento de la nueva generación para pilas triangulares, vea la fig. II.-17. Es una volteadora de mayor potencia para altos rendimientos y poco espacio ocupado. Un rendimiento de hasta 2000 m3/h es perfectamente posible, la máquina puede trabajar con un ancho máximo de trabajo de 5,0 m y una altura máxima de la pila de 2,4 m, accionamiento hidrostático de rueda o de oruga, dependiendo de las exigencias y de la disponibilidad de espacio, la tabla II.-9 muestra sus características.

Tabla II.-9: Características del equipo TOPTURN X53.	
Marca/Modelo	Topturn X53
Longitud en mm.	4.200
Ancho en mm.	5.350
Altura en mm.	3.980
peso en Kg.	12.500
Potencia CV	340
Rendimiento m^3/h	6500

Fig. II.-17: Topturn X53 wheel.

II.1.4.-VOLTEADORAS DE TÚNEL.

En el compostaje en túnel o lineal, el material se deposita entre dos muros de hormigón. La volteadora automática se desplaza por encima de estos muros removiendo la composta. Con esto se consigue un proceso de compostaje óptimo controlando la temperatura y la humedad. El control del olor también es muy importante. Las ventajas que presenta éste sistema es una mayor facilidad para el control de los parámetros, usándose sobre todo para grandes cantidades de producto a procesar de forma continúa, vea Fig. II.-18-19.

Fig. II.-18: Volteadoras de túnel.

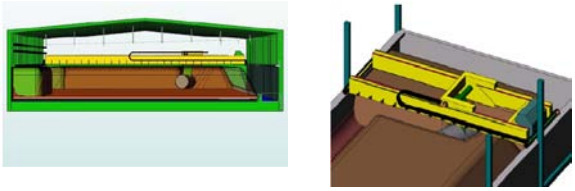


Fig. II.-19: Esquema del sistema de volteadores de túnel.

Actualmente se tiende a realizar el compostaje en naves cubiertas, para reutilizar el agua de los lixiviados y de lluvia para controlar la humedad de la pila, acelerar el proceso en continuo y controlar los olores. El volteado está totalmente automatizado en éste caso. El equipo suele consistir en un dispositivo que se desplaza sobre unos carriles siguiendo una trayectoria rectilínea a lo largo de unas pistas en las que previamente se ha colocado la mezcla a compostar. A la vez que se desplaza el equipo hace girar unas palas solidarias a su eje (situado transversalmente a la pista) de forma que a la vez que mezclan el producto a compostar, lo hace avanzar levemente hacia el final de la pista, en cada volteo.

De esta forma se tiene que en la parte delantera se encuentra la última mezcla de poda de pasto y hoja, y en la parte final de la pista la composta lista para su maduración. Dado que el proceso de aireación se automatiza, se consigue una importante aceleración del proceso de compostaje, obteniéndose una composta para su maduración final, en unos 40 días. Se consigue homogeneidad de las mezclas.

Éste tipo de instalaciones únicamente se recomiendan para compostaje en continuo de una cantidades muy importantes de lodos y residuos de plantas, y que no esté sujeta a variaciones significativas, ya que el proyecto técnico ha de estar perfectamente dimensionado a las necesidades concretas de cada proyecto. Un ejemplo de éste es la fig. II.-20

Fig. II.-20: Volteador de túnel mediante palas.

II.1.4.1.-VOLTEADORA BACKHUS 9.45 (Marca Backus).

La Tabla II.-10 muestra características técnicas del equipo, vea fig. II.-21

Tabla II.-10: Características del equipo BACKHUS 9.45.	
Marca/Modelo	BACKHUS 9.45
Longitud en mm.	3400
Ancho en mm.	4600
Altura en mm.	7300
peso en Kg.	20000
Potencia CV	300
Rendimiento m^3/h	700

Fig. II.-21: BACKHUS 9.45.

II.1.4.2.-VOLTEADOR AUTOMÁTICO MR 6.11 (MARCA SCOLARI)

La volteadora Scolari que se muestran sus características en la tabla II.-11, así como un equipo en la fig. II.-22.

Fig. II.-22: MR 6.11.

Tabla II.-11: Características del equipo MR 6.11.	
Marca/Modelo	MR 6.11
Longitud en mm.	2200
Ancho en mm.	6200
Altura en mm.	2270
peso en Kg.	8000
Potencia CV	280
Rendimiento m^3/h	1000

II.1.4.3.-VOLTEADOR AUTOMÁTICO COMPOST A-MATIC.

En la tabla II.-12 se muestran sus características y en la fig. II.-23 se puede observar físicamente. [7]

Tabla II.-12: Características del equipo COMPOSTA-MATIC	
Marca/Modelo	210 M
Longitud en mm.	2000
Ancho en mm.	3000
Altura en mm.	1700
peso en Kg.	2000
Potencia CV	280
Rendimiento m^3/h	700

Fig. II.-23: Compost A-matic.

II.1.5.-COMPARATIVO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MECANISMOS UTILIZADOS PARA LA REMOCIÓN DE COMPOSTA.

En la tabla II.-13 se organizaron las propuestas antes mencionadas, para hacer un análisis sobre los ventajas y desventajas que estos sistemas tienen para su posible utilización en la planta de composta del Instituto, en términos generales a lo largo del capítulo ya se ha explicado que algunas de las maquinas no se apegan al proceso de producción, principalmente por las dimensiones de las pilas para las que fueron diseñadas, y también por la alta tasa de rendimiento que tienen ya que para la planta se considera que la maquinaria debe tener un rendimiento de 120 m3/h, que es el volumen que tendrán las pilas de composta. Además por condiciones de espacio de la planta se requiere un sistema que pueda desplazar entre las pilas, que por la nueva distribución el espacio entre las pilas es de 3m y los pasillos para maniobra de 4m de ancho.

Tabla II.-13: Ventajas y desventajas de los mecanismos.

MARCA	MODELO	LONGITUD EN mm.	ANCHO EN mm.	ALTURA EN mm.	PESO Kg.	POTENCIA CV	RENDIMIENTO m^3/h
SEKO	SAM 4 400/50-G/T	4570	1700	2070	200	40	18
Jay lor	425 SINGLE SCREW MIXER	5.156	2.451	2.642	3.64	70	35
Komptech	Mashmaster 1300 SE Station	6,750	2,200	3,265	4700	110	55
Komptech	Topturn 300	2,250	2,225	2,050	3,100	60	400
Willibald	TBU 3P	3450	2450	4850	3,100	60	1200
Komptech	Sideturn 2000	8500	6475	4105	17,000	340	1000 – 1500
Sandberger	SF 200	2600	1200	1400	500	13.6	240
Sandberger	SF 250	3500	2000	2500	200	96	800
Komptech	Topturn X53	4.200	5.350	3.980	12.500	340	65
Backus	BACKHUS 9.45	3400	4600	7300	20000	300	700
Scolari	MR 6.11	2200	6200	2270	8000	280	1000
A-matic	210 M	2000	3000	1700	2000	280	700

Al atender las características necesarias mencionadas en el párrafo superior vemos que el sistema que se apega más a las condiciones de trabajo de la planta es el modelo "SF 200 de marca Sandberger" sobre todo por que es la que más se apega al rendimiento buscado, su única desventaja es las dimensiones de ataque que tiene, 10 cm menos en altura y 80 cm menos de ancho respecto a las dimensiones de las pilas que se elaboran dentro del Instituto.

CAPÍTULO III

REESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DENTRO DE LA PLANTA DE COMPOSTA DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.

III.-REESTRUCTURACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DENTRO DE LA PLANTA DE COMPOSTA DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.

Dentro de éste capitulo se analizará la fase uno y dos del proceso, se planteará el diagrama de flujo, se harán los cálculos de volúmenes para determinar el área de almacén, el área para las pilas de fermentación y las cisternas. También tendrán lugar la explicación de los formatos utilizados para el control de inventarios de materiales de entrada, salida, tratamiento de pilas y vehículos que acceden a la planta y en el termino de éste capitulo se observará la planeación semestral de actividades a realizar durante las semanas, los formatos de campo se encontraran en el Apéndice A.

III.1.-FASE UNO DEL PROCESO.

El proceso de composteo tiene sus inicios en el mantenimiento de áreas verdes, con la generación de residuos orgánicos, la recolección con el camión designado por cada unidad académica, hasta ser transportado a las instalaciones de la planta de composta en donde iniciará la reestructuración propuesta en éste trabajo.

Se inicia con el registro del material que llega a la planta, en los formatos de entrada de material, seguido de la entrada al área de descarga o depósito donde según el tipo de material a inspección visual será llevado a su destino que bien pueden ser tres opciones fig. III.-1 que son:

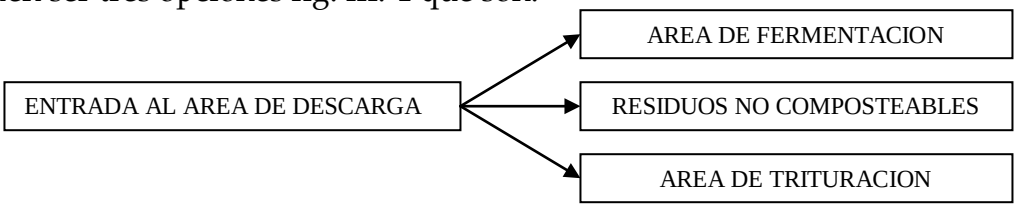


Fig. III.-1: Opciones de entrada de materiales.

* Mandar el material al área de fermentación donde seguirá el proceso.
* Mandar a residuos no composteables a donde llegara el material que saldrá al relleno sanitario debido a que no es utilizado o procesado dentro de nuestro proceso.
* El material que tiene un tamaño muy excedido lo enviaremos al área de trituración donde se almacenará para ser molido en la siguiente fecha establecida para éste fin.

Una vez llevados a efecto estos pasos continuamos con el registro de levantamiento de pila en los formatos que más adelante serán explicados a detalle.

III.1.1.-COMPOSICIÓN DE LAS PILAS DE MATERIALES ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTA.

Se inicia la elaboración de la pila de fermentación dándole longitudes de 20m de largo, 2m de ancho y 1.5m de altura observe la fig. III.-2. Estas serán las medidas de todas y cada una de las pilas que se formen dentro del área de fermentación. Las capas de la pila se darán en el siguiente orden:

* Mulch
* Hoja
* Pasto
* Hoja
* Pasto
* Composta
* Hoja
* Pasto
* Hoja
* Composta

Fig. III.-2: Composición de la pila.

Como la pila esta compuesta por varias capas, que si bien es cierto que su espesor es de 15 cm. también es cierto que el área de la base es mas grande que la de la tapa de cada capa, por lo que para calcular el volumen de cada capa e incluso el de la pila, es necesario calcularla con la ecuación para volumen de pirámide trapezoidal, la cual está dada por la siguiente ecuación:

$$V_{pirami\det rapezoidal} = \left(\frac{A_B + A_b}{2}\right) \times h \text{ .....(1)}$$

Donde: con las ecuaciones 2 y 3 se obtiene los valores a sustituir en la ecuación 1.

$A_B = ancho \times l\arg o =$ área de la base mayor.....(2)

$A_b = ancho \times l\arg o =$ área de la base menor.....(3)

h = distancia entre caras

Tomando las dimensiones de las pilas de composta que propuesta de: 2m x 20m x 1.5m, para calcular el Volumen de materia prima que esta requiere.

III.2.- SEGUNDA FASE DEL PROCESO.

Una vez formada la pila se deja por siete días para llevar a efecto la primer remoción (revoltura), de los componentes así como humedecerla uniformemente a un 60%, llevándose a efecto esta operación cuatro veces, en cada una de estas ocasiones se tomaran datos importantes de las condiciones que tenga como son humedad, pH y temperatura como en la fig. III.-3 que son datos fundamentales para obtener composta de calidad, todo esto dándose dentro de los formatos de tratamiento de las pilas de composta, que analizaremos más adelante.

Fig. III.-3: Toma de temperatura.

Una vez finalizada la 4ª remoción se desplazará el material al área de maduración fig. III.-3 donde se dejará almacenado por 4 semanas donde perderá temperatura y llegará a las condiciones óptimas para ser enviada al área de cernido donde se limpiara de todo tipo de residuo de gran tamaño y se limitara a dar una buena apariencia al producto, dichos residuos serán retroalimentados al área de fermentación, donde serán anexados a un nuevo ciclo de tratamiento. Después se llevará al área de distribución donde según los pedidos o requisiciones de las unidades académicas será enviada en un periodo no mayor a tres días, evitando a toda costa que los materiales se almacenen debido al área reducida con la que se cuenta, en tal caso se sugiere evaluar la posibilidad de comercializar el producto.

Fig. III.-4: Composta finalizada, área de maduración.

III.3.-DIAGRAMA DE FLUJO.

Todo lo explicado en los párrafos anteriores nos lleva a la elaboración de la siguiente fig. III.-5 donde se muestra la secuencia del proceso en un pequeño diagrama de bloques, donde se puntualiza el flujo que debe llevar el proceso de producción.

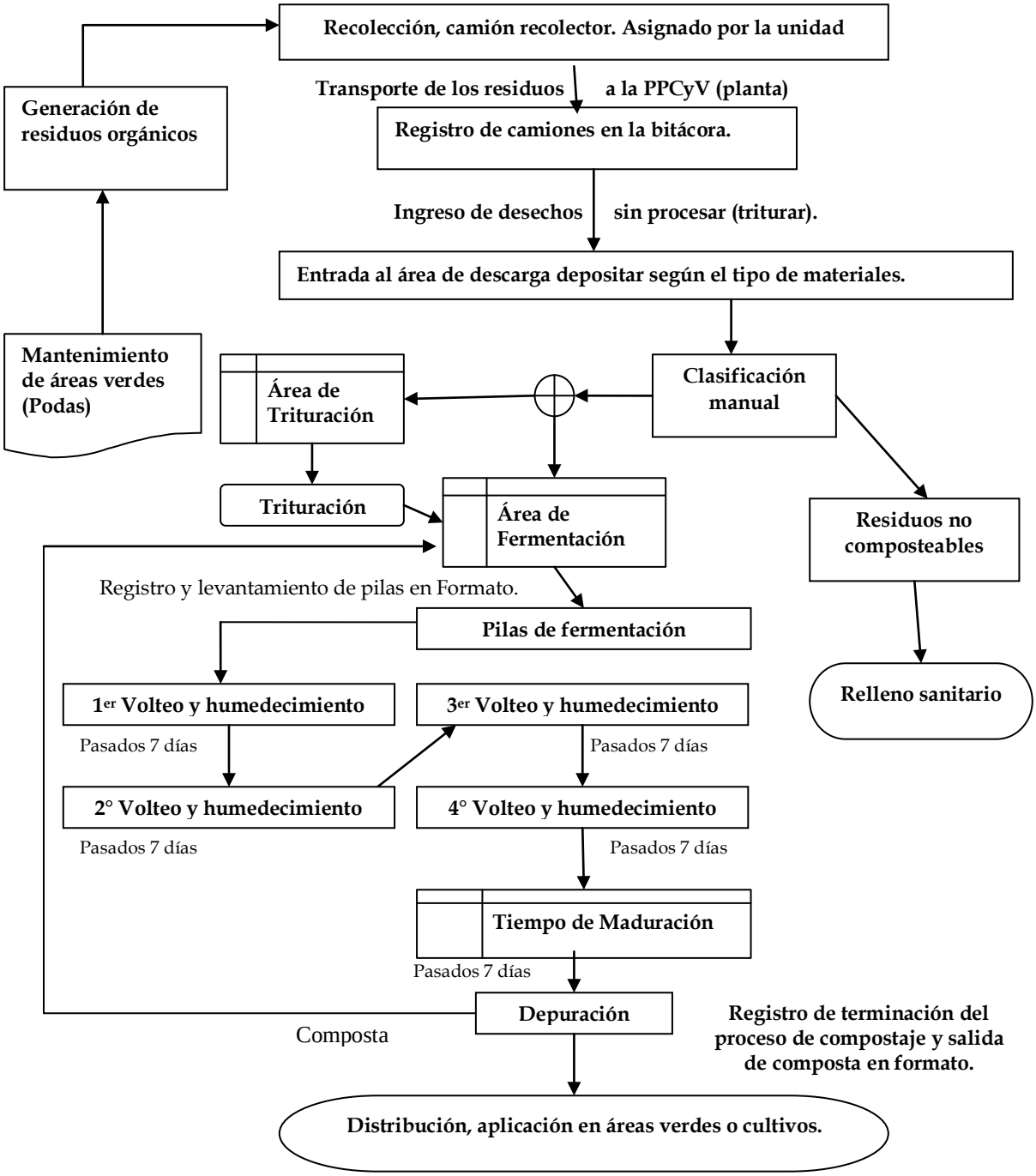


Fig.III.-5 Diagrama de flujo para la obtención de composta en la planta PPC-IPN, Zacatenco.

III.4.-CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES DE LOS MATERIALES ORGÁNICOS NECESARIOS.

El volumen del material total que está contenido en la pila se compone por capas de 4 diferentes materiales que se van repitiendo, cada una con un espesor de 15 *cm* como se muestra en la fig. III.-6.

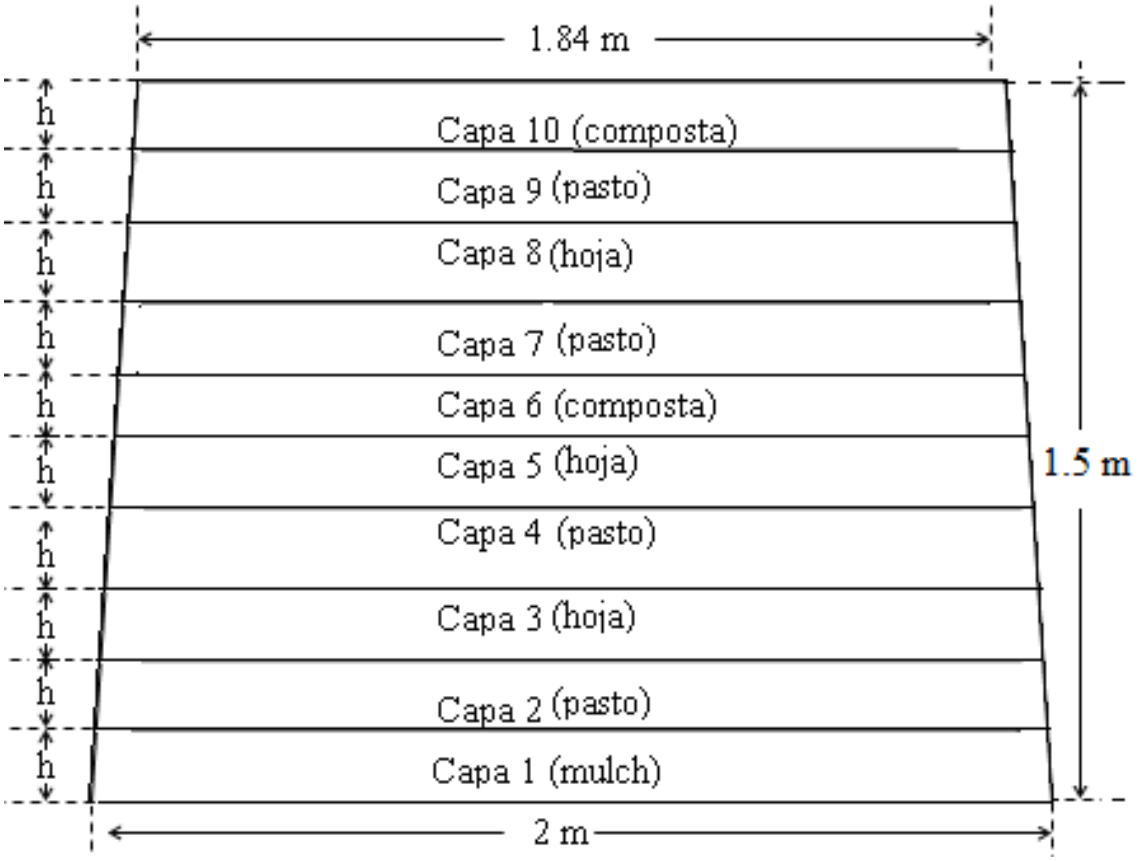


Fig. III.-6: Capas que conforman la pila de composta.

Donde: h=0.15 m

Cada una de las capas tiene un volumen individual, el cual es calculado a continuación para cada capa de la pila de composta, utilizando las ecuaciones 1, 2 y 3 para el cálculo.

Volumen de capa 1 (mulch).

La capa 1 tiene las siguientes dimensiones:

Base mayor: Ancho = 2m Base Menor: ancho = 1.98m
Largo = 20m largo = 19.92m
h=0.15m

Al sustituir las dimensiones de la capa 1, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_1} = 2m \times 20m = 40m^2$$

$$A_{b_1} = 1.98m \times 1.98m = 39.521m^2$$

$$V_{C_1} = \left(\frac{40m + 39.521m}{2}\right) \times 0.2 = 5.964m^3$$

Por lo que en la capa 1 se obtiene un valor de:

5.964 m³ de mulch

Volumen de capa 2 (pasto).

La capa 2 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor: Ancho = 1.98 Base Menor: ancho = 1.97
Largo = 19.92 largo = 19.84
h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 2, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_2} = 1.98m \times 19.92m = 39.521m^2$$

$$A_{b_2} = 1.97m \times 19.84m = 39.045m^2$$

$$V_{C_2} = \left(\frac{39.52m + 39.045m}{2}\right) \times 0.15 = 5.8925m^3$$

Por lo que en la capa 2 se obtiene un valor de:

5.892 m³ de pasto.

Volumen de capa 3 (hoja).

La capa 3 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.97	Base Menor:	Ancho=	1.95
	Largo =	19.84		Largo =	19.76

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 3, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_3} = 1.97m \times 19.84m = 39.045m^2$$

$$A_{b_3} = 1.95m \times 19.76m = 38.571m^2$$

$$V_{C3} = \left(\frac{39.05m + 38.572m}{2}\right) \times 0.15 = 5.821m^3$$

Al sustituir las dimensiones de la capa 3, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

<u>5.821 m³ de hoja.</u>

Volumen de capa 4 (pasto).

La capa 4 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.95	Base Menor:	ancho =	1.94
	Largo =	19.76		largo =	19.68

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 4, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_4} = 1.95m \times 19.76m = 38.571m^2$$

$$A_{b_4} = 1.94m \times 19.68m = 38.100m^2$$

$$V_{C_4} = \left(\frac{38.57m + 38.1m}{2}\right) \times 0.15 = 5.750m^3$$

Por lo que en la capa 4 se obtiene un valor de:

<u>5.750 m³ de pasto.</u>

Volumen de capa 5 (hoja).

La capa 5 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.94	Base Menor:	ancho =	1.92
	Largo =	19.68		largo =	19.60

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 5, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_5} = 1.94m \times 19.68m = 38.100m^2$$

$$A_{b_5} = 1.92m \times 19.6m = 37.632m^2$$

$$V_{C_5} = \left(\frac{38.10m + 37.632m}{2}\right) \times 0.15 = 5.679m^3$$

Por lo que en la capa 5 se obtiene un valor de:

5.679 m³ de hoja.

Volumen de capa 6 (Composta)

La capa 6 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.92	Base Menor:	ancho =	1.9
	Largo =	19.60		largo =	19.52

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 6, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_6} = 1.92m \times 19.60m = 37.632m^2$$

$$A_{b_6} = 1.90m \times 19.52m = 37.166m^2$$

$$V_{C_6} = \left(\frac{37.63m + 37.166m}{2}\right) \times 0.15 = 5.609m^3$$

Por lo que en la capa 6 se obtiene un valor de:

5.609 m³ de Composta.

Volumen de capa 7 (pasto)

La capa 7 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.90	Base Menor:	ancho =	1.89
	Largo =	19.52		largo =	19.44

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 7, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_7} = 1.9m \times 19.52m = 37.166m^2$$

$$A_{b_7} = 1.89m \times 19.44m = 36.702m^2$$

$$V_{C_7} = \left(\frac{37.17m + 36.703m}{2}\right) \times 0.15 = 5.540m^3$$

Por lo que en la capa 7 se obtiene un valor de:

5.540 m³ de pasto.

Volumen de capa 8 (hoja)

La capa 8 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.89	Base Menor:	ancho =	1.87
	Largo =	19.44		largo =	19.36

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 8, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_8} = 1.89m \times 19.44m = 36.702m^2$$

$$A_{b_8} = 1.87m \times 19.36m = 36.241m^2$$

$$V_{C_8} = \left(\frac{36.70m + 36.242m}{2}\right) \times 0.15 = 5.470m^3$$

Por lo que en la capa 8 se obtiene un valor de:

5.470 m³ de pasto.

Volumen de capa 9 (pasto)

La capa 9 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.87	Base Menor:	ancho =	1.86
	Largo =	19.36		largo =	19.28

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 9, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_9} = 1.87m \times 19.36m = 36.241m^2$$

$$A_{b_9} = 1.86m \times 19.28m = 35.783m^2$$

$$V_{C_9} = \left(\frac{36.24m + 35.784m}{2}\right) \times 0.15 = 5.401m^3$$

Por lo que en la capa 9 se obtiene un valor de:

5.401 m³ de pasto.

Volumen de capa 10 (composta)

La capa 10 tiene las siguientes dimensiones.

Base mayor:	Ancho =	1.86	Base Menor:	ancho =	1.84
	Largo =	19.28		largo =	19.2

h=0.15

Al sustituir las dimensiones de la capa 10, en las ecuaciones 1, 2 y 3 se obtiene:

$$A_{B_{10}} = 1.86m \times 19.28m = 35.783m^2$$

$$A_{b_{10}} = 1.84m \times 19.2m = 35.328m^2$$

$$V_{C_{10}} = \left(\frac{35.78m + 35.328m}{2}\right) \times 0.15 = 5.334m^3$$

Por lo que en la capa 10 se obtiene un valor de:

5.334 m³ de composta.

Con base en los resultados obtenidos se forma la tabla III.-1, la cual contiene la cantidad y el tipo de material de cada una de las capas. La suma de los volúmenes de cada una de los diferentes materiales da como resultado el valor total de material requerido para la formación de una pila, la cual se muestra a continuación.

Tabla III.-1. Volumen de material por capa de la pila de composta.

Capa	Material	Volumen m^3
1	Mulch	5.964
2	Pasto	5.892
3	Hoja	5.821
4	Pasto	5.750
5	Hoja	5.679
6	Composta	5.609
7	Pasto	5.540
8	Hoja	5.470
9	Pasto	5.401
10	Composta	5.333
Volumen total de la pila		56.464

Valores totales de cada uno de los materiales:

Mulch 5.964 m^3 por pila

Pasto 22.584 m^3 por pila

Hoja 16.972 m^3 por pila

Composta 10.943 m^3 por pila

El área de almacén esta comprendida por dos partes, la primera es para la materia prima requerida para que la planta funcione durante un ciclo, la segunda es considerada para que la composta ya procesada obtenga la temperatura ambiente, la cual se considera que al igual que el área de materia prima, esta debe tener la capacidad para almacenar lo que la planta produce en un ciclo.

III.4.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE MATERIA PRIMA.

Se considera que el almacén de materia sin procesar debe tener la capacidad para producir un ciclo de pilas de composta, éste volumen esta determinado a partir de la siguiente ecuación 4.

$$V_{mp} = \frac{N_{pilas}}{ciclo} \times V_{mpp} \quad \text{.....(4)}$$

Donde:

V_{mp} = Volumen de materia prima

$\frac{N_{pilas}}{ciclo}$ = Numero de pilas por ciclo

V_{mpp} = Volumen de material por pila

Los ciclos de procesamiento de pilas en la planta esta determinado por las áreas en las que se puede conformar una pila, que en éste caso son 20 lugares comprendidos desde A1-A10 y de B1-B10, por lo que la planta tendrá una capacidad de producir 20 pilas por ciclo, por lo cual en la ecuación 4 se obtiene los siguientes valor:

$$\frac{N_{pilas}}{ciclo} = 20$$

V_{mpp} = volumen de material previamente obtenido.

Sustituyendo los valores en la ecuación 4 se obtienen los siguientes resultados.

V_{mulch} = 5.964 x 20 =119.281 m^3

V_{hoja} = 16.972 x 20 = 339.440 m^3

V_{pasto} = 22.584 x 20 = 451.699 m^3

$V_{composta}$ = 10.943 x 20 = 218.864 m^3

III.4.2. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE MATERIAL PROCESADO.

Considerando que la pila de composta sufre una reducción del 44% de su volumen desde el inicio del proceso hasta el fin de éste, se obtiene que el volumen final de cada pila de composta está dado por la ecuación:

$$V_{cpp} = V_{inicial} - 44\% del(V_{inicial}) \quad \text{.....(5)}$$

Donde:

V_{cpp} = Volumen de composta por pila.

$V_{inicial}$ = volumen inicial.

Como el $V_{inicial}$ es de 56.464 m^3.

Y el 44% del $V_{inicial}$ es de:

24.844 m^3.

Al sustituir estos valores en la ecuación 5 se obtiene que:

$$V_{cpp} = 56.464 \ m^3 - 24.844 \ m^3 = 31.619 \ m^3.$$

Al multiplicar éste valor por las 20 pilas que la planta produce en un ciclo obtenemos el volumen de capacidad que el área de almacenamiento debe tener, el cual es de:

$$V_{composta} = 20 \times V_{cpp} = 20 \times 31.619 \ m^3. = \mathbf{632.38 \ m^3.}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente, tenemos que el área de almacenamiento debe tener las siguientes capacidades mostradas en la tabla 2.

Tabla III.-2. Volumen de material requerido en el almacén.

Material requerido	
Material	Volumen m^3
mulch	119.281
hoja	339.440
pasto	451.699
composta	632.38

III.5.-CÁLCULO DEL ÁREA DE ALMACÉN.

Para determinar el área de almacenamiento en metros cuadrados, se considera que las dimensiones de las pilas de almacenamiento (V_{pa}) sean de:

Base mayor:	Ancho =	3
	Largo =	20
Base Menor:	ancho =	2.7
	largo =	19.8

con una altura h =2 m

Al sustituir las dimensiones de la pila de almacenamiento en la ecuación 1 tenemos:

$$A_B = 3m \times 20m = 60m^2$$

$$A_b = 2.7m \times 19.8m = 53.46m^2$$

$$V_C = \left(\frac{60m + 53.46m}{2}\right) \times 2 = 113.46m^3$$

Para calcular el número de pilas de almacenamiento requeridas para cada tipo de material se utiliza la siguiente ecuación 6:

$$n_{pa} = \left(\frac{V_{material}}{V_{pa}}\right) \text{.....(6)}$$

Al realizar esta operación se obtuvieron las pilas necesarias para almacenar cada uno de los diferentes materiales, las cuales se pueden ver en la tabla 3.

Tabla III.-3. Numero de pilas de almacenamiento por material.

material	Volumen m^3	$n_{pa\ para\ material}$
mulch	119.281	1.051
hoja	339.440	2.991
pasto	451.699	3.981
composta	632.400	5.573
total=	1542.822	13.597

Todos los cálculos anteriores se realizaron con el objetivo de determinar las dimensiones requeridas para el área de almacén tanto de materia prima como de material procesado, con esos cálculos se estima la existencia de materia prima para un ciclo, así como la capacidad de almacén para la maduración, para un lote de producción, en la fig. III.-7 se muestra el diagrama de la distribución del material; materia prima así como composta terminada con color verde y nombre, en el cuadro inferior izquierdo se muestra una sección donde se propone sean las oficinas donde se encuentre el equipo de computo, así como un espacio para el bob-cat y el removedor, y en el subterráneo dos cisternas para la captación de agua de lluvia de los domos de las bodegas de un costado de la planta.

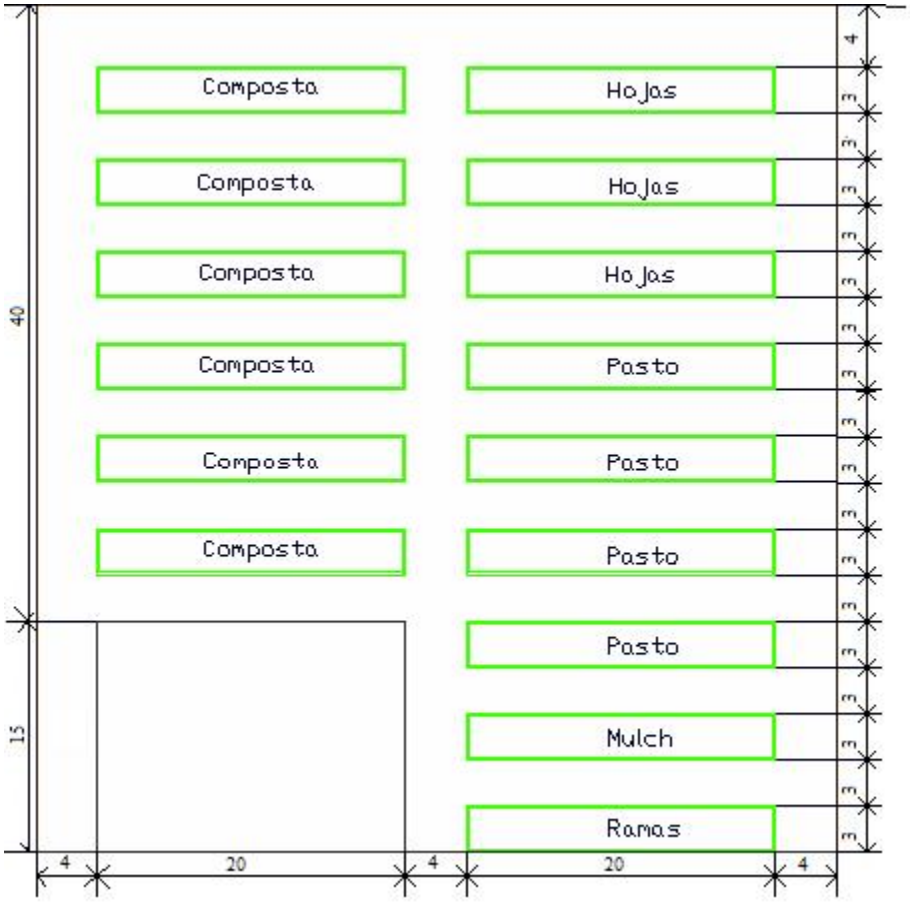


Fig. III.-7: Diagrama de distribución del almacén.

III.6. FORMATOS UTILIZADOS DENTRO DE LA PLANTA DE COMPOSTA.

Dentro de las siguientes páginas podemos observar los formatos de campo que se utilizarán dentro de la planta en las cuales se concentrará la información más relevante entre las cuales tenemos los siguientes cuatro ejemplos que utilizaremos que son:

* Formato de entrada de material

* Formato de Tratamiento de la pilas de material de composta

* Formato de Salida de composta

* Formato de Transportes

Recordaremos que estos solo son pequeños ejemplos, los cuales están llenados solo con números aleatorios que no se tomaron de datos reales, únicamente es un formato para el llenado, los cuales serán implementados junto con la reestructuración para que esta sea efectiva, cualquier anomalía dentro del flujo deberá ser reportada a la brevedad para conseguir los valores reales, objetivos planteados al inicio de la estructura de éste trabajo en el cual se pretenden metas ambiciosas alcanzables siguiendo con todo éste procedimiento al pie de la letra.

Los formatos reales serán anexados al final de éste trabajo tal cual serán implementadas, conteniendo el logotipo oficial de la planta de composta y vivero que podemos observar en la fig. III.-8.

Fig. III.-8: Logotipo oficial de la planta productora de composta y vivero.

III.6.1.- FORMATO DE ENTRADA DE MATERIAL.

Fecha	Material	Cantidad			Condiciones del material	Procedencia	Responsable	Observaciones
		m^3	Viajes	Total (m^3)				
12-02-08	Pasto	6	2	12	Verde	ESIME	Julio Aguilar	
19-02-08	Hoja	4	3	12	Seca	ESCA	Omar Cantu	
20-02-08	Tronco	5	2	10	Entero	ENCB	Luis Ruiz	
23-02-08	Rama	3	5	15	Verde	EST	Jacobo Ríos	
25-08-02	Pasto	2	6	12	Seco	ESIA	Juan Espino	

NOTA:

Lo anterior solo muestra valores aleatorios del llenado correcto de las celdas.

* La fecha será anotada con formato numérico (día-mes-año).

* Dentro de materiales se anotarán los cuatro materiales posibles por recibir (pasto, hoja, rama y tronco).

* Dentro de la cantidad se anotará el volumen en metros cúbicos.

* El numero de viajes dentro del mismo destino (escrito con número).

* El total en metros cúbicos (escrito con número).

*Condiciones del material; en ésta se escribirá el estado en el que se encuentra ejemplo: (Seco, verde, entero, etc.).

*El lugar de procedencia

* Responsable en éste espacio se escribirá nombre y apellido de la persona encargada de las anotaciones.

* Observaciones que se crean pertinentes (anotaciones relevantes).

III.6.2.- FORMATO DE TRATAMIENTO DE LAS PILAS DE MATERIAL DE COMPOSTA.

Localización de la pila		Levantamiento		Programación del volteo												Final		
Fila	Columna	Inicio	Fin	Primero			Segundo			Tercero			Cuarto					
				T	H	pH	T	H	pH	T	H	pH	T	H	pH	T	H	pH
1	A	05-01-09	16-02-09	54	62	5	51	54	4	54	62	5	51	54	4	55	60	5
2	B	06-01-09	17-02-09	56	66	4	52	53	5	56	66	4	52	53	5	54	60	5
3	C	07-01-09	18-02-09	57	65	6	62	52	6	57	65	6	62	52	6	56	60	5
4	D	08-01-09	19-02-09	58	64	7	53	51	7	58	64	7	53	51	7	55	60	5
5	E	09-01-09	20-02-09	59	63	8	53	50	8	59	63	8	53	50	8	54	60	5

NOTA:

Lo anterior solo muestra valores aleatorios del llenado correcto de las celdas.

* Localización de la pila: en ésta se anotara en fila numero (ej. 1,2,3) y en la columna se anotará con letras mayúsculas (ej. A,B,C)

* Levantamiento se anotará la fecha con formato numérico (día-mes-año), el día que se elabore la pila y el día que se finalice.

* Programación de volteo: Éste se llevara acabo cada siete días y en las columnas se anota la temperatura (T) en grados centígrados y la humedad (H) en porcentaje y el valor del (pH) en escala de 0 a 10.

* En la columna final se anotarán los datos de temperatura en grados centígrados obtenidos así como lo valores de humedades resultantes.

* El tiempo total será el conteo de días utilizados para el producto final.

III.6.3.- FORMATO DE SALIDA DE COMPOSTA.

Cantidad				Calidad	Condiciones			Destino	Observaciones
Fecha	m^3	Viajes	Total (m^3)		T	H	pH		
12-02-08	6	2	12	A	25	60	5	ESIME ZAC.	
	5	3	15	B	30	65	4	ESIA TICOMAN.	
15-02-08	2	1	2	C	20	55	6	Dir. Gral.	
	8	4	32	A	25	60	7	ESIQUIE	
20-02-08	3	3	9	B	30	65	5	UPIITA	

NOTA:

Lo anterior solo muestra ejemplos del llenado correcto de las celdas.

* La fecha será anotada con formato numérico (día-mes-año).

* Dentro de la cantidad se anotara el volumen en metros cúbicos

* El numero de viajes dentro del mismo destino (escrito con número)

* El total en metros cúbicos (escrito con número)

* La calidad será anotada según las condiciones con las siguientes consignas:

*A-→ Excelente

*B-→ Buena

*C-→ Regular

* Condiciones se tomaran los registros del material antes de ser cargado al camión.

* La temperatura en grados centígrados.

* La humedad en porcentaje.

*El lugar de destino del envió.

* Observaciones que se crean pertinentes (anotaciones relevantes).

III.6.4.- FORMATO DE TRANSPORTES.

Placas	Tipo de transporte	Capacidad m^3	Actividades Realizadas	Responsable	Procedencia	Observaciones
TRY-546	C. Volteo	6	Entrega	Julio Aguilar	ESIME	
RTP-342	Camioneta	2	Recogió	Omar Cantu	ESCA	
PLO-444	Redilas	3	Entrega	Luis Ruiz	ENCB	
ÑIL-907	Torton	7	Recogió	Jacobo Ríos	EST	
KIL-789	Camioneta	3	Entrega	Juan Espino	ESIA	

NOTA:

Lo anterior solo muestra ejemplos del llenado correcto de las celdas.

* Placas se anotará el numero de placas de cada vehículo que entre a las instalaciones a dejar o recoger material.

* Tipo de transporte, se anotará si fué un camión de volteo, camioneta etc.

* Capacidad del vehículo den m^3.

* Actividades que realizó, que bien pueden ser entrega de material o salida de material.

* Responsable, se anotará el nombre y apellido del conductor responsable.

* Procedencia, se anotarán las siglas de la unidad a la que pertenezca.

* Observaciones éste espacio es para escribir cualquier anotación pertinente.

III.7.-DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS PILAS DE FERMENTACIÓN.

En la siguiente fig. III.-9 se muestra el diagrama donde se puede observar la distribución en filas y columnas, para que cada una de las pilas sean ubicadas dentro del área de fermentación y así poder registrar con el mayor orden en los formatos de tratamiento de materiales.

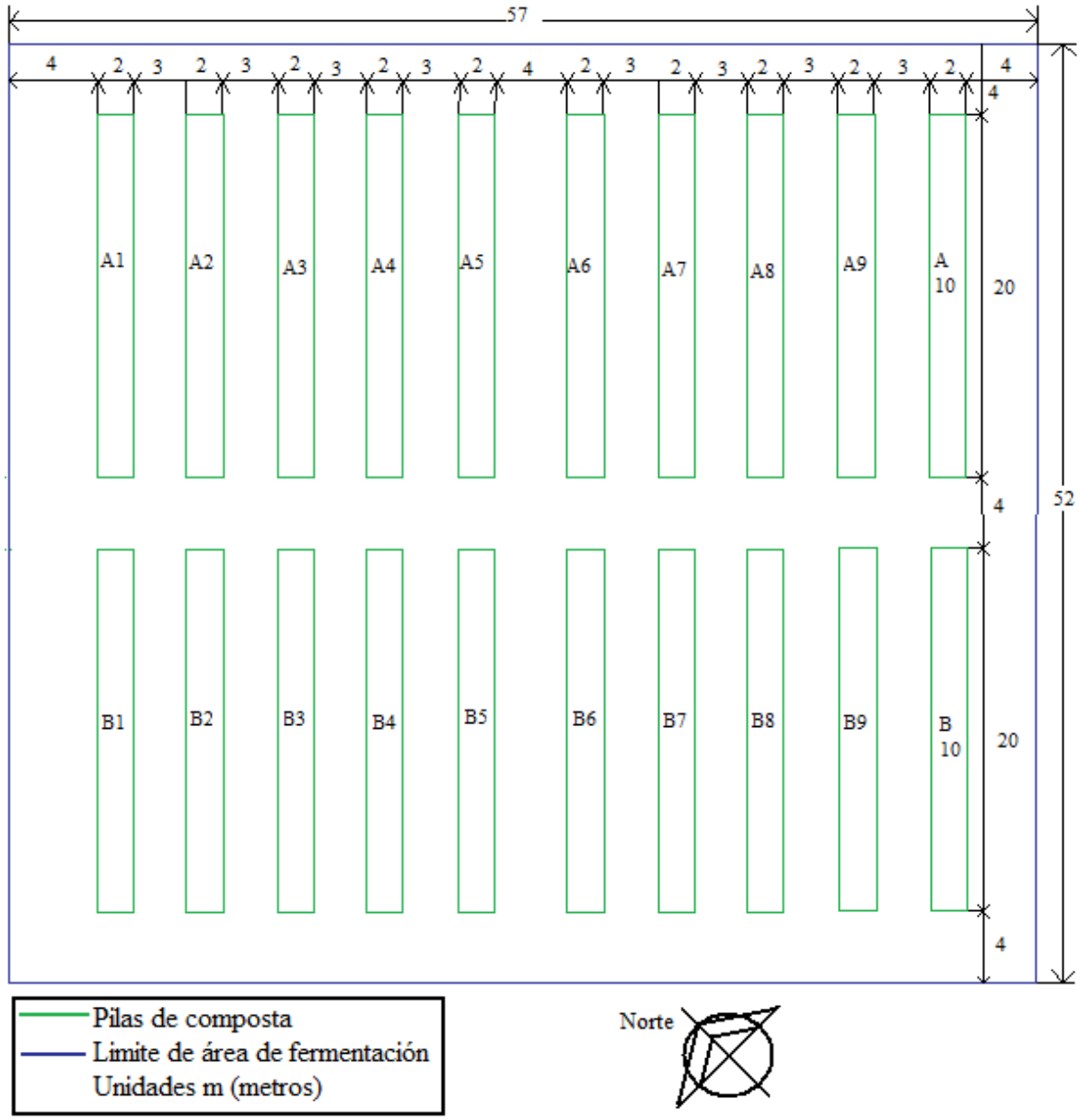


Fig. III.-9: Diagrama de distribución.

III.8.-CÁLCULO DE CISTERNAS DE AGUA PLUVIAL.

Uno de los elementos indispensables para la elaboración de la composta es el agua, ya que para que el proceso de composteo se lleve a cabo de forma correcta y rápida, esta debe de estar húmeda, ni seca, ni empapada, y sobre todo no se debe utilizar agua clorada. Si la composta está seca, es necesario regarla, ya que de estar seca, los microorganismos son incapaces de actuar y no tiene la capacidad de generar calor, por el contrario si la composta se encuentra demasiado mojada, lo mas seguro es que la composta genere olores desagradables, por lo que lo mas apropiado es que tenga un grado de humedad estable o en un rango cercano, el cual es de 60% de humedad.

Actualmente para humedecer las pilas de composta durante su formación y en cada volteo, se utiliza agua potable, ya que el sistema de agua tratada con las que cuenta el instituto no llega hasta el lugar de la planta de composta. Dicho riego se hace mediante una manguera y es al tanteo, ya que el personal que esta regando la pila, no tiene forma de saber el nivel de humedad, su único indicador es la experiencia que éste tiene y principalmente que el agua no escurra de la pila. De acuerdo a los resultados obtenidos en pruebas realizadas a cargo del Biólogo Rogelio Bailón en meses anteriores a éste, al darse a la tarea de la medición de agua se obtuvieron los resultados variables de acuerdo a las condiciones del material observando que un material verde a compostear requiere una mínima cantidad de agua, pero si bien es cierto el dato relevante es el de procesamiento de materiales secos que es donde se requiere la mayor cantidad de agua que nos servirá para referenciar las cantidades de agua necesarias para mantener el proceso en función esta cantidad resultante fue de 170 Lt. de agua para el tratamiento de una pila desde su inicio hasta su salida de proceso.

Una forma de aminorar el gasto que implica el utilizar agua potable para esta actividad, surgió la idea de que se podría utilizar el agua de lluvia que cae en las laminas de la bodega que esta contigua al terreno que ocupan actualmente, las cuales, ya cuentan con las tuberías para realizar la captación de agua pluvial. Para almacenar el agua de lluvia, se requieren cisternas, con una capacidad suficiente para almacenar el agua y utilizarla durante los meses secos. Es aquí que radica la principal desventaja de almacenar agua, ya que la inversión necesaria para la construcción de las cisternas es grande, pero habría que analizar el costo tanto económico como ecológico que tiene el utilizar agua potable a largo plazo, considerando que el agua potable está subsidiada por el gobierno del distrito federal y que dichos subsidios según el gobierno se irán disminuyendo paulatinamente.

Para evitar que el agua captada se pudra o sea criadero de fauna dañina (como los mosquitos), las cisternas tienen que estar selladas y protegidas de la entrada de luz, viento, polvo e insectos o microorganismos que pueden afectar la calidad del agua, además de evitar que el agua se evapore. Para aprovechar que las cisternas deben de estar techadas, y que se debe tener en cuenta el mantener el tamaño de la planta a lo mínimo necesario, se sugiere que sobre las cisternas se construya las instalaciones de oficinas, bodega, baños y demás edificios necesarios para el almacenamiento de herramientas y equipos requeridos para el funcionamiento de la planta, esto para minimizar el espacio de las instalaciones y para proteger la integridad de las cisternas.

Al captar agua pluvial, se debe considerar que las gotas de agua captan partículas de polvo, las cuales al estar almacenadas, se asientan por su propio peso en el fondo del recipiente en el que estén formando lodos, los cuales se deberán integrar en las pilas de composta; otro elemento son hojas que se llegan a acumular en los techos de los edificios, es por esto que generalmente se consideran sistemas de desazolve antes de que el agua captada llegue a las cisternas, los cuales cumplen con la función de capturar estos dos elementos y en el caso de la planta de composta seria facilitar su extracción y prolongar los tiempos de mantenimiento de las cisternas principales.

Un sistema de desazolve son los registros o piletas de desazolvamiento que se observa en la fig. III.-10, la cual consiste el canalizar el agua captada en los techos mediante canaletas o tubos hacia una pileta, en la cual se cosecha el agua de la superficie, para mandarla después a las cisternas de almacenamiento. Los sólidos se quedan en el fondo del registro, mientras las hojas y materia orgánica flotan, pero son retenidas por un filtro que es una canasta de malla fina.

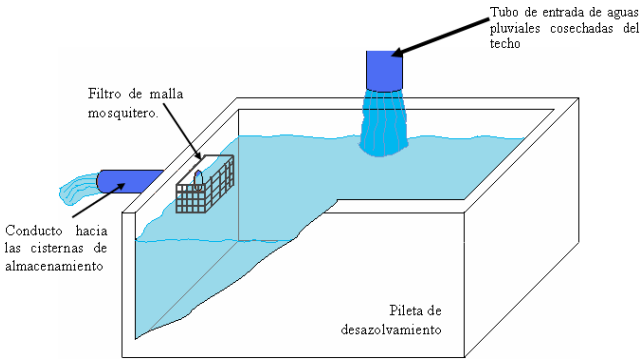


Fig. III.-10: Pileta de desazolvamiento.

Después de pasar por éste sistema de desazolvamiento el agua pasara a las cisternas de almacenamiento para su uso posterior. Se considera que las cisternas deberán de estar en una dimensión de de 10 x 15 m que es el área que se considera adecuada para la construcción de las oficinas y bodegas, se propone la

construcción de dos cisternas de la misma dimensión para que cuando se le tenga que dar mantenimiento a una cisterna se tenga la otra de respaldo.

Generalmente en la construcción de cisternas se tienen paredes de concreto reforzado 20 cm de espesor, de acuerdo ala fig. III.-11, tenemos que cada cisterna tendrá una dimensión de 4.7 x 14.6 m y se propone que tenga una profundidad de 3 m, por lo tanto el Volumen total es:

$$V_{tot} = 205.86\ m^3$$

Pero es recomendado nunca llenar una cisterna al 100% de su capacidad, sino a ¾ de su capacidad se tiene que calcular el Volumen a ¾ lo cual lo calcularemos con la ecuación 7 de la capacidad de la cisterna el cual es:

$$V_{\frac{3}{4}} = V_{total} \times \frac{3}{4} \quad \text{.....(7)}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se obtienen los siguientes valores:

$$V_{\frac{3}{4}} = 205.86 \times \frac{3}{4} = 154.395$$

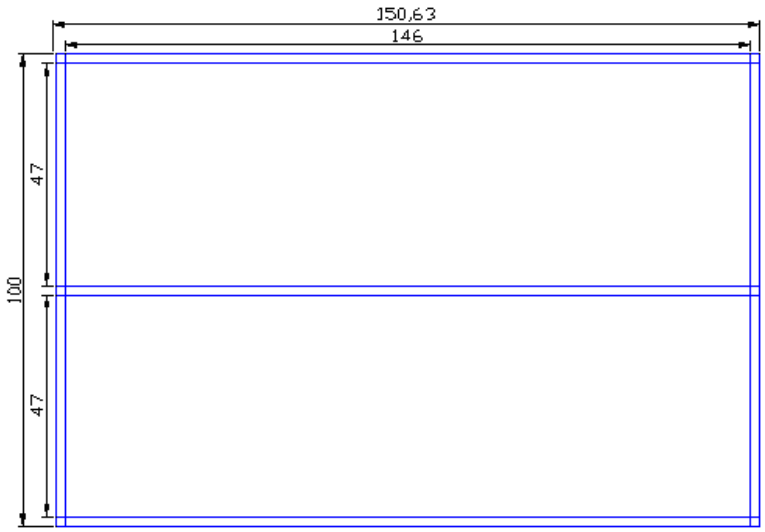


Fig. III.-11: Cisternas de almacenamiento de agua pluvial.

El volumen de capacidad de agua que tiene una cisterna es de 154.395 m^3, pero como en la planta habrá dos, la capacidad de almacenamiento de agua pluvial será de:

308.79 m^3.

III.9.-PLANEACIÓN SEMESTRAL DE PRODUCCIÓN.

De acuerdo a la propuestas de diseño de la planta el área de fermentación esta dividida en columnas A y B y en diez filas del 1 al 10, las cuales sirven para identificar el lote en el cual se esta desarrollando cada pila, teniendo 20 pilas por ciclo. En la tabla III.-4 se realizó un plan de trabajo de 6 meses, del cual se determinó que cada lote puede desarrollar 4 ciclos de trabajo, ésto multiplicado por el segundo semestre del año, se tiene un total de 8 ciclos de trabajo en un año, considerando que cada pila produce 20 toneladas en cada ciclo, cada lote puede producir un total de 160 toneladas anuales, si se multiplica éste factor por el numero total de lotes que posee la planta se obtiene que la planta tendrá una capacidad de 3200 toneladas anuales de implementarse el esquema de producción antes mencionado en el diagrama de flujo.

Tabla III.-4. Planeación semestral de actividades.

A1			A2			A3			B8			B9			B10		
	Lunes			Martes			Miércoles			Miércoles			Jueves			Viernes	
1	05-ene	ON	2	06-ene	ON	3	07-ene	ON	18	28-ene	ON	19	29-ene	ON	20	30-ene	ON
	12-ene	V1		13-ene	V1		14-ene	V1		04-feb	V1		05-feb	V1		06-feb	V1
	19-ene	V2		20-ene	V2		21-ene	V2		11-feb	V2		12-feb	V2		13-feb	V2
	26-ene	V3		27-ene	V3		28-ene	V3		18-feb	V3		19-feb	V3		20-feb	V3
	02-feb	V4		03-feb	V4		04-feb	V4		25-feb	V4		26-feb	V4		27-feb	V4
	09-feb	of		10-feb	of		11-feb	of		04-mar	of		05-mar	of		06-mar	of
	Martes			Miércoles			Jueves			Jueves			Viernes			Lunes	
21	10-feb	ON	22	11-feb	ON	23	12-feb	ON	38	05-mar	ON	39	06-mar	ON	40	09-mar	ON
	17-feb	V1		18-feb	V1		19-feb	V1		12-mar	V1		13-mar	V1		16-mar	V1
	24-feb	V2		25-feb	V2		26-feb	V2		19-mar	V2		20-mar	V2		23-mar	V2
	03-mar	V3		04-mar	V3		05-mar	V3		26-mar	V3		27-mar	V3		30-mar	V3
	10-mar	V4		11-mar	V4		12-mar	V4		02-abr	V4		03-abr	V4		06-abr	V4
	17-mar	of		18-mar	of		19-mar	of		09-abr	of		10-abr	of		13-abr	of
	Miércoles			Jueves			Viernes			Viernes			Lunes			Martes	
41	18-mar	ON	42	19-mar	ON	43	20-mar	ON	58	10-abr	ON	59	13-abr	ON	60	14-abr	ON
	25-mar	V1		26-mar	V1		27-mar	V1		17-abr	V1		20-abr	V1		21-abr	V1
	01-abr	V2		02-abr	V2		03-abr	V2		24-abr	V2		27-abr	V2		28-abr	V2
	08-abr	V3		09-abr	V3		10-abr	V3		01-may	V3		04-may	V3		05-may	V3
	15-abr	V4		16-abr	V4		17-abr	V4		08-may	V4		11-may	V4		12-may	V4
	22-abr	of		23-abr	of		24-abr	of		15-may	of		18-may	of		19-may	of
	Jueves			Viernes			Lunes			Lunes			Martes			Miércoles	
61	23-abr	ON	62	24-abr	ON	63	27-abr	ON	78	18-may	ON	79	19-may	ON	80	20-may	ON
	30-abr	V1		01-may	V1		04-may	V1		25-may	V1		26-may	V1		27-may	V1
	07-may	V2		08-may	V2		11-may	V2		01-jun	V2		02-jun	V2		03-jun	V2
	14-may	V3		15-may	V3		18-may	V3		07-jun	V3		08-jun	V3		09-jun	V3
	21-may	V4		22-may	V4		25-may	V4		15-jun	V4		16-jun	V4		17-jun	V4
	28-may	of		29-may	of		01-jun	of		22-jun	of		23-jun	of		24-jun	of

De la tabla anterior tenemos la fig III.-12 con los siguientes datos:

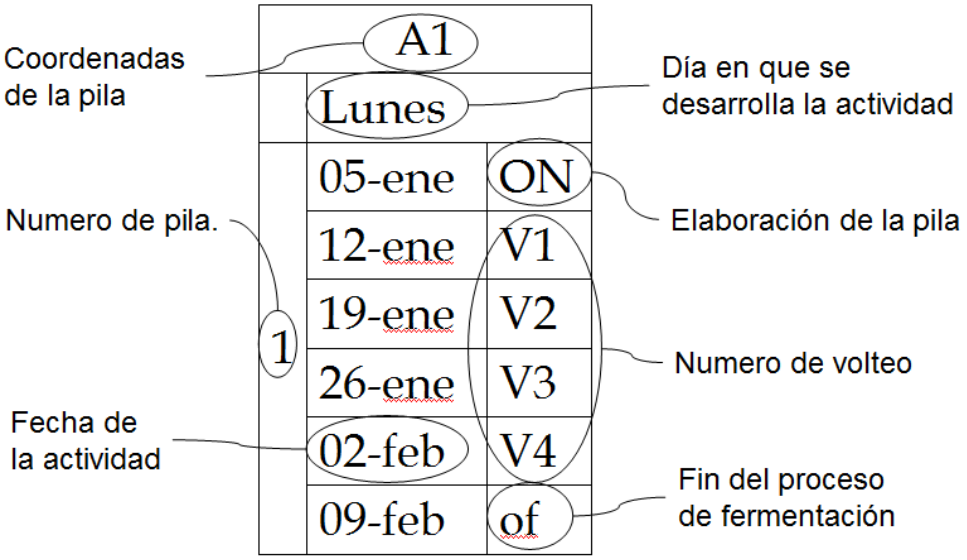


Fig. III.-12: Descripción de la tabla anterior.

Se considera que cada pila de composta tiene 8 ciclos de producción anuales, y se consideran las dimensiones que ésta tiene, en cada ciclo una pila produce 20 toneladas de composta. De tal forma que al año una pila produce 160 toneladas, si se multiplica esto por el total de pilas que tiene el área de fermentación se obtiene una producción anual de 3200 toneladas al año.

Las expectativas de producción de la planta de acuerdo con el Biólogo Rogelio Bailón es de 2400 toneladas anuales, por lo que con esta propuesta se está sobrepasando la producción meta en 800 toneladas anuales, esto equivale a 33.33% de la producción meta.

De acuerdo al Biólogo Rogelio Bailón la meta anual de la planta es de 2400 toneladas anuales, por lo que tendríamos un excedente de producción de 800 toneladas anuales, lo que representa un 33.33% de sobreproducción, lo cual para las condiciones actuales de la planta resulta benéfico debido al material rezagado que ésta tiene.

CAPÍTULO IV
DISEÑO DEL REMOVEDOR.

IV.1.-DISEÑO DEL REMOVEDOR.

Éste capitulo está enfocado en proponer la estructura y forma de alimentación del removedor, así como los elementos que lo conformaran.

En la actualidad existen diversos mecanismos en el mercado mundial para remover materiales orgánicos (revisados en el capitulo II), con diferentes características, las cuales NO cumplen con los requerimientos buscados por la planta de composta del Instituto Politécnico Nacional, además de ser equipos bastante costos.

Por éste motivo nace la idea del diseño de un equipo que cumpla en la totalidad con los requerimientos de la planta, dentro de éste capitulo se analizará cada una de las partes que conformarán el diseño de éste equipo, sus partes, los materiales de construcción, dimensiones, características entre otros asuntos relevantes.

La constitución física del equipo se muestra en la fig. IV.-1 en la cual se puede ver el tornillo sin fin, las paredes de la estructura, sensores, tanque de agua torreta de estado de funcionamiento del sin fin, así como las llantas que ayudaran al removedor a su desplazamiento, al igual que los planos completos están ubicados en el apéndice B.

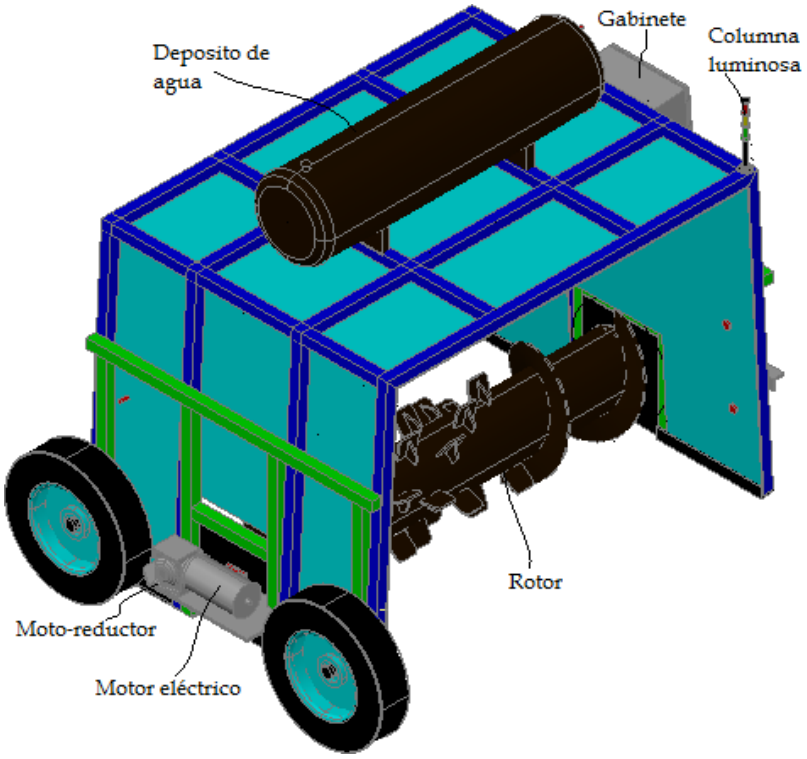


Fig. IV.-1: Constitución física del removedor.

IV.1.1.- METALES PARA LA ESTRUCTURA.

El equipo estará diseñado utilizando los siguientes metales:

* PTR hecho de lámina A576-36 de calidad estructural.

La estructura metálica del equipo se puede ver en la fig. IV.-2., la cual esta integrada por PTR de 2 x 2″ calibre 10, el cual equivale a un área transversal de 3.404 *mm* y por ángulo de 2 ¼ x 2 ¼ x $^{3}/_{8}$″. La función de éste estructura es la de dar rigidez al equipo, además de proporcionar soporte para los demás elementos que conformaran a la maquina. El esqueleto estará soldado en su totalidad y estará integrado por los siguientes largueros:

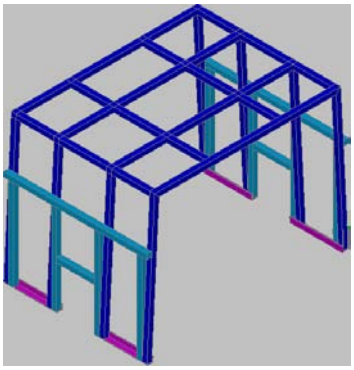


Fig. IV.-2. Estructura del equipo.

* Placa de acero de $^{3}/_{16}$″

Las paredes del equipo las podemos observar en la fig. IV.-3 la cual esta conformada por tres laminas una de lado izquierdo, lado derecho con medidas 1.50 x 1.45*m*, y la tapa superior con medidas de 1.50 x 1.83*m*. Su función es contener el material de la pila y proporcionarle la forma que se desea, además de que por poseer una sección transversal de $^{3}/_{16}$″ también aporta rigidez a la estructura y en el caso de los costados sirven como bases para los sensores.

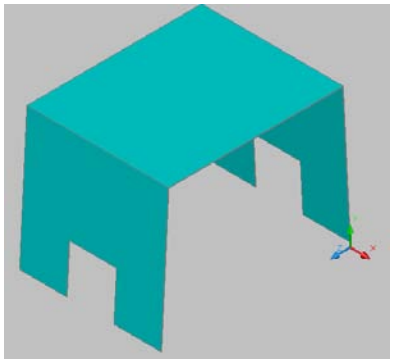


Fig. IV.-3. Paredes del equipo.

El rotor esta constituido de cuatro materiales diferentes, en la fig. IV.-4, se observa la vista general del roto.

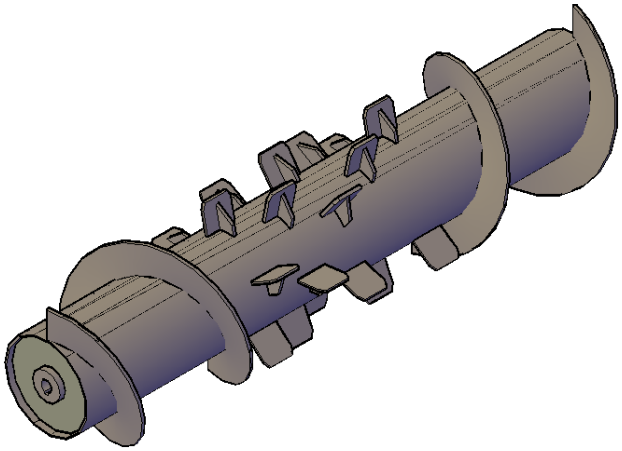


Figura IV.-4. Vista general del rotor.

* Tubo mecánico 12″ de diámetro con paredes de $^{1}/_{4}$″

La base del rotor esta conformada por éste material, con medidas de 0.3*m* de diámetro x 1.84*m* de largo su función es la de soportar los demás elementos que constituirán al rotor, dándole mayor volumen a éste sin incrementar su peso excesivamente.

* Placa de acero A-36 de $^{5}/_{8}$″

Los elementos para mover el material como son:

Las paletas fig. IV.-5 con dimensiones de 0.1 x 0.1m en la cara de ataque que se encarga de aventar el material y que se airee de esta forma, en la parte posterior posee un cartabón del mismo material de 0.07*m* con un chaflán a 45° para proporcionarle mayor rigidez y durabilidad a éste elemento

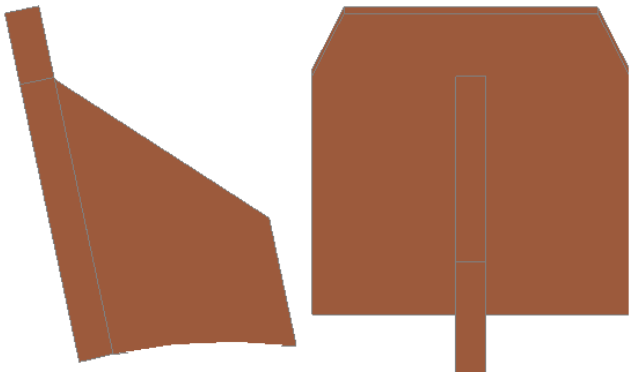


Fig. IV.-5.Paletas del Sin Fin.

El sin fin fig. IV.-7 vista lateral y IV.-6 sin fin con dimensiones de: exterior 0.5*m* de diámetro exterior y 0.3*m* de diámetro interior con un avance de un arrollamiento de una vuelta y media en 0.6*m*, éste tiene la finalidad de desplazar el material que se encuentra en los extremos y alimentar las paletas.

Fig. IV.-6. Sin fin.

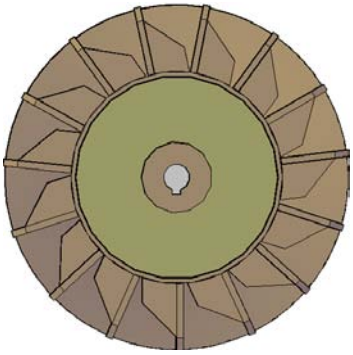


Fig. IV.-7. Vista lateral del sin fin.

La tapa del sin fin fig. IV.-8 con dimensiones de: 0.293*m* de diámetro exterior y un barreno interior de 0.06*m* de diámetro exterior, éste tiene la finalidad de centrar el tubo mecánico así como evitar la entrada de residuos al interior del tubo.

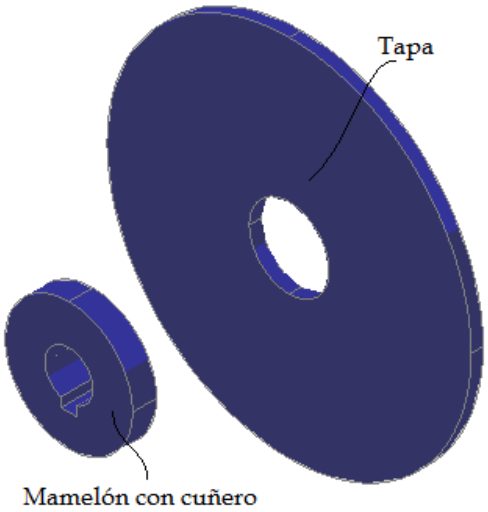


Fig. IV.-8. Mamelón con cuñero y tapa.

En la figura IV.-8 se observa el mamelón, con dimensiones de: 0.1*m* de diámetro exterior y 0.0381*m* de diámetro interior y una ranura para alojar una cuña de media pulgada, la cual sirve para enlazar el movimiento mecánico entre la flecha y el rotor, éste esta fabricado en placa de 1 ½ ", y maquinado con una pestaña de 0.02*m*.

En la fig. IV.-9 se muestra la chumacera de hierro colado con dimensión del zócalo de 0.1x 0.1*m* y cuatro barrenos para tornillos de ½″ en la parte concéntrica contiene opresores de $^{3}/_{8}$″ los cuales cumplen la función de sujetar la flecha de 1½″.

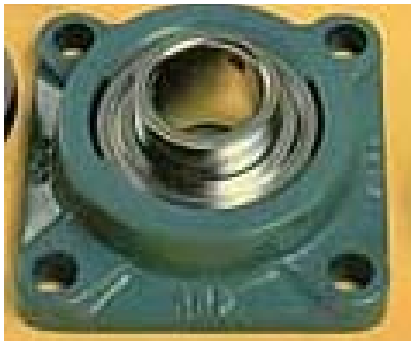


Fig. IV.-9. Chumacera de pared para flecha de $1^{1}/_{2}$″.

En la fig. IV.-10 se muestra el soporte del rotor el cual esta fabricado en placa de $^{5}/_{8}$″ con dimensiones de 0.398*m* de base y 0.45*m* de altura posee una ranura de 0.06x 0.25*m* en la parte central de esta termina en un barreno de 0.03*m* de diámetro, esta ranura sirve para deslizar la flecha y poder instalar el rotor la principal función de esta placa es la de proporcionar una pare de base para la chumacera de pared.

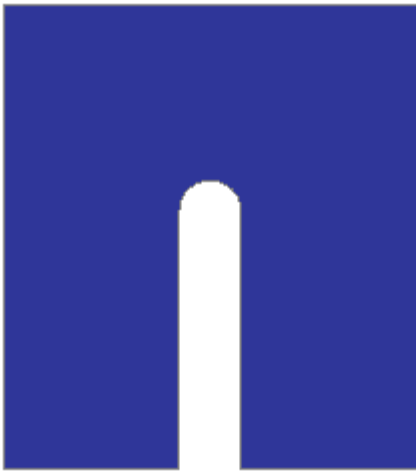


Fig. IV.-10. Soporte del rotor.

IV.1.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA PARA EL REMOVEDOR.

El removedor de pilas de material orgánico tomara la energía eléctrica del sistema eléctrico de la maquina que lo mueva (traslado de un lugar a otro). Para esto se requiere modificar el sistema eléctrico del tractor, lo cual consiste en la adición de un regulador mas, que sea del mismo modelo que el que ya tiene el tractor y una batería adicional a la que ya tiene el tractor, esto con la finalidad de tener 24 VCC. La fig. IV.-11 contiene un diagrama a bloques de las conexiones de suministro de tensión que se llevaran del alternador, a los reguladores que pasarán a las baterías.

El inversor dará a la salida 110 VCA que alimentarán al variador de velocidad el cual accionará al motor.

El controlador lógico programable (PLC) y los sensores tanto fotoeléctricos como de nivel serán conectados a las baterías suministrándoles 24 VCC para su funcionamiento.

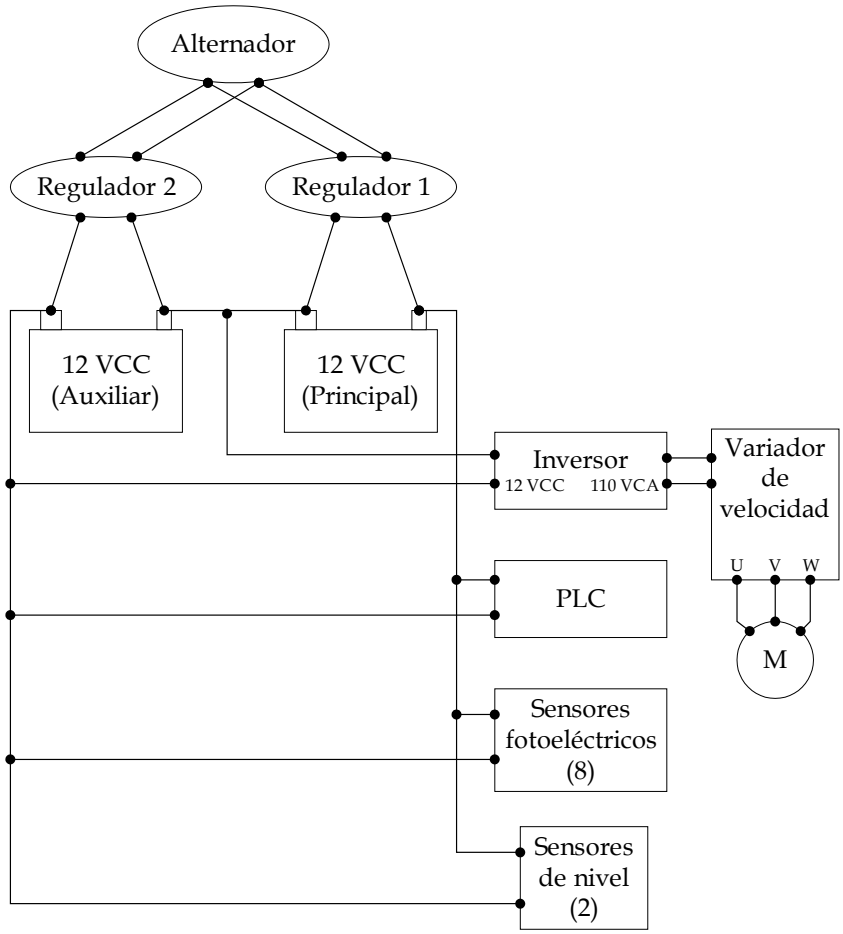


Fig. IV.-11 Diagrama a bloques del Sistema eléctrico del removedor de pilas de material orgánico.

IV.1.2.1.- GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO.

La primera conexión será hecha del alternador (Etapa de potencia) a un inversor comercial (Etapa de inversión) que esta constituido en su interior de un rectificador hecho de un conjunto de diodos que a la salida se conectan a un regulador (Etapa de regulación) el cual mantiene la tensión en 12VCC, al mismo tiempo se encarga de verificar el estado de carga de las baterías fig. IV.-12 (Etapa de almacenamiento) para prevenir que éstas se queden sin carga o sufran calentamientos por sobrecarga.

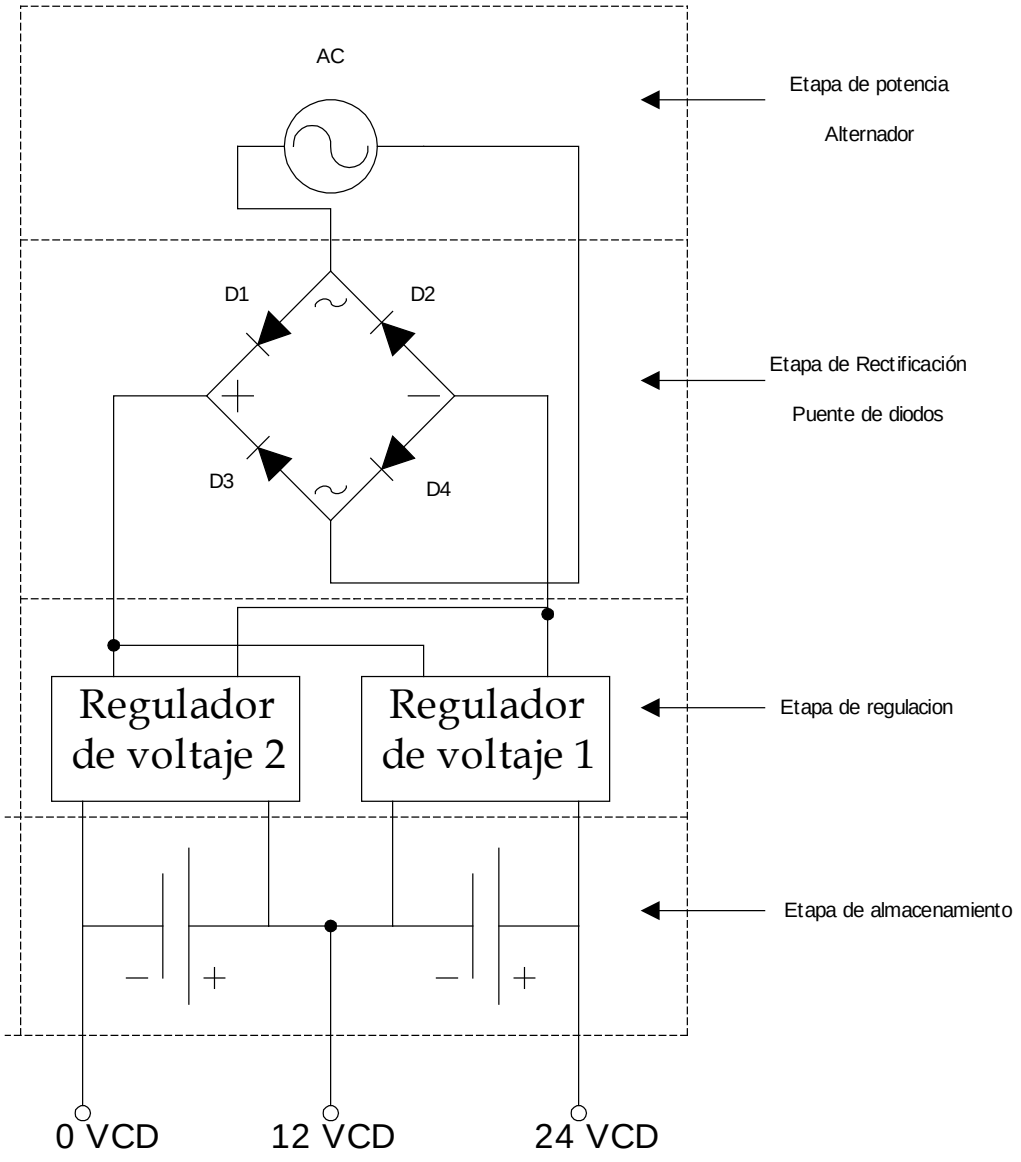


Fig. IV.-12: Diagrama de Generación y Almacenamiento.

IV.1.2.2.- ALIMENTACIÓN DEL VARIADOR.

El sistema eléctrico del removedor de pilas se divide en dos partes una de 110 VCA, la cual se encargará de suministrar energía eléctrica al variador de velocidad y a su vez al motor que impulsará al rotor.

La potencia eléctrica que requiere el variador de velocidad es de 110 VCA, pero como el tractor tiene una batería de 12 VCC, nos vemos en la necesidad de utilizar un inversor, el cual es un dispositivo electrónico que convierte la tensión de CC a tensión de CA. A la salida del inversor se tendrá una tensión de 120 VCA a 60 Hz, con la cual se alimentará el variador de velocidad, fig. IV.-13.

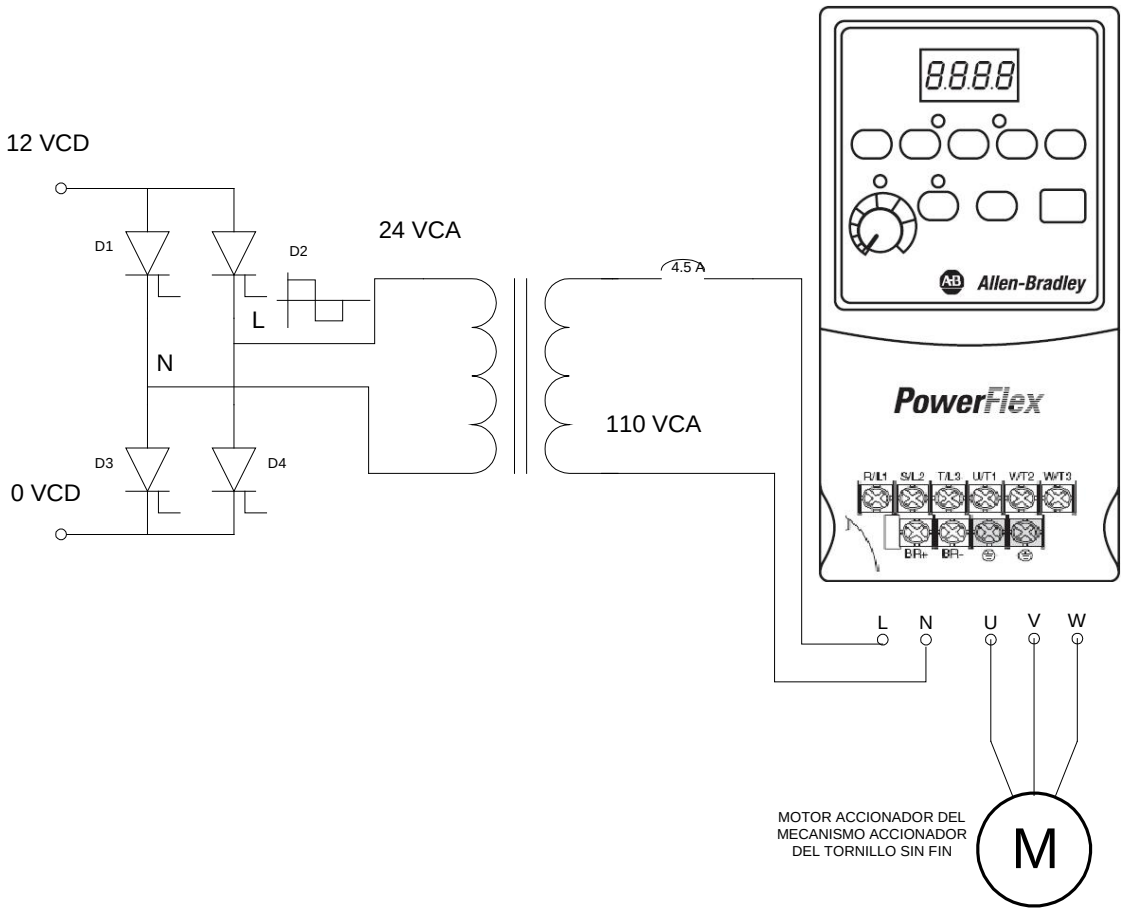


Fig. IV.-13: Diagrama de alimentación del variador.

De lo anterior se tiene, el siguiente diagrama donde se muestran las características de entrada y salida de cada uno de los dispositivos fig IV.-14.

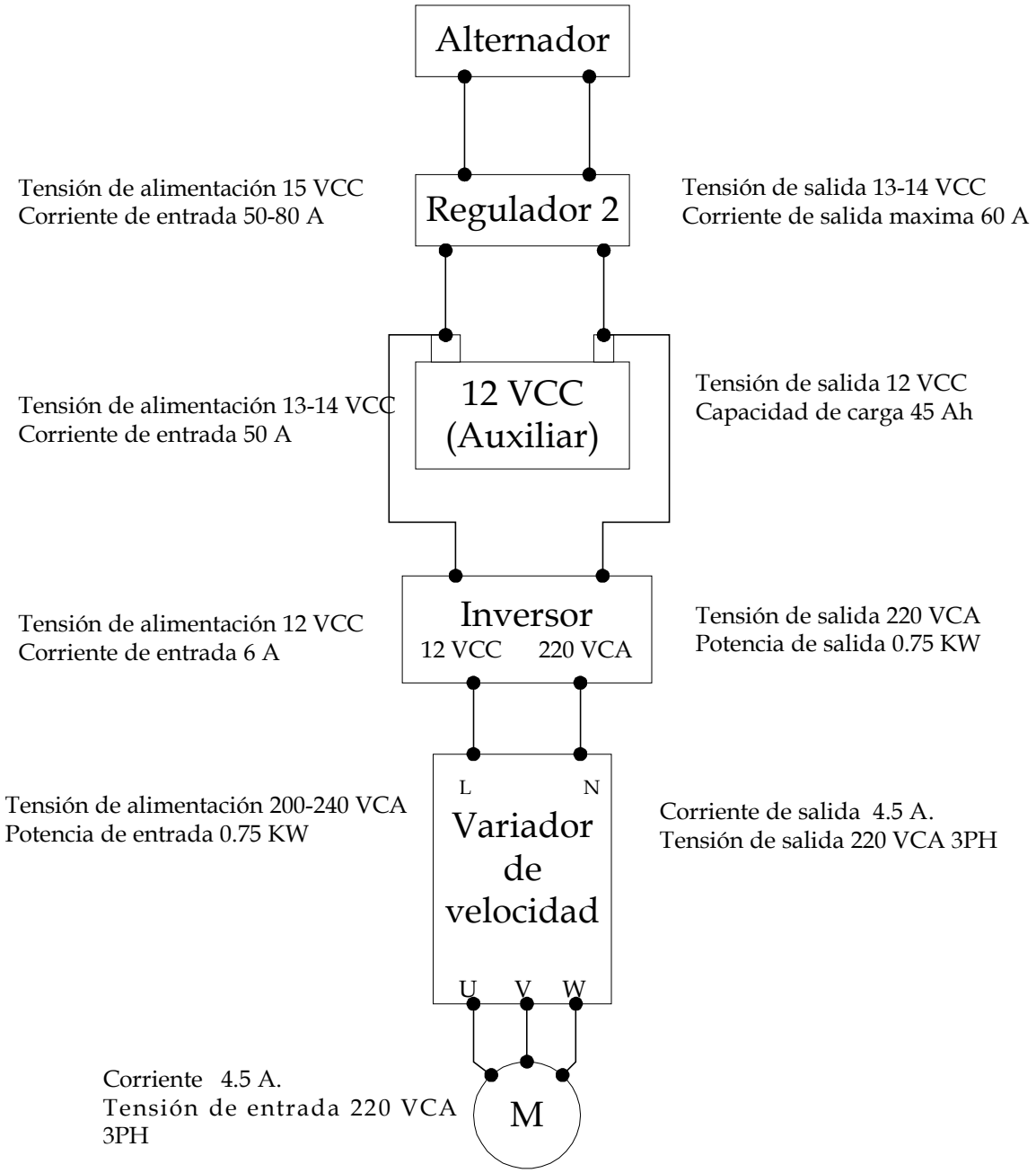


Fig. IV.14.-: Diagrama a bloques de alimentación.

IV.1.2.3.-ALIMENTACIÓN DEL PLC Y SENSORES.

La otra es de 24 VCC, la cual se encarga de suministrar energía al PLC y a los sensores del equipo.

Como los sensores y el PLC que seleccionamos trabajan con una tensión de 24 VCC, pero como el sistema eléctrico del tractor tiene una acumulador de 12 VCC, se tiene la necesidad de añadir un segundo acumulador también de 12 VCC, esto es para conectar ambos acumuladores en serie y tener la suma de las tensiones de ambos acumuladores, con lo cual tenemos una tensión de 24 VCC, la cual es la tensión que necesitamos para alimentar a los elementos de control del equipo fig. IV.-15.

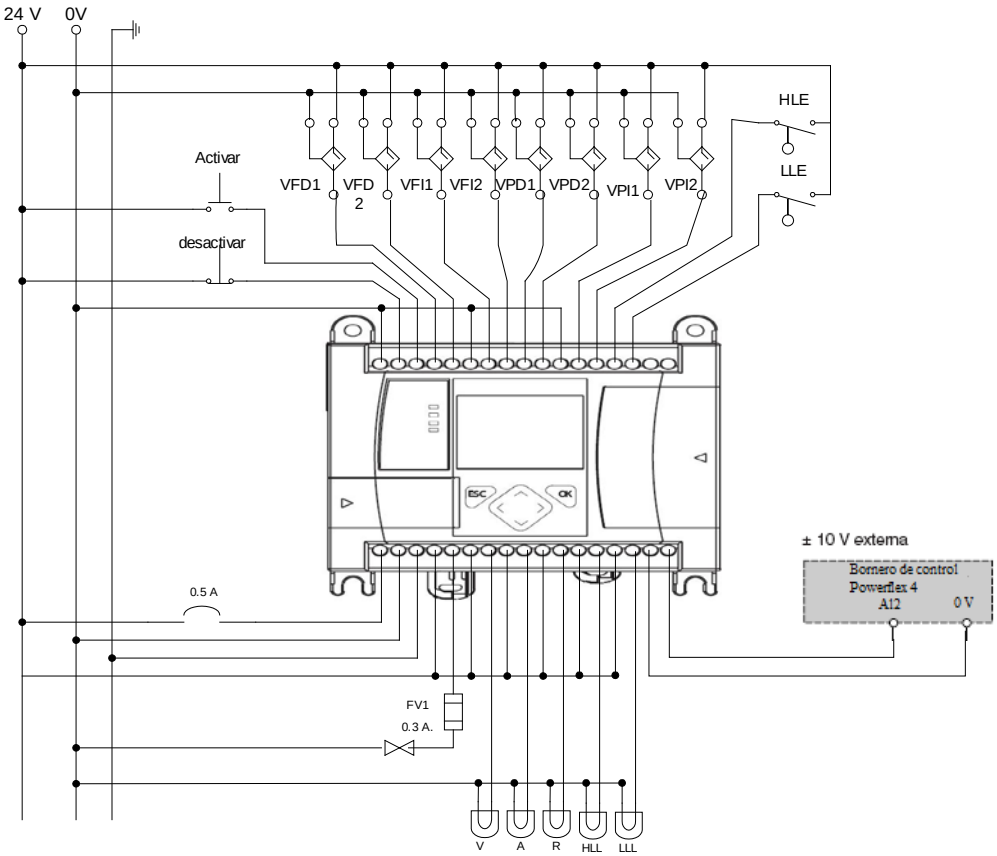


Fig. IV.-15: Conexión de PLC y sensores.

Una vez observados los diagramas continuaremos con la selección de los equipos antes mencionados en el mercado dando una pequeña información de que son, como funcionan y sus características fundamentales.

IV.2.-SELECCIÓN DE MATERIALES

Los materiales fig. IV.-16 para la constitución del removedor de materiales orgánicos es el siguiente:

* (8) Sensores fotoeléctricos

* (2) Sensores de Nivel

* (1) Controlador Lógico Programable (PLC)

* (1) Variador de Velocidad

* (1) Motor

* (1) Columna luminosa

* (1) Inversor (potencia)

En las siguientes paginas analizaremos los equipos, necesarios para la constitución eléctrica y electrónica que nuestro equipo requiere, pues recordemos que es un equipo eléctrico que depende de tensión suministrada por dos baterías, a continuación veremos a detalle cada uno de los elementos electrónicos que será necesario adquirir para la integración de éste equipo.

Fig. IV.-16: Materiales.

IV.2.1.-SENSOR FOTOELÉCTRICO.

Un sensor fotoeléctrico puede considerarse como un dispositivo "tipo interruptor de final de carrera", en donde la función del accionador mecánico o brazo de palanca es reemplazado con un haz de luz.

Los sensores fotoeléctricos funcionan por medio de la detección de un cambio en la cantidad de luz que es reflejada o bloqueada por un el objeto que se desea detectar (objetivo). El cambio de luz puede ser producido por la presencia del objetivo o por su ausencia, o como resultado de un cambio de tamaño, forma, reflectividad o color del objetivo.

El modo de detección del sensor es difuso o también conocido como proximidad vea la fig. IV.-17, donde La superficie dispersa la luz en todos los ángulos y una pequeña parte es reflejada directamente en la dirección opuesta para ser detectada por el receptor que está contenido en el mismo envolvente.

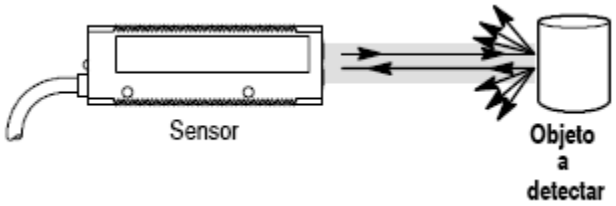


Fig. IV.-17: Modo de detección.

El sensor seleccionado cuenta con detección difusa normal en la cual se tiene un alto margen de detección de objetos, los sensores son de tres hilos y su símbolo eléctrico se muestra en la fig. IV.-18.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

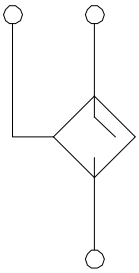


Fig. IV.-18: Símbolo del sensor

Tabla IV.-1. Características del sensor 42CA

Modelo	42CA
Alcance Máximo	0 a 400mm
Tensión de suministro	10 – 30 VCC
Consumo de Corriente	30 mA máximo
Fuente de Luz	Infrarrojo 880mm
Tiempo de Respuesta	2 ms
Tipo de Salida	PNP
Dimensiones	D 18mm L 63.6
Temperatura de funcionamiento	-25°C a +75°C
Marca	Rockwell Automation

Una vez que el sensor ha detectado el objeto, un dispositivo de salida conmuta la alimentación eléctrica en el circuito de control del usuario. La salida se activa o se desactiva, lo que hace que el sensor sea un dispositivo digital.

El removedor contendrá ocho sensores fotoeléctricos (42CA) Fig. IV.-19, los cuales accionarán al PLC suministrándole pulsos digitales (cero o uno) se implementara estos a diferentes alturas de la pila a fin de garantizar la presencia de la misma.

Fig. IV.-19: Sensor 42CA DIFUSO NORMAL

Los sensores estarán colocados de la siguiente forma: cuatro en la parte frontal del removedor y los otros cuatro en la parte trasera a diferente altura, nombrados (VFD1-Visión frontal derecha, VPI1 visión posterior izquierda)

Al momento de ser accionado (cuando registren un uno), el PLC recibirá esta información y en ese momento enviará la señal al variador para que inicie la rampa de aceleración, en el momento que se accionen los sensores posteriores (los ocho sensores accionados), el variador suministrará el valor de velocidad nominal, y se mantendrá en ese estado hasta que se desactiven los sensores frontales lo cual indicará el termino de la pila, en ese momento iniciará la rampa de desaceleración, en el momento que ningún sensor éste activado se detendrá el equipo.

La fig. IV.-20 muestra una vista de él equipo, dando la ubicación de los sensores.

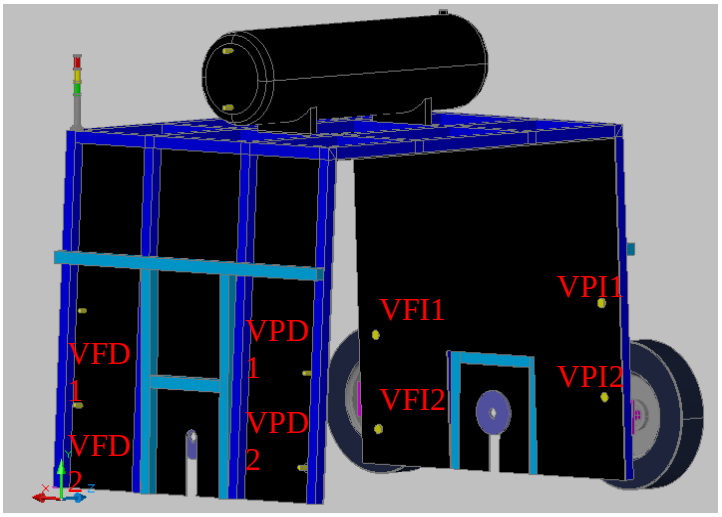


Fig. IV.-20: Posición de los sensores en el removedor.

IV.2.2.-SENSOR DE NIVEL.

Los sensores de nivel de líquidos C-7235 están fabricados con Polipropileno. Cuando el flotador magnético llega al nivel adecuado, el sensor abrirá o cerrará sus contactos respecto a la posición de montaje ver fig. IV.-21. La sujeción al depósito se realiza mediante rosca y disponen de 50 cm. de cable para la conexión.

Fig. IV.-21: Sensor de nivel de líquidos, montaje horizontal [C-7236]

FUNCIONAMIENTO:

Los interruptores de nivel DATASTAT operan por el flotador que se encuentra dentro del recipiente del fluido a controlar, el cual al cambiar el nivel desplaza el imán que hace actuar el microinterruptor, cápsula de mercurio o interruptor neumático, (tipo vertical cámara horizontal); el flotador hace actuar directamente al microinterruptor al momento de cruzar el nivel el centro de la conexión de dicho interruptor de nivel. El símbolo del sensor de nivel se muestra en la fig. IV.-22.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

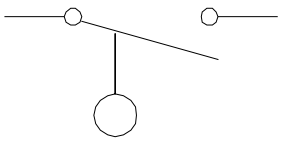


Fig. IV.-22: Símbolo del sensor de nivel.

Tabla IV.-2. Características del sensor de nivel FSH32.

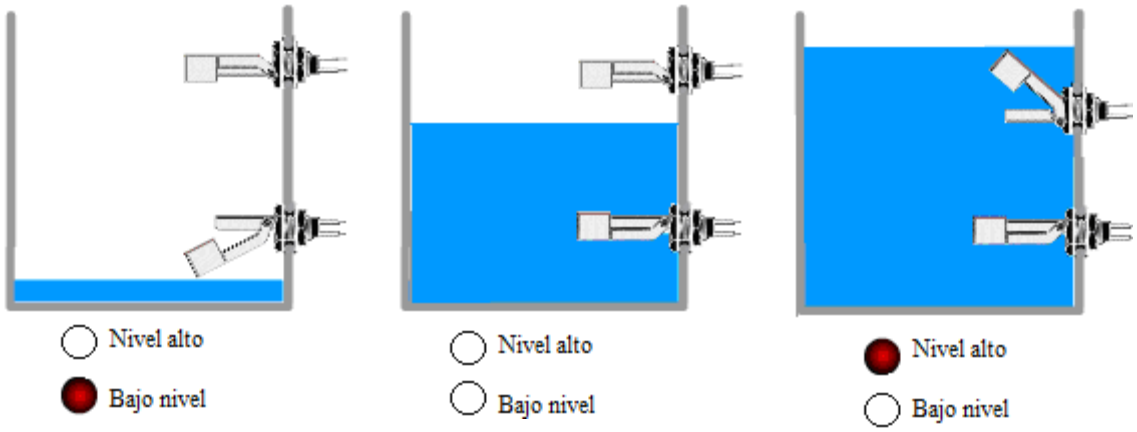
Modelo	FSH32
Contacto	1 contacto. NC o NA según instalación
Tensión máxima	240vca / 200vcc
Corriente	1 A
Corriente máxima de conmutación	0.5 A
Potencia de conmutación	50 VA
Resistencia de contacto	0.2 ohm. Máx
Máx. presión operación (Kgr/cm2)	4
Diámetro de montaje	16 mm
Peso	21grs

Se requieren dos sensores de nivel dentro del depósito de agua del removedor, uno de ellos colocado a 10 *cm*. de fondo del depósito, esto con la finalidad de que el sistema nos avise cuando ya hay poco agua en el deposito y no cuando ya no se tenga nada; el otro sensor estará a 10 *cm*. debajo de la capacidad total del deposito, para evitar derrames durante el movimiento del equipo.

Ya que el depósito de agua se llenara de forma manual, los sensores solo tienen la función de informar el nivel de agua dentro del depósito, su lógica de operación será:

El sensor de límite inferior estará instalado con el flotador hacia abajo y conectado en configuración NA, para que cuando el nivel de agua sea mínimo y esta no alcance a levantar el flotador, el magneto que tiene el flotador no active el interruptor, y se le mande al PLC la señal de que el nivel de agua esta bajo, y éste active el indicador visual indicándole al operador que le queda poco agua en el deposito fig. IV.-23 (a). A medida que el nivel de agua se eleve, el flotador del sensor inferior se elevara, con lo que activara el interruptor del sensor a su posición de operación normal y se vuelva a abrir para apagar el indicador por bajo nivel fig. IV.-23 (b).

El sensor de límite superior estará instalado con el flotador hacia arriba y en configuración NA, para que cuando el nivel del agua sea superior a la posición del sensor, el flotador se eleve y el magneto no active el contacto del sensor, por lo que el indicador visual por alto nivel se active fig. IV.-23 (c), a medida que el nivel de agua comience a descender, el flotador irá bajando hasta llegar a su posición de reposo, por lo que el magneto activará el interruptor del sensor y la indicador de nivel alto se apague.



a)Nivel bajo b) Nivel medio o normal c) Nivel alto

Fig. IV.-23: Nivel del depósito de agua y estado de los indicadores de nivel.

IV.2.3-CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.

El controlador lógico programable (PLC), es un dispositivo inteligente el cual tiene la capacidad en base a su programación de tomar decisiones o acciones a ejecutar según las señales obtenidas de proceso.

El PLC tiene la misma estructura que un microcontrolador, existe en un sin número de marcas en el mercado, marcas como son: SIEMENS, ABB, MONICO, FESTO, TELEMECANIQUE, entre otras.

Para su selección utilizamos la guía de selección que proporciona el proveedor por medio de su portal de internet (Controller Family Selector), donde con el número de entradas y salidas analógicas como digitales, la comunicación que se requiere y el método de programación preferido, el fabricante te recomienda el PLC mas adecuado con las características que necesites para el proceso. Al ingresar los datos en dicho programa, el resultado que se adaptó mejor a nuestras necesidades fue el MICROLOGIX 1100 fig. IV.-24.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Tabla IV.-3. Características del Micrologix 1100.

Modelo	MICROLOGIX 1100 CAT. No 1763-l16bbb
Memoria	4k usuario y 4k datos
Tensión de suministro	24 VCC
Entradas digitales	(6) 24 VCC
Entradas analógicas	(2) 0 a 10 VCC
Entradas de alta velocidad	(4) entradas de 20 khz
Salidas de alta velocidad	(2) salidas de 20 khz
Salidas digitales	(2) rele y (2) VCC FET
Puerto de comunicación	RS-232/485 y Ethernet
Marca	Rockwell Automation

Fig. IV.-24: MICROLOGIX 1100

El controlador lógico programable estará alimentado con 24 VCC, que vienen de la salida del banco de baterías conectadas en serie, a sus entradas estarán conectados los sensores fotoeléctricos de la entrada 0 a 7, que serán 4 entradas digitales y 4 de alta velocidad, y en las dos restantes se conectarán los sensores de nivel del tanque.

En la fig. IV.-25 se muestra el gabinete en el cual se colocará el PLC, el variador, los botones de paro y arranque, contactores, fusibles y las clemas.

Éste gabinete tiene las siguientes características.

Tabla IV.-4. Características del Gabinete.	
Referencia	DE2520150-M
Altura	.5m
Ancho	.4m
Profundidad	.20m
Peso	9.8 Kg.
Certificaciones	NEMA 3R en lamina galvanizada
Grado de protección	IP55
Constitución	monobloc

Fig. IV.-25: gabinete para la instalación.

IV.2.4.-INVERSOR.

Los inversores son componentes básicos de los sistemas de generación de electricidad medianos y grandes. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada en cd a un voltaje simétrico de salida en ca, con la magnitud y frecuencia deseadas.

Estos convierten la energía CD de bajo voltaje de las baterías en energía CA de alto voltaje (generalmente 120 ó 240VCA), como sea necesaria, fig IV.-26. También existen pequeños inversores que pueden ser utilizados en autos que permiten que los radios, televisores, computadoras, etc., operen en CA.

El uso de los inversores es muy común en aplicaciones industriales tales (como la propulsión de motores de ca de velocidad variable, que es el caso requerido en este trabajo, la calefacción por inducción, las fuentes de respaldo y las de poder, alimentaciones ininterrumpibles de potencia). La entrada puede ser una batería, una celda de combustible, una celda solar u otra fuente de cd. Las salidas monofásicas típicas son (1) 120V a 60 Hz, (2) 220V a 50 Hz y (3) 115V a 400Hz. Para sistemas trifásicos de alta potencia, las salidas típicas son (1) 220/380 V a 50 Hz, (2) 120/208 V a 60 Hz y (3) 115/200 V a 400 Hz.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Tabla IV.-5. Características del inversor.

Marca.	UNIPOWER
Modelo.	YK-PSW121KVAE
Tencion de suministro.	10-16VDC
Petencia de salida.	800W @ Unity Power Factor
Eficiencia.	87%
Frecuencia de salida.	50 ó 60 Hz
Coriente de salida aplena carga.	9 A
Coriente de salida sin carga.	0.35 A
Dimensiones.	408.7mm(d) x 484.0mm(w) x 44.0mm(h)
Peso.	6.5Kg

Fig. IV.-26: Inversor

IV.2.5.-VARIADOR DE VELOCIDAD.

Los sistemas de variación de velocidad alteran la velocidad del motor cambiando el voltaje y la frecuencia de la electricidad suministrada al motor con base en los requerimientos del sistema.

Esto se logra convirtiendo corriente alterna en continua, y luego de múltiples dispositivos electrónicos de cambio, invirtiendo la corriente continua a corriente alterna sintética con voltaje y frecuencia controlada.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Tabla IV.-6. Características del variador de velocidad.

Modelo	POWERFLEX 4 IP20/NEMA, TIPO ABIERTO CAT No. 22A-B4P5N104
Potencia	1 hp
Tensión de suministro	200-240 V
Potencia	0.75 kw
Protección contra sobrecarga	Clase 10 con respuesta sensitiva de velocidad.
Corriente de salida	4.5 Amp.
Modos de paro	Programable: Rampa, Freno de CD, Curva S
Aceleración / Desaceleración	Independiente
Temperatura de operación	10 a 50° C
Marca	Rockwell Automation

Fig. IV.-27: POWER FLEX 4.

El variador recibirá la señal del PLC y controlará las velocidades del motor según el PLC lo indique, éste se encontrara en la caja de control ubicada en la parte superior del removedor, como lo muestra la fig. IV.-27.

IV.2.6.-MOTOR ELÉCTRICO.

Los motores eléctricos convierten la energía eléctrica en energía mecánica rotatoria; por su diseño, se encuentran en muy variadas aplicaciones en (motores a prueba de explosión, agua, etc.).

Su principio de operación es dependiente de la interacción de los campos magnéticos que se producen dentro del estator y rotor de los motores.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Tabla IV.-7. Características del motor.	
Modelo	CM103-180T
Potencia	1 HP
Tensión de suministro	208-230
Base de velocidad	1750 rpm.
Corriente nominal	4.5 A.
Acoplamiento	Directo
Ciclo de carga	Continuo
Temperatura ambiente	40°C
Inercia del rotor	0.02
Marca	Rockwell Automation

Fig. IV.-28 : Motor.

El motor fig. IV.-28, actuara según lo indicado por el variador de velocidad, moviendo con la fuerza el sin fin mediante una caja de engranes, que a su vez moverá el material a revolver en la pila, éste estará colocado en la parte lateral del removedor.

IV.2.7.-MOTO REDUCTOR.

Los moto reductores son dispositivos mecánicos que sirven para amplificar la potencia de los motores eléctricos, funcionan por medio de una serie de engranes que al momento de incrementar la potencia en la flecha de salida también reduce la velocidad respecto a la velocidad y potencia en la flecha de entrada.

Los moto reductores Baldor están disponibles en rangos superiores a 25 HP. El modelo en angula recto esta hecho con una carcasa de hierro fundido, bujes de bronce en cada engrane y usillos con alta precisión, y un bandeja in interna de expansión para mantener el aceite libre de lubricación, llenado en fabrica con aceite grado (H1) aceite sintético Klubersynth UH1-6-460, Balero en la flecha de entrada, cubre polvo de balero en la flecha de salida, dimensiones de montaje estándar.

Tabla IV.-8. Características del moto-reductor.	
Modelo	STF-200-20-A-A
Potencia de entrada máxima	1 HP
Montaje NEMA	66C
RPM de salida a 1750	88
Tipo	Angulo recto
Radio	20
Troqué	612
Peso de embarque	30 lbs
Símbolo de multiplicación	GB
Marca	Baldor

Fig. IV.-29: Moto-reductor.

Este tipo de moto reductores fig. IV.-29 tienen una amplia gama de aplicaciones que requieren bajas revoluciones y un gran torque, son ideales para transportadores, manejo de materiales, maquinas de textiles, maquinaria para empaquetado, etc…

IV.2.8.- COLUMNA LUMINOSA.

Las columnas luminosas Control tower de 30*mm* fig. IV.-30, son elementos visuales que cumplen la función de indicar el estado de operación del equipo, dependiendo de cual lámpara éste encendida o parpadeando.

Las columnas luminosas 855D 30*mm* son configurables por el usuario para ajustarse a los requerimientos particulares de cada aplicación asta 5 niveles, la forma de ordenarlas es la siguiente tabla IV.-4.

Tabla IV.-9. Configuración de torre de iluminación.

855D	P00-		SC20	B	24	L	3	L	5	L	4
	a	b	c	d	e	f	g	f	g	f	g
						Nivel 1 f+g		Nivel 2 f+g		Nivel 3 f+g	

Fig. IV.-30: Columna luminosa.

Donde:

Tabla IV.-10. Características de elementos de la torre.

Segmento	código	Descripción
a	P00	base de montaje
b	SC20	Cable trenzado 20 m forro amarillo
d	B	Negro
e	24	Tensión 24 VCA/CC
f	L	Indicador de LED parpadeante
g	3	Verde
	4	Rojo
	5	Ambar

La torre que se requiere para el equipo consta de tres niveles para indicar el estado de operación del tambor o rotor del equipo fig. IV.-30.

***Nivel 1 – LED verde**

*** Nivel 2- LED ámbar**

***Nivel 3- LED rojo**

El primero nivel consta de un indicador LED verde, el cual indicara que el equipo esta activado, pero que el rotor no esta girando, el segundo nivel tiene un indicador ámbar, el cual significa que el rotor esta girando baja revolución, la cual será en rampa de aceleración o en rampa de desaceleración, el ultimo nivel comprende un indicador rojo, el cual estará informando cuando el rotor esta operando a máxima velocidad o a su velocidad nominal de trabajo, la cual solo deberá de presentarse cuando el rotor éste completamente rodeado de material de la pila.

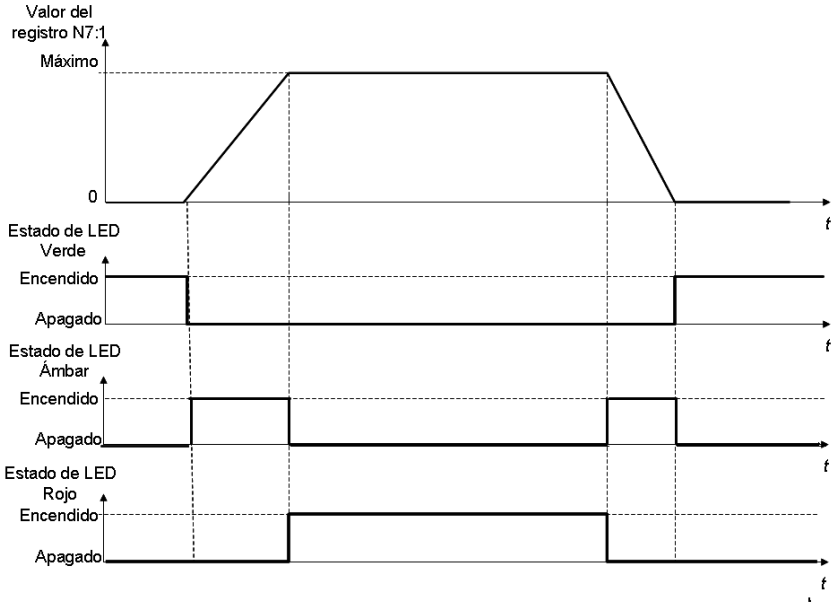


Fig. IV.-31: Diagrama del valor del registro N7:1 y de los estados de los LED´s de la columna luminosa.

Los estados de los LED´s de la torre son controlados por el PLC, ya que se utilizaran los perfiles de velocidad del rotor, el cual esta integrado por la rampa de aceleración, velocidad nominal y rampa de desaceleración de que se programaron en el PLC a través del registro N7:1 ver fig. IV.-31. Esto se lleva a cabo con tres salidas que interactúan con registro N7:1 del PLC, el cual también se linealizará para poderlo referir a una salida analógica del PLC, la cual será enviada con valores de 0-10 V como señal de referencia para el variador de velocidad, cuando el registro esté incrementando su valor, es cuando la rampa de aceleración estara ejecutándose, por lo tanto una bobina se debe activar para activar una salida de PLC, la cual activará al LED ámbar; cuando el registro alcance su valor máximo, se desactivará la primer salida y se activará una segunda salida, la cual energizará al LED rojo; cuando el valor del registro éste descendiendo, nuevamente se activará la primer salida para indicar que el rotor está disminuyendo su velocidad; por otro lado cuando el valor del registro sea cero se activará un tercer salida, la cual energizará al LED Verde para indicar que el rotor no está en funcionamiento.

IV.3.- PROGRAMACIÓN DEL MICROLOGIX 1100.

La fig. IV.-34 muestra el diagrama de flujo del funcionamiento de las rampas de aceleración, con el cual se basa la programación se necesita para el equipo, que puede ser:

* Diagrama de escalera

* Carta secuencial de funciones

* Diagrama de bloque de funciones

* Lista de instrucciones

* Lenguaje C

La programación de éste se hizo dentro del software de la marca Allen Bradley, llamado RSLOGIX 500, como se muestra en la fig. IV.-32, con el cual mediante el uso de la programación en escalera o Ladder program en ingles, se crearon las rampas de aceleración que se cargarán en la memoria del PLC MICROLOGIX 1100, con la cual se controlan las velocidades de aceleración y los tiempos que quiere que estas velocidades sean obtenidas.

Se realizaron pruebas de conexión PC-PLC-VARIADOR-MOTOR, con lo que comprobamos las comunicaciones entre el PLC y la PC, mediante el software RS-LINKS su pantalla de inicio se puede observar en la fig. IV.-33 que al igual es de la marca Allen Bradley.

Con esas pruebas quedaron las rampas de aceleración comprobadas en la programación en escalera mostrada en la Fig. IV.-35, que muestra el programa realizado.

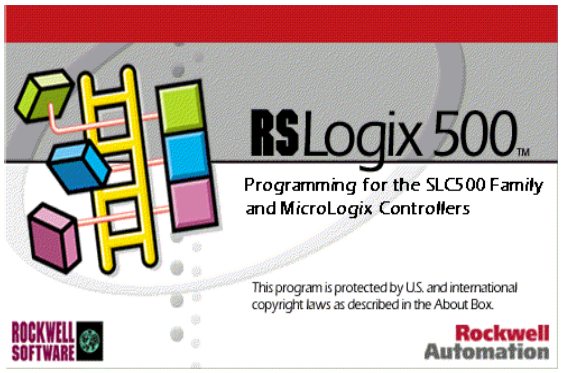


fig. IV.-32: RSLogix 500.

fig. IV.-33: RSLinx Classic.

IV .3.1.-DIAGRAMA DE FLUJO.

Secuencia de flujo de operación de las rampas de aceleración, que se llevarán a la forma de programación en escalera que será la utilizada para ser cargada a la memoria del PLC MICROLOGIX 1100.

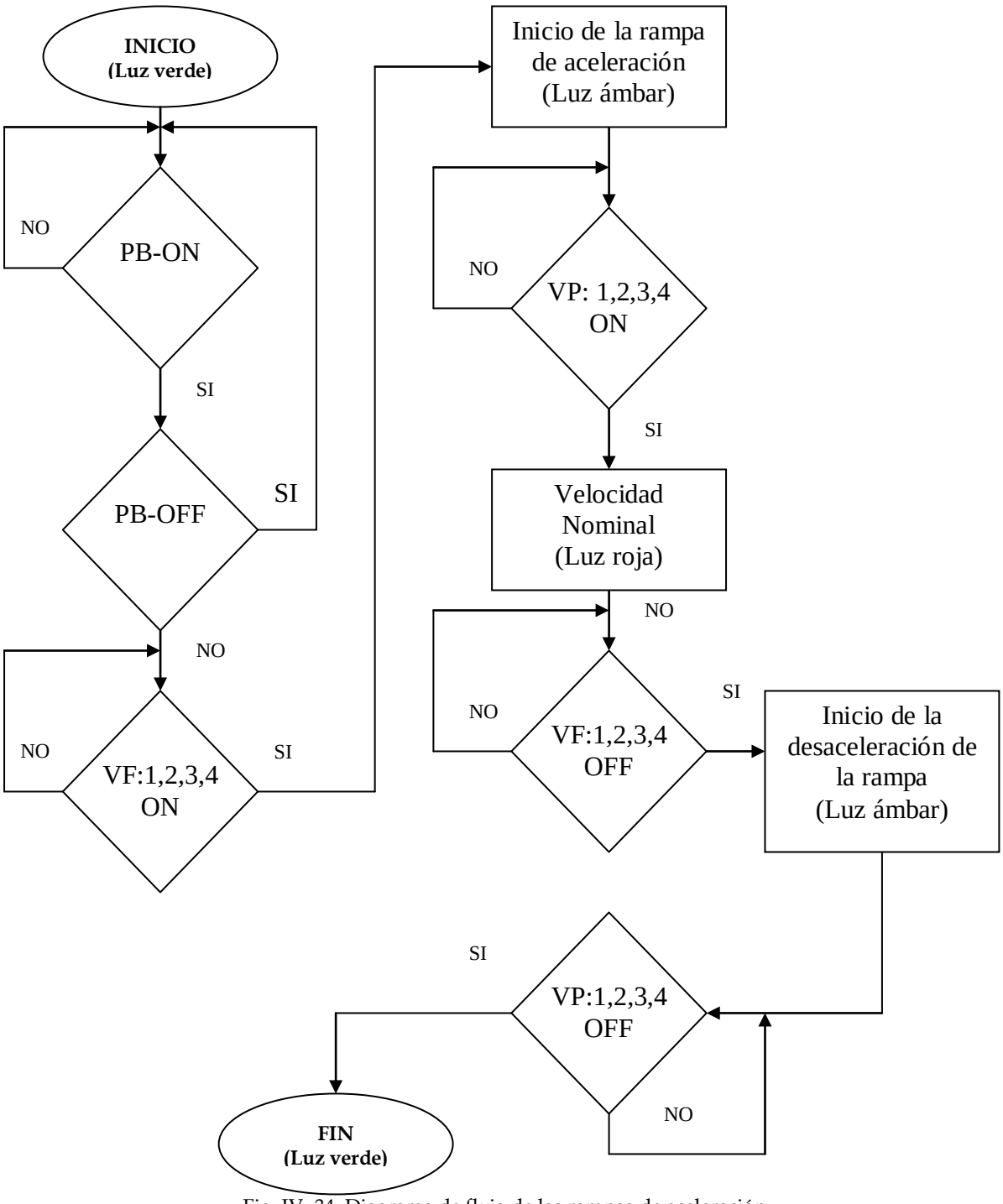


Fig. IV.-34: Diagrama de flujo de las rampas de aceleración.

IV.3.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA EN ESCALERA.

La línea 0000, presenta el paro y arranque del programa con PB-OFF y PB-ON respectivamente y la bobina B3:0/0 la cual mantendrá información en nuestro PLC.

En la línea 0000A tenemos el interruptor que enclava el arranque, dos interruptores NC los cuales se activaran a la señal de salida del color ámbar y rojo respectivamente.

La línea 0001 se activa al cierre del interruptor NA que se activara al arranque del equipo, seguido de cuatro interruptores normalmente abiertos que serán las entradas de señal de los sensores del removedor VFD1, VFD2, VFI1 y VFI2, que accionaran la B3:0/1 de arranque de motor. En la línea 0001A se tiene la bandera del timer T4:0/DN direccionada a un interruptor NC el cual al ser activado se abrirá y en ese momento terminara la indicación de la rampa de aceleración.

En la línea 0002 se tiene un interruptor NA el cual se accionara en el momento que entre el arranque de motor, éste a su vez activa el T4:0 el cual iniciara el conteo.

En la línea 0003 se tiene un interruptor B3:0/0 de la bobina enclavada que accionara la multiplicación, la cual tomara como fuente A= N7:0 y como fuente B=1, los cuales se enviaran a la posición N7:0.

En la línea 0004 se tienen cinco interruptores NA, el primero será accionado con la B3:0/0 de enclave y los cuatro restantes se accionaran con la entrada de cada sensor posterior VPD1, VPD2, VPI1 y VPI2, en el momento de ser activados los cuatro sensores, se activara el motor a su velocidad plena. En la línea 0004A se tiene un interruptor NC que estará dando pulsos intermitentes que harán que el indicador se encuentre parpadeando mientras se encuentre en la velocidad nominal el motor.

En la línea 0005 se tiene un interruptor NA el cual será accionado por la bobina de motor pleno B3:0/2 que activara la adición del dato da le fuente A N7:0 mas la fuente B 1 enviándolo a la dirección N7:0/0.

En la línea 0006 se tienen dos interruptores NA los cuales accionaran al motor a su velocidad plena, el primero se acciona con el enclave y el segundo con el motor a un instante de alcanzar su velocidad nominal.

En la línea 0007 se tiene un interruptor NC que es activado con el arranque de motor y un interruptor NA que se activara cuando el Motor llegue a su velocidad plena.

En la línea 0008 se tiene un interruptor NA que activa la multiplicación que tendrán como fuente A T4:1.ACC y como fuente B 1 y a su vez será enviado al destino N7:1.

La línea 0009 tiene un interruptor NA que se accionara con el T4:1/EN, con lo cual se llevara acabo la resta para el inicio de la desaceleración en el momento que las entradas de los sensores frontales se desactiven dando pauta a la desaceleración hasta llegar a cero y el motor se detenga.

En la línea 0010 y 0011 se tiene entradas de los sensores de limite de alto (HLE) y bajo nivel (LLE), que activaran los indicadores luminosos de alto nivel (HLL, O:0/3) y de bajo nivel (LLL, O:0/4).

La línea 0012 indica el FIN de programa.

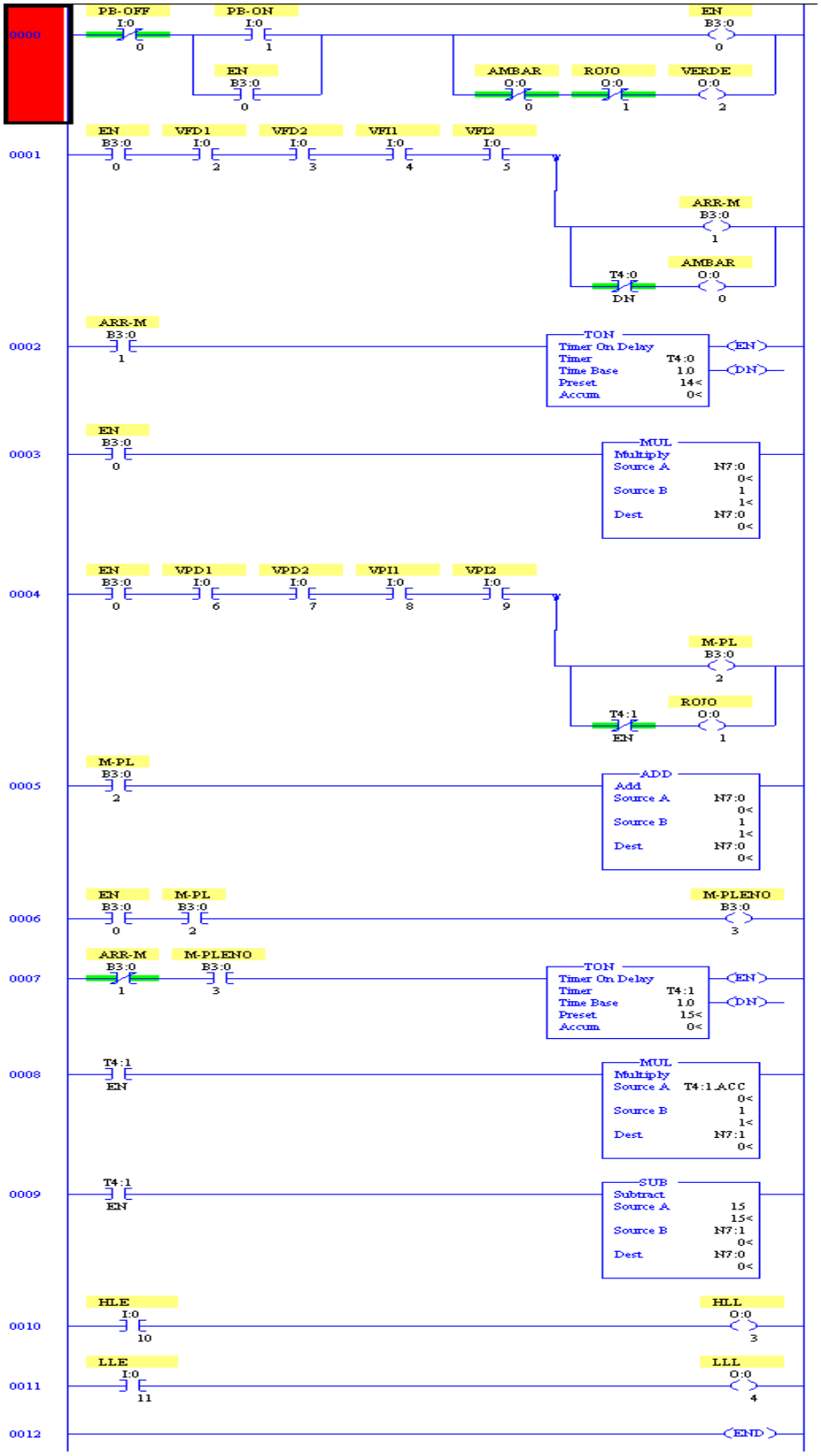


Fig. IV.-35: Programa en escalera de las rampas de aceleración.

CAPÍTULO V

PROGRAMA DE MANEJO DE DATOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS DE LA PLANTA.

V.-PROGRAMA DE MANEJO DE DATOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS DE LA PLANTA.

En este capítulo se describirá a grandes rasgos el entorno Visual Basic, su programación, sus componentes, las estructuras que maneja, al igual que se dará la estructura del programa para manejo de datos del control de inventarios de la planta y se describirán sus partes.

V.1.-VISUAL BASIC.

Visual Basic es denominado de esa forma debido a: VISUAL por que se utiliza una interfas grafica para el diseño y programación de las aplicaciones; BASIC se refiera a las siglas (Beginners All-Purpose Symbolic Instrucción Code).

V.1.1.- CONCEPTOS GENERALES Y BÁSICOS.

Visual Basic 6.0 es una excelente herramientas de programación que permite crear aplicaciones para Windows 95/98/2000/XP/NT/VISTA. Con ella puedes crear desde una simple calculadora hasta una hoja de cálculo de la talla de Excel, o bien, cualquier aplicación que se le ocurra al programador, lo cual explicaremos brevemente en los siguientes subtemas de éste documento.

V.1.1.2.- OBJETO.

Cualquier ente que participa en un programa/aplicación y que se caracteriza por poseer propiedades, eventos y métodos.

V.1.1.3.- PROPIEDADES, MÉTODOS Y EVENTOS.

Las propiedades se pueden considerar como atributos de un objeto, los métodos como sus acciones y los eventos como la situación que desencadena una acción, así como sus respuestas.

V.1.1.4.- PROCEDIMIENTOS.

Se trata del conjunto de sentencias que serán desarrolladas cuando se haga una petición a través de un evento o al llamarlas por su nombre, se caracterizan por tener un encabezado y una terminación de la siguiente forma:

```
Private sub name()
Conjunto de métodos y eventos que forman el procedimiento
End sub
```

V.1.1.5.- FORMULARIOS Y CONTROLES.

Un formulario se puede definir básicamente como una la ventana en la cual serán contenidos los objetos (controles) que formaran la aplicación o programa. Un formulario puede ser considerado como una especie de contenedor para los controles. Una aplicación puede tener uno o varios formularios (ventanas), pero un único formulario puede ser suficiente para la creación de una aplicación sencilla. Los formularios deben también tener un nombre que permita referenciarlos.

Los controles son objetos que están contenidos en los formularios. Cada tipo de control tiene su propio conjunto de propiedades, métodos y eventos, que lo hacen adecuado para una finalidad determinada. Algunos de los controles que puede usarse en las aplicaciones son más adecuados para escribir o mostrar texto, mientras que otros controles permiten tener acceso a otras aplicaciones y procesan los datos como si la aplicación remota formará, parte del código.

V.1.1.6.- PROYECTO.

Para que un programa realizado en Visual Basic funcione, necesita conjuntar una serie de archivos. Un proyecto en visual Basic permite precisamente establecer las relaciones entre los diferentes archivos que pertenecen al programa, un proyecto en visual Basic, tiene una extensión VBP (Visual Basic Proyect) y conjunta archivos como formularios (*.frm), módulos (*.bas), archivos de recursos (*.res), bibliotecas de acceso dinámico (DLL).

V.1.1.7.- MODO O TIEMPO DE DISEÑO Y DE EJECUCIÓN.

Cuando realizamos un programa en Visual Basic de Microsoft debemos tener presente que existen dos modos o tiempo en los cuales se puede interactuar con el programa, tales modos son: Modo de diseño y Modo de ejecución. En modo de diseño el usuario construye interactivamente la aplicación, colocando controles en el formulario, definiendo sus propiedades, y desarrollando funciones para gestionar los eventos.

La aplicación se prueba en modo de ejecución. En éste caso el usuario actúa sobre el programa (introduce eventos) y prueba cómo responde el programa. Hay algunas propiedades de los controles que pueden establecerse en modo de diseño, pero muchas otras pueden cambiarse en tiempo de ejecución desde el programa escrito en Visual Basic 6.0.

V.1.2.- EL ENTORNO DE VISUAL BASIC 6.0.

Cuando se arranca Visual Basic 6.0 aparece en la pantalla una configuración similar a la mostrada en la siguiente fig. V.-1:

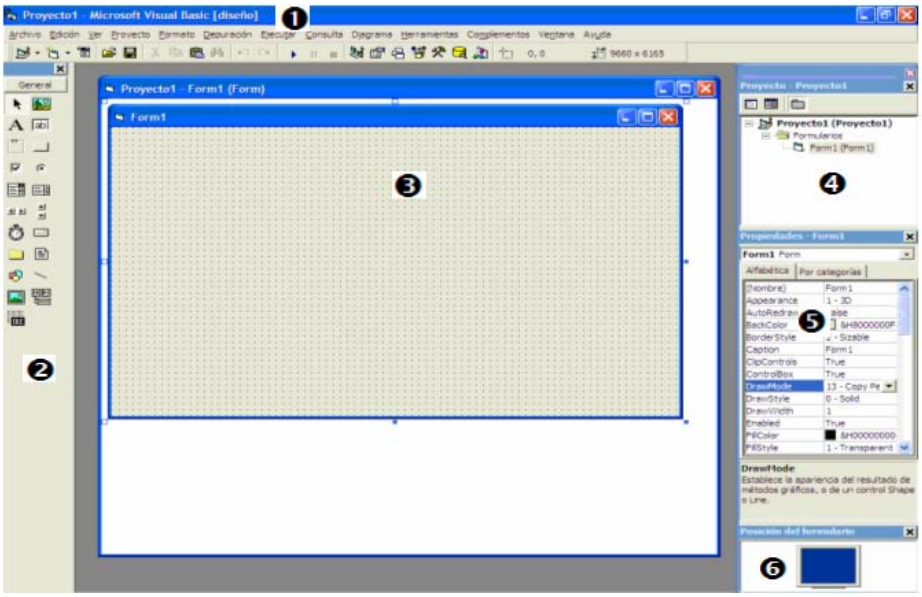


Fig. V.-1: Pantalla de Visual Basic.

En ella se pueden distinguir los siguientes elementos:

* La barra de titulo, la barra de menús y la barra de herramientas estándar.
* Caja de Herramientas (Toolbox) con los controles más comunes o estándar.
* Formulario (Form) en gris, en el que se colocan los controles. Está dotado de una rejilla (grid) para facilitar la alineación de los controles en el formulario.
* Ventana de explorador de proyecto (Project), que muestra los formularios y otros módulos de programas que forman parte de la aplicación.
* Ventana de propiedades (Properties), en la que se pueden ver las propiedades de un objeto seleccionado sobre el formulario.
* Ventana Posición del formulario, que permite determinar la forma en que se verá la aplicación cuando comience a ejecutarse.

Existen otros elementos tales como: la ventana para Edición de Códigos (Code Editor) y la ventana Depurador ó Debugger para ver valores en variables en tiempo de ejecución. Todo éste conjunto de herramientas y de ventanas es lo que se llama un Entorno Integrado de Desarrollo o IDE (Integrated Development Environment).

V.1.2.1.- BOTONES DE COMANDO.

La forma más sencilla de permitir al usuario interactuar con una aplicación es proporcionarle un botón para que haga clic en él. Puede usar el control de botón de comando que proporciona Visual Basic o crear su propio "botón" mediante un control de imagen que contenga un gráfico, por ejemplo un icono.

Cuando el usuario hace clic en el botón, éste no solamente realiza una acción, sino que, además, parece que se está presionando y soltando. Siempre que el usuario hace clic en un botón se invoca el procedimiento de evento Click. Para realizar cualquier acción que desee puede escribir código en el procedimiento de evento Click.

V.1.2.2.- CONTROLES PARA MOSTRAR E INTRODUCIR TEXTO.

Los controles de etiquetas y cuadros de texto se usan para mostrar o introducir texto. Se utiliza etiquetas cuando se desea que la aplicación muestre texto en un formulario y se utiliza cuadros de texto cuando desees permitir al usuario escribir texto.

Las etiquetas contienen texto que sólo se puede leer, mientras que los cuadros de texto contienen texto que se puede modificar.

En la tabla V.-1 observamos las características que proporcionan los TextBox y los label.

Tabla V.-1. Características de los controles para mostrar e introducir texto.

Control	Característica
TextBox (cuadro de texto)	Texto que el usuario puede modificar; por ejemplo, un campo de entrada de pedidos o un cuadro de contraseña
Label (etiqueta)	Texto que sólo se muestra; por ejemplo, para identificar un campo de un formulario o mostrar instrucciones al usuario

V.1.2.3.- CONTROLES QUE MUESTRAN OPCIONES A LOS USUARIOS.

La mayoría de las aplicaciones necesitan presentar opciones a los usuarios, que van desde una simple opción de tipo sí o no hasta seleccionar de una lista que contiene cientos de posibilidades. Visual Basic incluye varios controles estándar que ayudan a presentar opciones. En la tabla V.-2 se resumen estos controles y su uso adecuado.

Tabla V.-2. Características de los controles que muestran opciones a los usuarios.

Usa éste control	Para proporcionar esta característica
CheckBox (casillas de verificación)	Un conjunto pequeño de opciones entre las que el usuario puede elegir una o más.
OptionButton (botones de opción; use marcos si son necesarios grupos adicionales)	Un conjunto pequeño de opciones entre las que el usuario sólo puede elegir una.
ListBox (cuadro de lista)	Una lista desplegable de opciones entre las que puede elegir el usuario.
ComboBox (cuadro combinado)	Una lista desplegable de opciones junto con un cuadro de texto. El usuario puede elegir de la lista o escribir una opción en el cuadro de texto.

V.1.2.4.- CONTROLES QUE MUESTRAN IMÁGENES Y GRÁFICOS.

Como Windows es una interfaz gráfica de usuario, es importante tener una forma de presentar imágenes gráficas en la interfaz de una aplicación. Visual Basic incluye cuatro controles que facilitan el trabajo con gráficos: control de cuadro de imagen, control de imagen, control de forma y control de línea.

A veces se hace referencia a los controles de imagen, forma y línea como controles gráficos "ligeros", tabla V.-3.

Tabla V.-3. Características de los controles de imagen y gráficos.

Usa éste control	Para proporcionar esta característica
Picture (cuadro de imagen)	Contenedor para otros controles
Picture (cuadro de imagen)	Métodos gráficos o de impresión.
Image (control de imagen) o Picture (cuadro de imagen)	Mostrar una imagen.
Shape (control de forma) o Line (control de línea)	Mostrar un elemento gráfico simple

V.1.2.5.- CONTROLES ADICIONALES.

El cuadro de herramientas de Visual Basic incluye otros controles estándar. Algunos controles son útiles para trabajar con grandes cantidades de datos contenidos en una base de datos externa. Hay controles que puedes usar para tener acceso al sistema de archivos de Windows. Otros controles son difíciles de catalogar, pero siguen siendo útiles a pesar de ello.

En una aplicación de Visual Basic también puede usar controles ActiveX, que antes se llamaban controles personalizados o controles OLE, de la misma forma en que usa los controles estándar. Las ediciones Profesional y Empresarial de Visual Basic incluyen varios controles ActiveX, además de la capacidad para crear sus propios controles. Hay controles ActiveX adicionales para casi cualquier finalidad imaginable, que se pueden adquirir en numerosos proveedores.

Visual Basic incluye varios controles estándar más. Cada uno sirve para una finalidad única, como el Timer (de cronómetro) puede usarse para generar un evento en la aplicación a intervalos periódicos. Es útil para ejecutar código sin que sea necesaria la actuación del usuario, o Contenedores OLE es una forma fácil de agregar a la aplicación capacidades como la vinculación e incrustación. Mediante éste control puede proporcionar acceso a la funcionalidad de cualquier aplicación dotada de OLE, como Microsoft Excel, Word y otras muchas.

V.1.2.6.- EDITOR DE MENÚS.

Con el Editor de menús es posible agregar comandos nuevos a menús existentes, reemplazar comandos de menú existentes con sus propios comandos, crear nuevos menús y barras de menús, y modificar y eliminar menús y barras de menús existentes, desde la ventana que se muestra en la fig. V.-2.

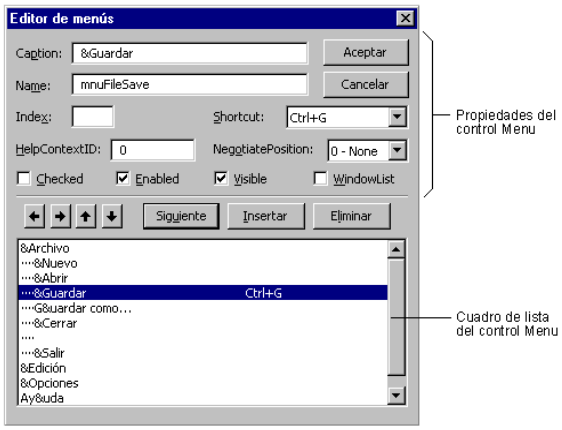


Fig. V.-2: Editor de menús de Visual Basic.

V.1.3.- EL LENGUAJE BASIC.

Un programa de computadora está constituido en sentido general por variables que contienen los datos con los que se trabaja y por algoritmos que son las sentencias que operan sobre estos datos. Estos datos y algoritmos suelen estar incluidos dentro de funciones y procedimientos.

Desde un principio los distintos tipos de lenguaje de programación han manejado variables y sentencias que permiten realizar operaciones simples y complejas que de una forma u otra proporcionan valores que juegan un papel muy importante en la aplicación (programa). De tal manera, Visual Basic 6.0 a pesar de ser un lenguaje de programación orientado a objetos y no estructurado, proporciona una gran cantidad de herramientas y sintaxis para la manipulación de valores y variables que son de suma utilidad en cualquier aplicación que se realice en Visual Basic.

La programación orientada a objetos, intenta simular el mundo real a través del significado de objetos que contiene características y funciones. Los lenguajes orientados a objetos se clasifican como lenguajes de quinta generación.

Como su mismo nombre indica, la programación orientada a objetos se basa en la idea de un objeto, que es una combinación de variables locales y procedimientos llamados métodos que juntos conforman una entidad de programación.

Mientras que la programación estructurada, se basa en una metodología de desarrollo de programas llamada refinamiento sucesivo: Se plantea una operación como un todo y se divide en segmentos más sencillos o de menor complejidad. Una vez terminado todos los segmentos del programa, se procede a unificar las aplicaciones realizadas por el pool de programadores. Si se ha utilizado adecuadamente la programación estructurada, esta integración debe ser sencilla y no presentar problemas al integrar la misma, y de presentar algún problema, será rápidamente detectable para su corrección.

V.1.3.1.- COMENTARIOS EN EL CÓDIGO BASIC.

Visual Basic 6.0 interpreta que todo lo que está a la derecha de una comilla simple (‘) en una línea cualquiera del programa es un comentario y no lo tiene en cuenta al momento de compilación. El comentario puede empezar al comienzo de la línea o a continuación de una instrucción que debe ser ejecutada. Una de las características principales de los comentarios es que toman el color verde por defecto al momento de ser declarados.

V.1.3.2.- DEFINICIÓN DE VARIABLES.

Una variable es una ubicación temporal de almacenamiento de datos como palabras, números, fechas o propiedades y se identifica a través de nombres arbitrarios que deben ser cortos y fáciles de recordar.

Para declarar explícitamente una variable, antes de utilizarla (normalmente al principio de un procedimiento de evento) se debe escribir el nombre de la variable después de la sentencia Dim, esta acción reservará espacio en la memoria, después del nombre de la variable y de forma opcional se puede especificar el tipo de la misma:

Dim i As String

De no hacerlo VB considera a la variable del tipo variant.

La tabla V.-4 muestra los tipos de variables que maneja visual basic.

Tabla V.-4. Tipos de variables en visual basic.

Tipo de dato	Tamaño	Rango	Ejemplo
Integer(Entero)	2 bytes	-32768 a 32767	Dim valor1% Valor1%=20
Long Integer (Entero largo)	4 Bytes	-2 147 483 648 a 2 147 483 647	Dim ingresos& Ingresos&=8500
Single Precision (coma flotante de simple precisión)	4 Bytes	-3.042823 E 38 a 3.042823 E 38	Dim precio! Precio!=899.99
Double Precision (coma flotante con doble precisión)	8 Bytes	-1.79769313486232 E 308 a 1.79769313486232 E 308	Dim pi# Pi#=3.1415926535
Currency (monetario)	8 Bytes	-922,337,203,685,477.5808 a 922,337,203,685,477.5808	Dim deuda@ deuda@=7600300.50
String (cadena)	1 Byte por carácter	0 a 65,535 caracteres	Dim perro$ Perro$="cocker"
Boolean	2 Bytes	True o False	Dim Flag as bolean Flag=true
Date (Fecha)	8 Bytes	1 enero 100 a 31 diciembre 9999	Dim aniv as date Aniv=#3-1-63#
Variant	16 Bytes (num) 23 Bytes (cadenas)	Todo tipo de rango	Dim total Total=289.12

En la ventana de código existe una sección llamada "General" cuando la variable es definida en esta sección se puede utilizar en todo el formulario, si la variable sólo es definida en un procedimiento de evento, entonces ésta será sólo valida en dicho procedimiento.

V.1.4.- ESTRUCTURAS DE PROGRAMACIÓN.

Las estructuras de control, denominadas también estructuras de programación, permiten tomar decisiones y realizar un proceso repetidas veces. Son las denominadas bifurcaciones y bucles. Éste tipo de estructuras son comunes en cuanto a concepto en la mayoría de los lenguajes de programación, aunque su sintaxis puede variar de un lenguaje de programación a otro. Se trata de un conjunto de estructuras muy importantes ya que se encargan de controlar el flujo de un programa según los requerimientos del mismo. Visual Basic 6.0 dispone de las siguientes estructuras de control.

V.1.4.2.- SENTENCIA SELECT CASE.

La sentencia case se utiliza para elegir entre diferentes alternativas. Una sentencia case se compone de varias sentencias simples. Cuando case se ejecuta, una de las sentencias simples se selecciona y ejecuta, en la tabla V.-6 se muestra el formato de la sentencia SELEC CASE.

Tabla V.-5. Formatos de la sentencia SELEC CASE.

Select Case Expresión Case vpe1 [sentencias1] Case vpe2 [sentencias2] Case vpe…N [Sentencias…N] Case Else [Sentencias-sino]	Seleccione según expresión Sea vpe1 [sentecias1] Sea vpe2 [sentencias2] Sea vpe…N [Sentencias…N] No sea vpe1, vpe2, vpe…N [Sentencias-sino] Fin selección

Donde expresión es una expresión numérica o alfanumérica que puede proporcionar una serie de valores distintos y uno de ellos puede o no encontrarse en la lista. A estos valores en una sentencia Case se les llama "valores proporcionados por la expresión (vpe)". Las etiquetas vp1, vpe2, vpe…N representan valores que puede o no proporcionar la expresión, según sea el valor se ejecutan las sentencias seguidas a la etiqueta (vpeN) correspondiente.

V.1.4.1.- SENTENCIA IF ... THEN ... ELSE ...

Dado que una condición produce un valor verdadero o falso, se necesita una sentencia de control que ejecute determinada sentencia sí la condición es verdadera, y otra si es falsa. En Visual Basic esta alternativa se realiza con la sentencia IF-THEN-ELSE. La fig. V.-3 describe el diagrama de flujo y el formato de la sentencia, y en la tabla V.-5 observamos el formato de programación.

Tabla V.-6. Formatos de la sentencia IF

If <condición> Then
  <Sentencias1>
Else
  <Sentencias2>
End If
	Si <condición>
	Entonces
	  <Sentencias1>
	Sino
	  <Sentencias2>
	End If

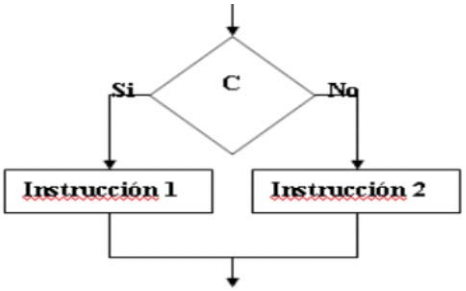


Fig. V.-3: Diagrama de flujo de la sentencia IF.

Si condición es True (verdadera), se ejecutan las sentencias que están a continuación de Then, y si condición es False (falsa), se ejecutan las sentencias que están a continuación de Else, si esta cláusula ha sido especificada.

Para indicar que se quiere ejecutar uno de varios bloques de sentencias dependientes cada uno de ellos de una condición, la estructura adecuada es la siguiente:

```
If condicion1  Then
        Sentencias1
ElseIf condicion2  Then
        Sentencias2
Else
        Sentencias-n
End If
```

Si se cumple la condicion1 se ejecutan las sentencias1, y si no se cumple, se examinan secuencialmente las condiciones siguientes hasta Else, ejecutándose las sentencias correspondientes al primer ElseIf cuya condición se cumpla. Si todas las condiciones son Falsas, se ejecutan las sentencias-n correspondientes a la cláusula Else, que es la opción por defecto.

V.1.4.3.- SENTENCIA DO ... LOOP.

La sentencia Do para ejecutar un bloque de instrucciones un número indefinido de veces. Hay algunas variantes en la instrucción Do...Loop, pero cada una evalúa una condición numérica para determinar si continúa la ejecución. Como ocurre con If...Then, la condición debe ser un valor o una expresión que dé como resultado False (cero) o True (distinto de cero).

Tabla V.-7. Formatos de la sentencia DO...LOOP.
Do While condición instrucciones Loop

Cuando Visual Basic ejecuta éste bucle Do, primero evalúa condición. Si condición es False (cero), se salta todas las instrucciones. Si es True (distinto de cero), Visual Basic ejecuta las instrucciones, vuelve a la instrucción Do While y prueba la condición de nuevo.

V.1.5.- MANEJO DE ERRORES.

Los errores que existen en Visual Basic se clasifican básicamente de 3 formas:

* Errores de sintaxis, son debidos al uso incorrecto o error en la escritura de las estructuras de programación y generalmente son encontrados en tiempo de diseño, el compilador de Visual Basic nos avisa cuando esta clase de errores suceden.
* Errores fatales en tiempo de ejecución: esta clase de errores se suscitan cuando el programador no considera ciertos eventos al momento de la ejecución del programa y entonces éste último no sabe que hacer, perdiendo su secuencia.
* Errores lógicos, es cuando el programa funciona correctamente, es decir no se hace presente ningún error ni en tiempo de diseño ni ejecución, sin embargo los resultados no son los correctos o los esperados, esta clase de error es generalmente el mas difícil de corregir.

V.1.6.- VISUAL BASIC, OLE Y OCX.

Visual Basic, tiene la capacidad de vinculación con una gran variedad de programas permitiendo el uso de herramientas, por ejemplo abrir una hoja de cálculo de Excel y guardar en ella una serie de datos, o un cuadro de texto donde a través de un evento Word revise la ortografía. Entre otras capacidades, todo con la existencia de las tecnologías OLE, OCX y OPC.

V.2.- PROGRAMA DE MANEJO DE DATOS PARA EL CONTROL DE INVENTARIOS DE LA PLANTA.

Una vez vistas las necesidades de la planta, y en vista de las carencias de control en los inventarios, y estadísticas importantes con los usos de materia prima a la entrada de la planta, el control de datos fundamentales en el proceso como son las estadísticas de temperatura, humedad y potencial de hidrogeno (pH), que son fundamentales para conocer los comportamientos de las reacciones dentro de la composta y la toma de datos de valores de la salida del material terminado para la entrega.

De aquí nace la idea de la creación de un programa para controlar todos estos datos, así como generar de una forma sencilla gráficas para observar el comportamiento de las temperaturas en los diferentes volteos que se le dan a la pila de materiales orgánicos.

V.2.1- PANTALLA DE INICIO DE LA APLICACIÓN.

Éste es un diseño de aplicación desarrollado dentro del ambiente Visual Basic 6, con el cual se pretende tener un mayor control en las actividades realizadas en la planta de producción de composta, en la Fig. V.-4 se observa la pantalla principal de dicha aplicación.

Fig. V.-4: Pantalla principal.

En la parte superior izquierda vemos la fecha del día de acceso y de lado derecho el reloj y el día del momento de las operaciones realizadas dentro del sistema.

Y al centro el logotipo de diseños HORECO, que son los diseñadores del programa.

En la pantalla podemos observar en la parte derecha inferior el botón de salida del programa, a su lado se encuentra el botón donde mostrara información de los diseñadores de esta aplicación, a un lado el botón que nos mostrara la visión de la planta de composta, a su lado la misión y el objetivo.

A la izquierda el botón de entrada a el sistema que nos llevara a el acceso de contraseñas para identificar el usuario que se encuentra usando el programa.

V.2.2.- PANTALLA DE ACCESO.

A la entrada se mostrara la pantalla de acceso fig. V.-5 esta programada para dar acceso a él personal con un código que esta detallado con los siguientes números:

* Ingeniero	1910
* Biólogo	910
* Empleado	700 hasta 710
* Supervisor	810
* Policía	610
* Visitante	510

El ingeniero tendrá la facultad de observar todas las características de la aplicación así como tener acceso a las hojas de cálculo creadas por esta aplicación dentro del disco duro de la computadora.

El biólogo podrá observar los resultados obtenidos de los valores ingresados en las tablas en gráficos para observar los rendimientos de los procedimientos seguidos.

El supervisor analizara el llenado de las tablas, teniendo la facultad de modificar, así como tomar acciones dentro de estos llenados en caso de tener valores erróneos, los cuales serán informados a manera de tomar las acciones pertinentes para que estos errores no sean cometidos en ocasiones posteriores.

Todos los empleados de esta planta llegaran al acceso de la planta y registraran su hora de entrada así como de salida, para llevar un control.

Uno de los empleados tendrá el acceso a él llenado de los formatos que llevaran una función vital para estar monitoreando el buen funcionamiento de los procesos de producción, garantizar la calidad de él producto terminado "COMPOSTA".

El policía tendrá acceso a ver el historial de personal dentro de la planta, para tener conocimiento del personal que se encuentra en la planta.

El visitante podrá ver el diagrama de bloques así como un formulario en donde se presenta la tecnología con la que cuenta la planta productora de composta del Instituto Politécnico Nacional.

Si se ingresa algún valor diferente se mostrara un cuadro de dialogo el cual notificara el error cometido.

El objetivo de esta es tener el control del acceso de todo el personal, lo cual estará siendo registrado paulatinamente en la hoja de cálculo de Excel, llamada "Seguridad", en ella se registrara la hora, la fecha y el empleado que tubo acceso a el sistema.

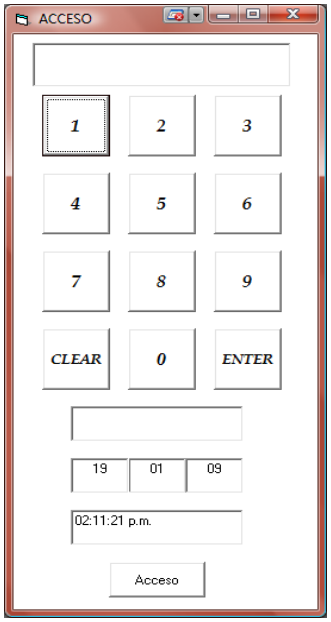


Fig. V.-5: Pantalla de seguridad.

Una vez explicadas las actividades que podrá realizar cada una de las personas que tendrán acceso, continuaremos con la revisión de las pantallas.

V.2.3.- PANTALLA DE ACTIVIDADES.

La pantalla de actividades mostrada en la fig. V.-6 contiene un menú que estará restringido según las capacidades que pueda obtener el usuario según su contraseña ingresada al inicio de la aplicación.

En esta pantalla se puede observar el logotipo de la planta productora de composta y vivero, de lado derecho y de lado izquierdo el logotipo de Diseños HORECO.

Dentro de las opciones del menú se tienen:

* Objetivo
* Misión
* Visión
* Historia
* Diagrama de flujo
* Formatos
* Tecnología

Las cuales llevaran al usuario a las pantallas correspondientes donde podrán observar la operación que desea hacer.

Fig. V.-6: Pantalla de actividades.

V.2.4.- PANTALLA DE OBJETIVOS.

En la pantalla de objetivos de la planta mostrada en la Fig. V.-7 se observan los cinco objetivos concisos que tiene la planta productora de composta y viveros del Instituto Politécnico Nacional.

A esta pantalla tendrá acceso cualquier persona que así lo desee desde la pantalla principal así como desde la pantalla de actividades.

Estos objetivos son claramente alcanzables con el trabajo conjunto y teniendo firme la meta a alcanzar, éste trabajo forma parte de éste esfuerzo por el crecimiento de la planta productora de composta y vivero del Instituto Politécnico Nacional.

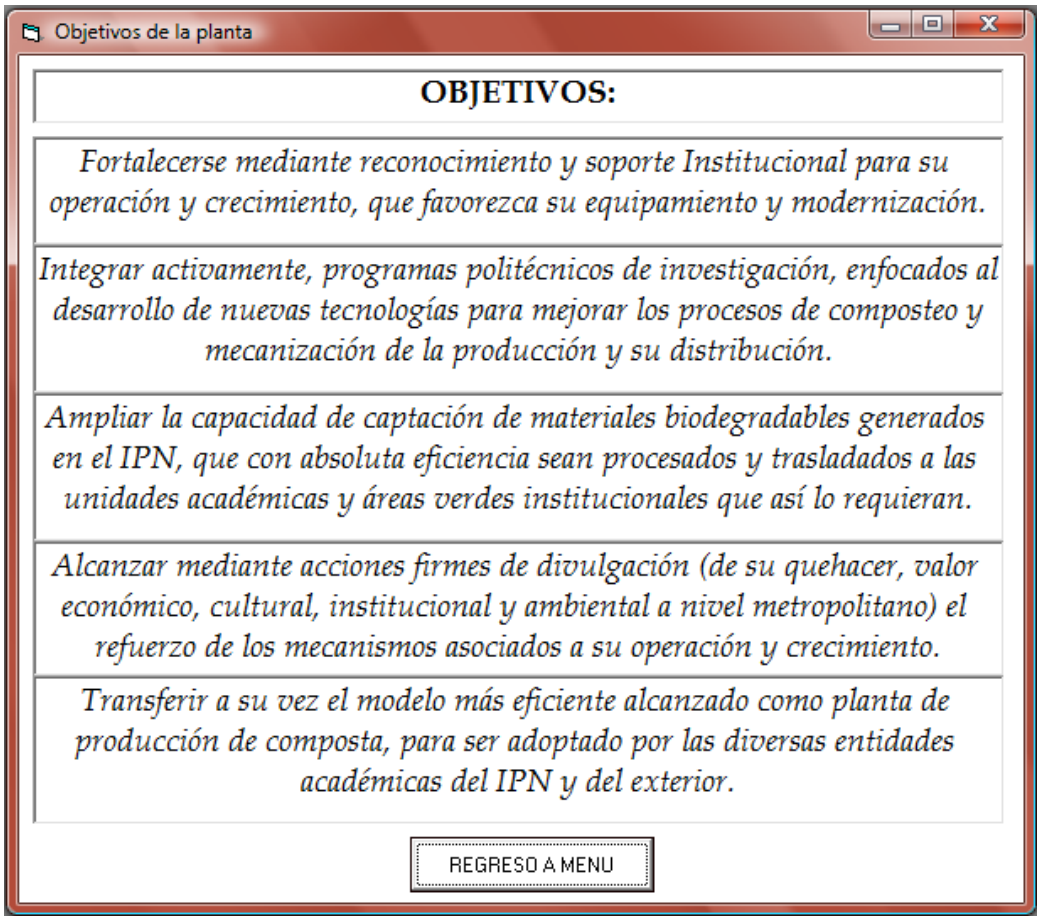


Fig. V.-7: Pantalla de objetivos.

V.2.5.- PANTALLA DE MISIÓN.

La ventana de misión de la planta muestra el método o formato a seguir para conseguir los objetivos establecidos por la planta, fig. V.-8.

A esta ventana se podrá acceder desde la pantalla principal y también de la pantalla de actividades donde será una de las opciones a elegir.

Una de las misiones de éste trabajo, es constatar que la tecnología no esta de ninga manera peleada con el desarrollo sustentable del medio ambiente, sino al contrario mostrar una oportunidad de fortalecer un proceso natural, siendo éste proceso acelerado mediante técnicas y mecanismos que tiene como fin un enfoque transformador, que al implementar tecnología no pretende generar contaminantes sino en contraparte generar un abono orgánico que puede ayudar a la tierra a fortalecerse de una forma natural menos dañina para el medio ambiente.

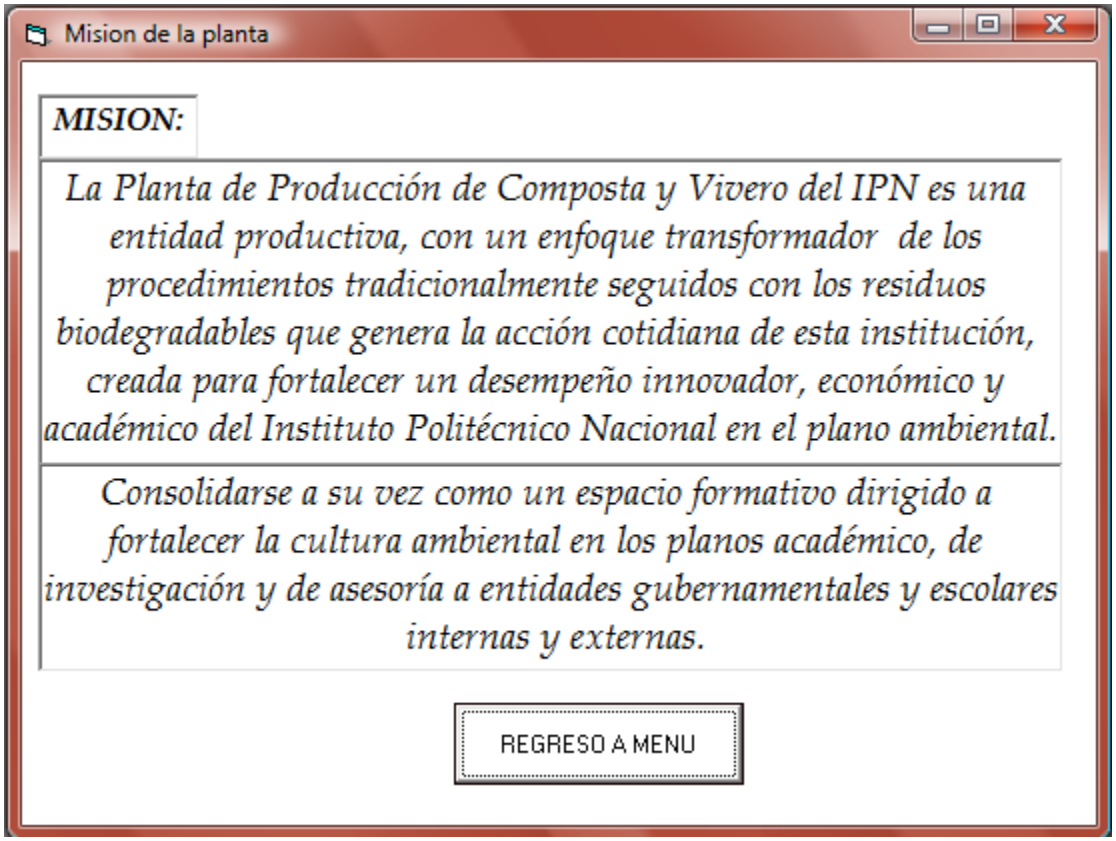


Fig. V.-8: Pantalla de misión.

V.2.6.- PANTALLA DE VISIÓN.

Visión: se muestra donde se quiere ver éste proyecto en algunos años.

La pantalla de visión de puede observar en la fig. V.-9, la cual muestra un enfoque ambicioso pero a su vez alcanzable.

El acceso a esta ventana se podrá hacer desde la ventana de actividades y desde la pantalla principal, esta no se encontrara restringida para ninguno de los posibles usuarios de éste sistema.

Teniendo en mente éste concepto se genera la posibilidad de la aplicación de proyectos interdisciplinarios de cualquier índole, que provean una mejora en el proceso de la planta para alcanzar la posición vista dentro del formulario.

Observando éste enfoque y pretendiendo colaborar con esta causa éste trabajo aporta un granito de arena para concebir una mayor producción con alta calidad con el aprovechamiento del mínimo espacio, con el uso de la mayor tecnología posible y con un procedimiento estandarizado que facilitara la exportación de éste proyecto, como planta de producción adaptable y viable.

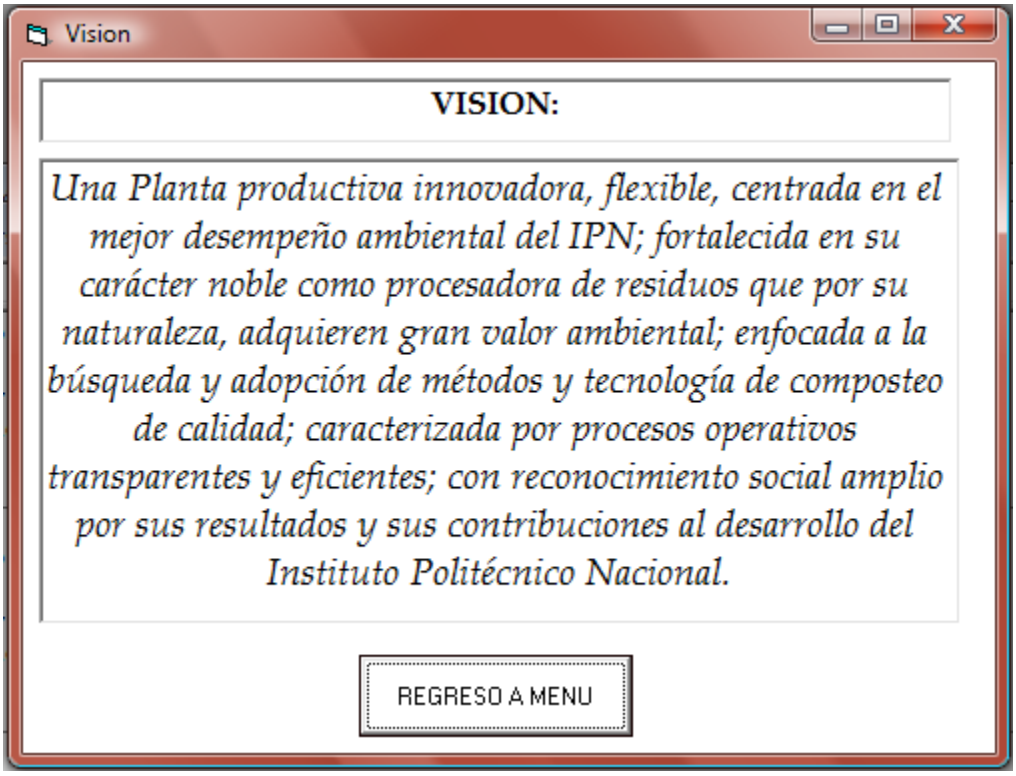


Fig. V.-9: Pantalla de visión.

V.2.7.-PANTALLA DE HISTORIA.

La pantalla de historia nos muestra los antecedentes y cambios más significativos sufridos en la planta productora de composta y vivero del IPN, altas, bajas, así como crecimiento de la misma, fig V.-10.

Cualquier usuario que desee puede observar esta pantalla, leer y conocer un poco mas de los sucesos importantes que ha vivido la planta de composteo del Instituto Politécnico Nacional.

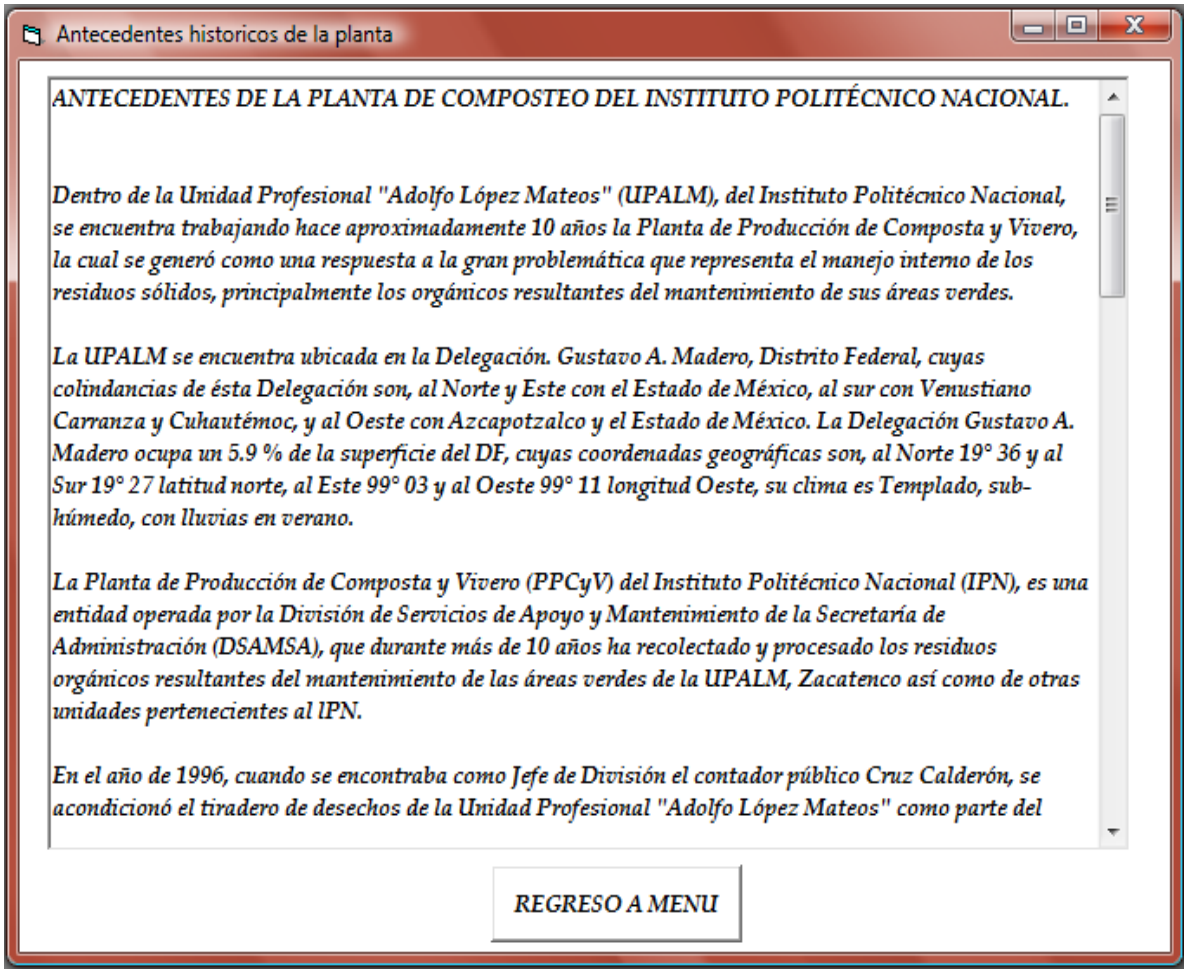


Fig. V.-10: Pantalla de antecedentes históricos de la planta.

V.2.8.-PANTALLA DEL DIAGRAMA DE FLUJO.

La pantalla de diagrama de flujo fig. V.-11 informará al usuario el tipo de organización de producción se sigue dentro de la planta, mostrando el orden de actividades con la adopción de éste proyecto.

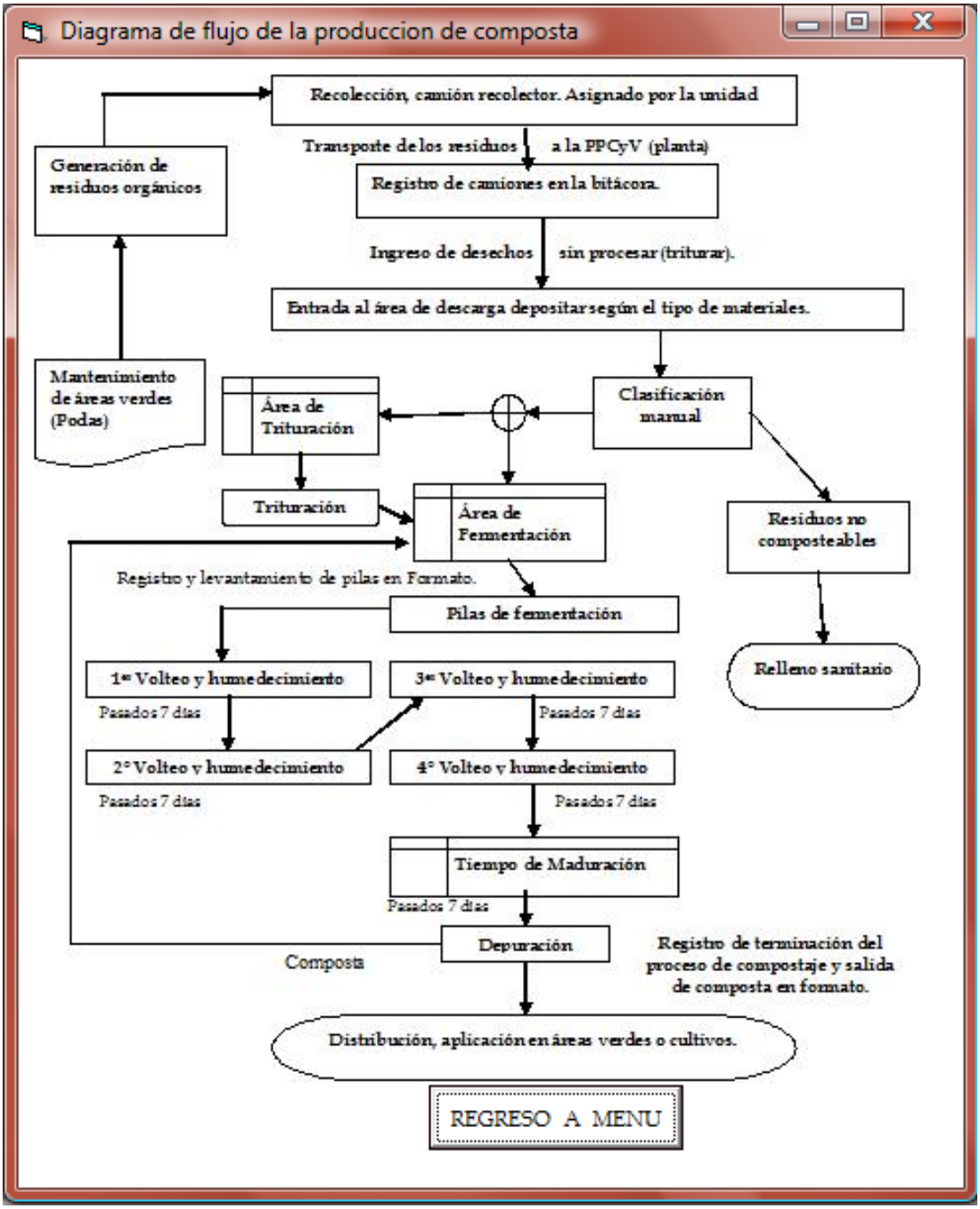


Fig. V.-11: Pantalla de diagrama de flujo.

V.2.9.-PANTALLA DE TECNOLOGÍA UTILIZADA EN EL PROCESO.

La pantalla de tecnología fig. V.-12 utilizada informara al usuario el tipo de removedor con el que se cuenta en la planta con la adopción de éste proyecto.

Mostrando ante todo la realidad que dice que la tecnología no esta peleada de ninguna manera con la naturaleza, pues éste equipo ayuda a un proceso para regeneración de abono para la tierra con un equipo de alta tecnología.

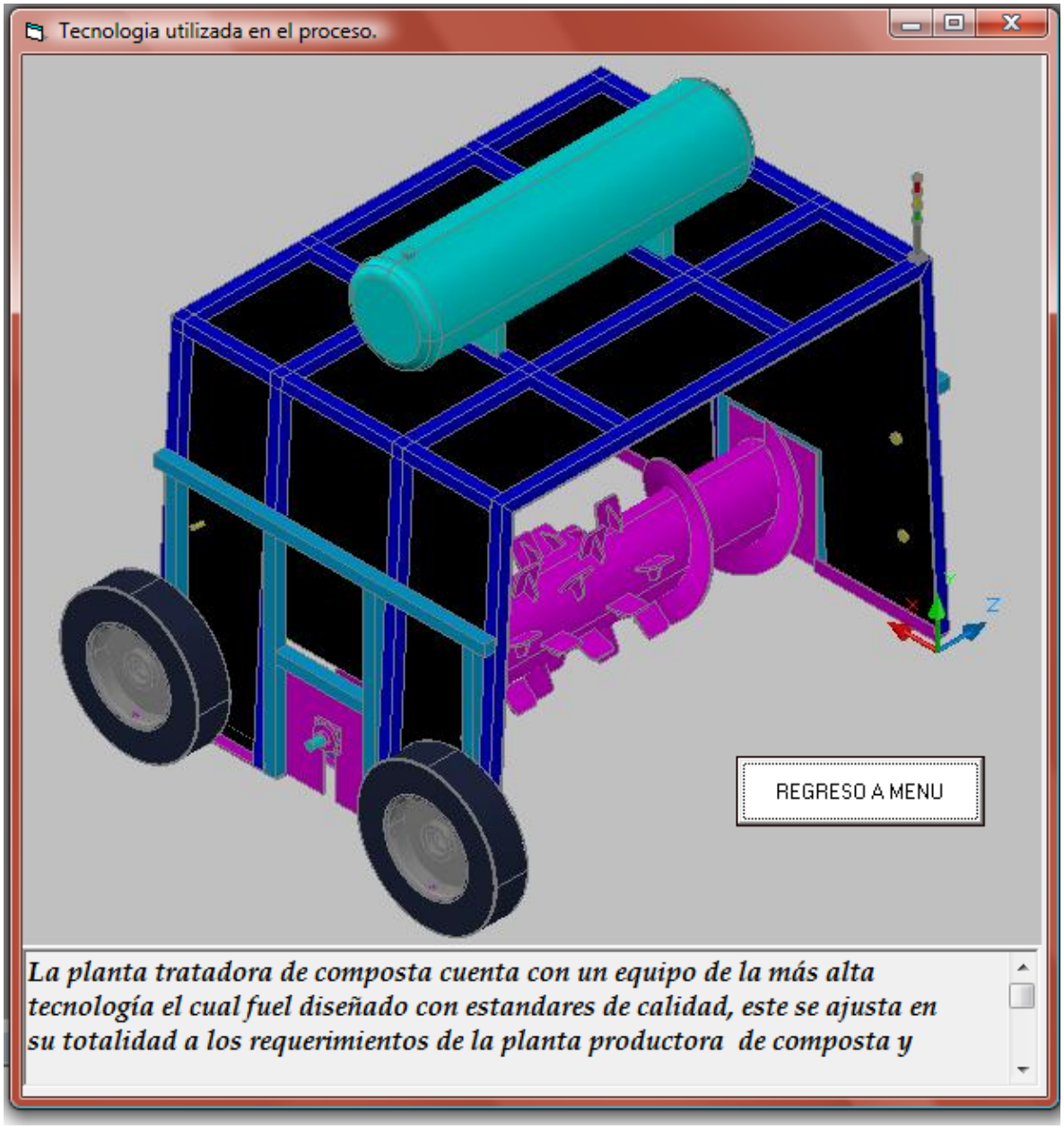


Fig. V.-12: Pantalla de tecnología utilizada en la planta de composta.

V.2.10.- PANTALLA ENTRADA DE MATERIAL.

La pantalla de formato de material fig. V.-13, consiste en casillas que el operador del sistema llenara, de una forma simple, poco engorrosa, y muy fácil de entender y dominar por cualquier persona involucrada con el programa, no se requiere ningún tipo de conocimiento en cómputo para poder tratar con el programa.

Las casillas contenidas en éste formulario son las mismas que en los formatos de papel que serán utilizados en campo dentro de la planta.

La fecha es un campo automático el cual estará mostrando únicamente la fecha del día de elaboración, sin poder ser modificado por el usuario, el material será proporcionado de la lista desplegable del programa, no así siendo posible escribir en éste campo, sino únicamente se tiene la posibilidad de seleccionar una opción disponible, la cantidad será llenada con numero, las condiciones del material serán seleccionadas de la lista del programa, se anotaran las placas del vehículo que entrega el material, el tipo de vehículo que hace la operación, se seleccionara la actividad realizada, se anotara el responsable y la procedencia del material, en el cuadro de observaciones se solicita se escriban datos relevantes sobre el material.

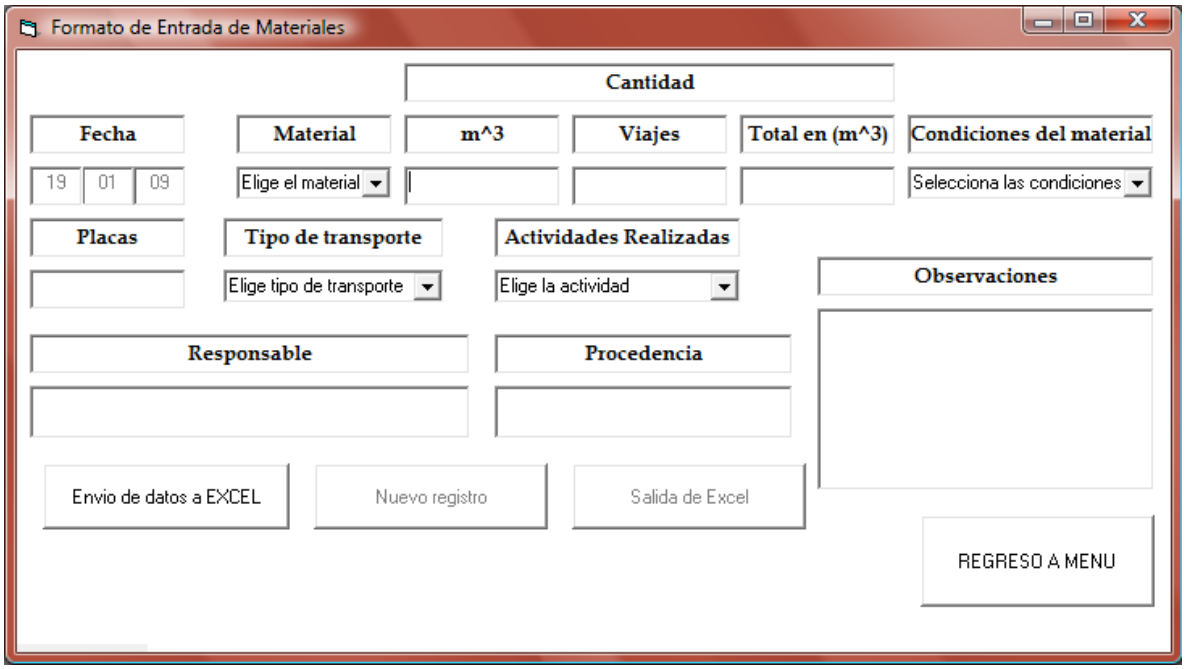


Fig. V.-13: Pantalla de entrada de material.

V.2.11.- PANTALLA DE TRATAMIENTO DE COMPOSTA.

En éste formulario fig. V.-14 se observan las casillas del formato de tratamiento de materiales, éste es el formulario mas importante de todos pues en el se basa la información que se utilizara para procesar la gráfica de comportamiento de temperaturas a lo largo de la producción de composta.

Los valores de fila y columna estarán dados por las opciones en una lista, en el levantamiento se escribirá la fecha de inicio y al término la final.

Se estarán escribiendo los datos del primero segundo tercero y cuarto volteo llevando un seguimiento significativo el cual veremos después reflejado en la grafica de resultados de la producción, la cual será una guía para la evaluación de la calidad del producto.

Éste formulario será llenado al final de la producción de la pila siendo tomados los valores a partir de los formatos de papel, tratados en el capitulo III.

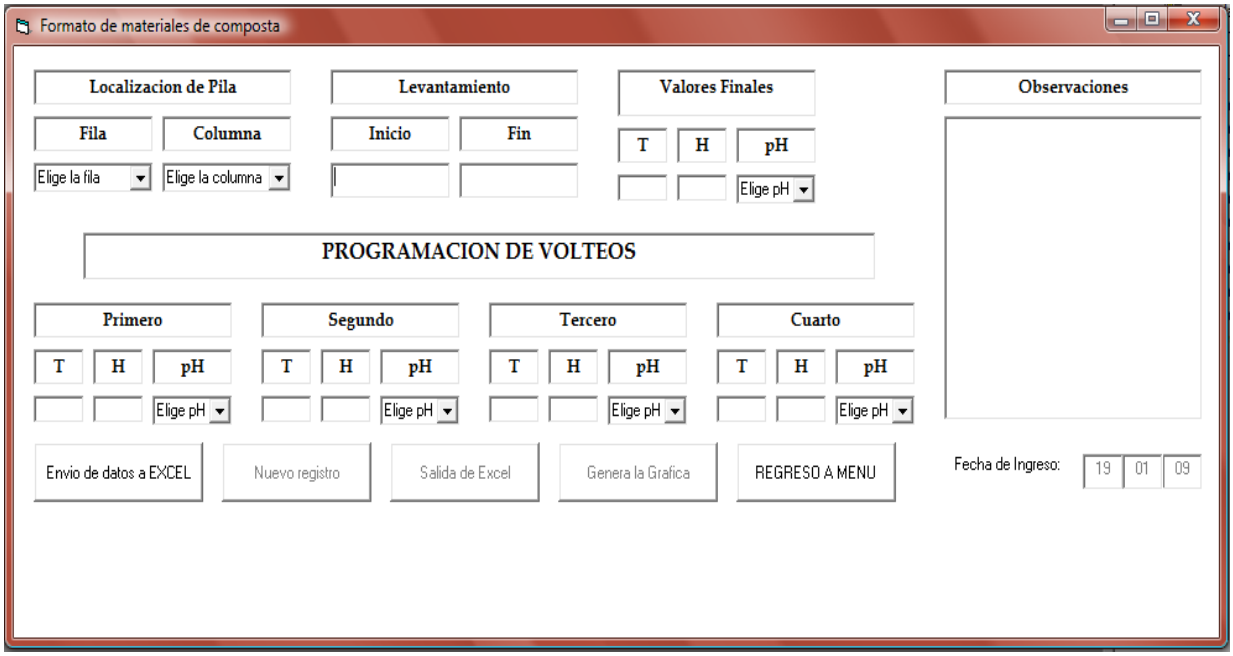


Fig. V.-14: Pantalla de tratamiento de materiales.

V.2.12.- PANTALLA DE SALIDA DE COMPOSTA.

Esta es la pantalla de salida de composta fig. V.-15 donde se estará haciendo el vaciado de datos para el material terminado "COMPOSTA".

En esta se escribirá la fecha, en la cantidad se escribirán los metros cúbicos que salen en cada camión, en la siguiente casilla el numero de viajes que se realicen con la misma capacidad y así escribiremos el valor total en m^3 se anotara la calidad del material de salida las condiciones de Temperatura, Humedad y potencial de hidrogeno que son valores relevantes para la cuantificación de calidad del producto, se anotaran las placas, el tipo de vehículo que saco el material el responsable y el destino, así como también observaciones que se consideren necesarias u oportunas.

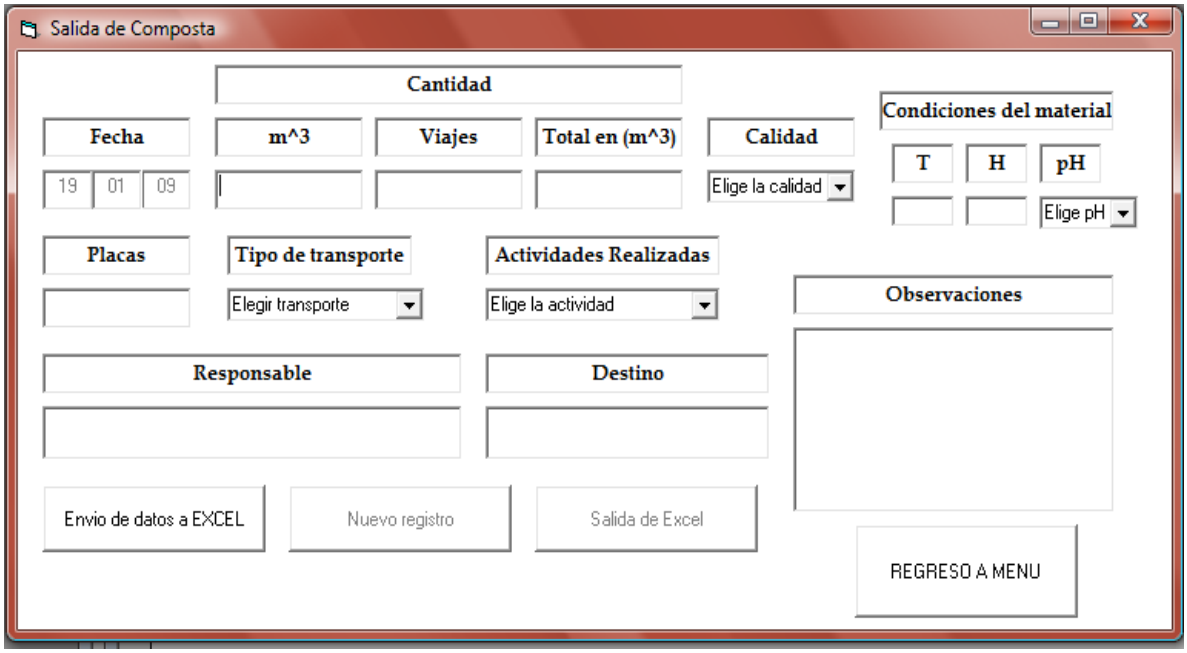


Fig. V.-15: Pantalla de salida de composta.

V.2.13.- PANTALLA DE GRAFICO.

En esta pantalla se mostrara la gráfica fig. V.-16 del comportamiento de la pila durante su tratamiento según sus cambios de temperatura, para poder observar con mayor facilidad su comportamiento, y así garantizar la calidad del producto.

La grafica se formara con seis valores de temperatura determinantes para esta grafica que serán la toma de temperatura el día de los volteos así como al inicio y el final del tratamiento de la pila.

Con la vista de esta grafica en cualquier pila al azar se podrá sustentar la calidad de los volteos y será determinante para saber si el procedimiento se esta completando con los resultados esperados.

Los incrementos de temperatura en la grafica deberán de ser los esperados según las fases de la producción de composta de no ser así se debe ver con claridad en que parte se esta por debajo de los rendimientos esperados y de esta forma poder ubicar posibles desviaciones en el proceso, con ello poder tomar decisiones en el procedimiento de ser necesario.

Fig. V.-16: Pantalla de vista de gráficos.

V.2.14.- ALMACÉN DE DATOS EN EXCEL.

Todos los datos que le sean introducidos a el software estarán vinculados y serán guardados en Excel en el libro llamado "planta de composta" fig. V.-17, donde se encontraran las hojas de cálculo con el nombre respectivo de la información, que pueden ser:

* Seguridad

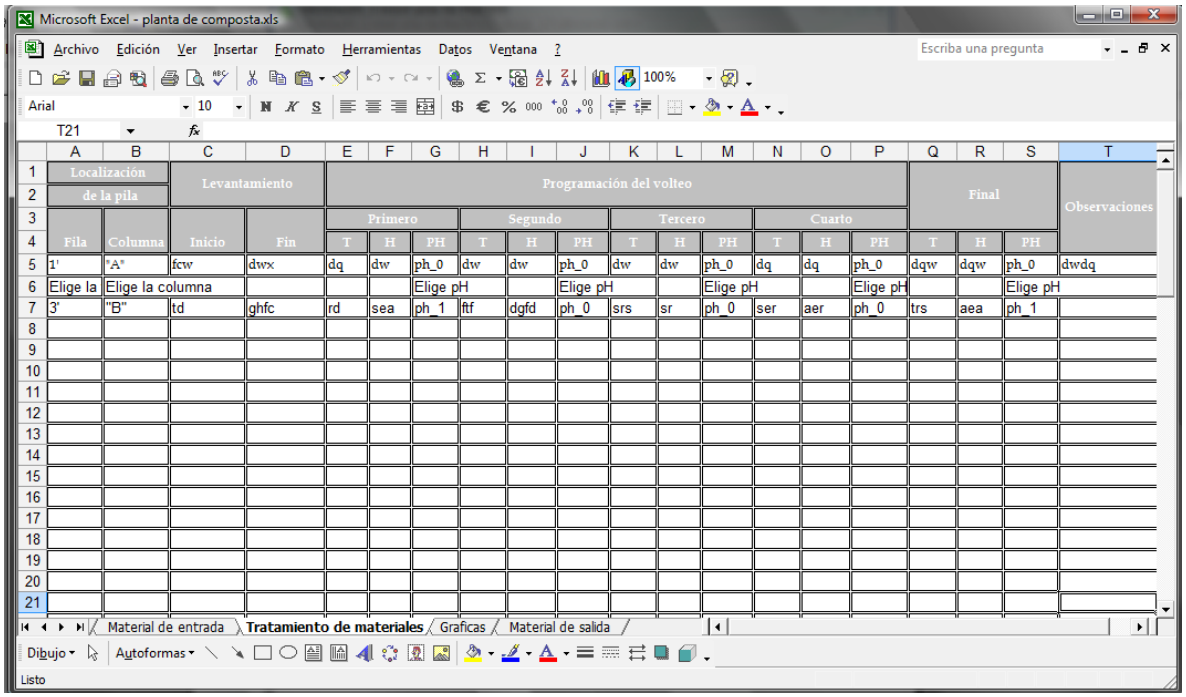
* Entrada de materiales

* Tratamiento de materiales

* Gráficas

* Material de salida

Éste documento se encontrara protegido con contraseña y solo el ingeniero o el supervisor tendrán acceso a las hojas de cálculo para hacer modificaciones si es que son necesarias.



Localización de la pila		Levantamiento		Programación del volteo												Final			Observaciones
				Primero			Segundo			Tercero			Cuarto						
Fila	Columna	Inicio	Fin	T	H	PH	T	H	PH	T	H	PH	T	H	PH	T	H	PH	
1'	"A"	fcw	dwx	dq	dw	ph_0	dw	dw	ph_0	dw	dw	ph_0	dq	dq	ph_0	dqw	dqw	ph_0	dwdq
Elige la	Elige la columna					Elige pH			Elige pH			Elige pH			Elige pH			Elige pH	
3'	"B"	td	ghfc	rd	sea	ph_1	ftf	dgfd	ph_0	srs	sr	ph_0	ser	aer	ph_0	trs	aea	ph_1	

Fig. V.-17: Libro de Excel de la pantalla de composta.

V.3.- FRAGMENTOS DEL CÓDIGO MÁS RELEVANTES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE ESTE PROGRAMA.

Se declaran las variables de aplicación de Excel, libro de Excel, y hoja de cálculo, las cuales se utilizaran, para estar en contacto con Excel desde Visual Basic, con las siguientes líneas.

```
Dim x1app As Excel.Application
Dim x1wb As Excel.Workbook
Dim x2ws As Excel.Worksheet
```

Se trabaja con un intercambio de información entre Visual Basic y Excel, enviando valores que se introducen en las cajas de texto, la primera operación es colocar la sentencia SET con la que se pone en contacto Visual Basic con Excel.

```
Set x1app = Excel.Application
Set x1wb = x1app.Workbooks.Open("c:\direccion del archivo")
Set x2ws = x1wb.Worksheets("nombre de la hoja")
```

Seguido de esto se da la ubicación en la cual se desea introducir la información dando la referencia a la celda correspondiente de Excel con el siguiente código.

```
x2ws.Cells(i, j + 1) = cmbmat.Text
```

Para la toma de la posición correcta se hace referencia a la fecha del ingreso del dato con lo que se estarán dando cambios de celda tanto de fila como de columna dentro de la misma hoja para introducir el dato en un espacio vació del mes correspondiente, con el siguiente fragmento de código que representa un ciclo:

```
k = 4
Do While x2ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
```

Estos fragmentos de código son utilizados en repetidas ocasiones dentro de los formatos de:

* Seguridad
* Entrada de materiales
* Tratamiento de materiales
* Salida de material

En los cuales se requieren estas líneas, debido a que en cada uno de estos se lleva un intercambio de datos con Excel, y posicionar en casillas especificas.

En el caso especial del formato de tratamiento de materiales es vital que se ubique con el mayor orden posible para el tratamiento de los datos para la creación de la tabla que originara la grafica.

La cual se elabora con la utilización del comando CHART de la forma que se muestra en las siguientes líneas, la primera línea crea un objeto de hoja de Excel con la siguiente línea de código:

```
Set hojaexcel = CreateObject("excel.sheet")
```

Se selecciona el rango de datos como se muestra en las siguientes líneas:

```
hojaexcel.Application.Range("A1:B7").Select
hojaexcel.Application.CutCopyMode = False
```

Con las siguientes líneas se hace uso del asistente para la creación de la grafica de temperaturas, con las cuales se modifican el tipo de grafica, nombre de los ejes, y algunas de sus características.

```
hojaexcel.Application.ActiveChart.ChartWizard
hojaexcel.Application.Range("A1:B7"), xlLínea, 6, 1, 1, 1, "Comportamiento de la pila""Operaciones" "Temperaturas °C"
hojaexcel.Application.ActiveSheet.ChartObjects("1 Gráfico").Activate
hojaexcel.Application.ActiveChart.Type = xlLine
hojaexcel.Application.ActiveChart.DepthPercent = 520
```

Con esta línea de código se crea la vista previa de la grafica desde Excel.

```
hojaexcel.Application.ActiveChart.PrintPreview
```

CAPÍTULO VI.

COSTO DEL PROYECTO.

VI.- COSTO DEL PROYECTO.

Dentro de este capitulo se observara la importancia de conocer el costo de cualquier proyecto generado, se estiman los costos. Es necesario preparar un presupuesto, plan, y control de trabajo de cómo y cuando se gastarán el capital. Iniciado el proyecto, es importante supervisar los costos reales y el desempeño del trabajo para asegurar que todo se encuentre de acuerdo con el presupuesto. Se deben supervisar a intervalos regulares los siguientes conceptos:

* Cantidad real acumulada y gastada desde el inicio del proyecto.
* Cantidad presupuestada y acumulada que se planea gastar, sobre la base del programa del proyecto y desde el inicio del mismo.

Si alguna vez se determina que se está excediendo el presupuesto o si el valor del trabajo realizado no corresponde al importe real gastado, se tiene que llevar acabo una acción correctiva. La clave para el control efectivo del costo es analizar su desempeño sobre una base oportuna y periódica.

VI.1.- ESTIMACIÓN DEL COSTO DE PROYECTO.

Los costos se estimaron durante el desarrollo de la propuesta por el personal involucrado en el proyecto. La sección de costos, consiste en tablas de los gastos estimados, considerando los siguientes conceptos:

1.- Mano de obra: Esta parte proporciona la información de ingeniería para las diversas clasificaciones de personas que trabajarán en el proyecto. La tabla VI.-1 muestra el desglose del tiempo y costos estimados en la elaboración del proyecto.

Tabla VI.-1.Costos de ingeniería.

Ingeniería					
No.	Concepto	Sesiones	Horas	Costo por hora en pesos	Importe
1	M.C. en Automatización	25	25	400	10000
2	Ing. En Control	20	40	250	10000
3	Desarrolladores	120	200	170	34000
4	Biólogo	10	20	200	4000
5	Biólogo de la planta	10	20	200	4000
6	Bioquímico	2	4	400	1600
				Total	63600

2.- Materiales: Esta parte proporciona la información del costo de materiales, equipo de control y cómputo que se necesita comprar para la elaboración del prototipo. Las tablas VI.-2, 3, 4 desglosan los materiales requeridos en la tabla VI.-2 observamos los metales, otros componentes y la electricidad y electrónica respectivamente.

Tabla VI.-2. Costo de metales.

METALES					
No.	Concepto	Cantidad	Unidades	Precio unitario ($)	$ Importe
1	Placa de acero A-36 de 5/8" de 3x10'	1	pza.	1585	1585
2	Placa de acero A-36 de $^{3}/_{16}$" de 3x10'	2	pza.	1649	3298
3	PTR 2"x2"x 6 *m* calibre 10	7	pza.	395	2765
4	Tubo Mecánico de 12"ø x2 *m*	1	pza.de 101 kg.	2323	2323
5	Redondo Coll Roller 1½"X 3 *m*	1	pza.	169	169
6	Angulo de $^{3}/_{16}$x2" x 6 *m*	1	pza.	342	342
7	Chumacera de pared	2	pza.	250	500
				Total	10982

En la tabla VI.-3 se observan otros componentes, las cantidades necesarias, el costo unitario en pesos, el importe y el costo total de la parte de metales.

Tabla VI.-3. Costo por otros componentes.

OTROS				
No.	Concepto	Cantidad	Precio unitario en pesos	Importe
1	Computadora de Escritorio	1	7500	7500
2	Deposito de agua 750 Lt.	1	1750	1750
3	Llantas P155/80R15	2	1100	2200
4	Batería 12V.	1	785	785
5	Masas para las llantas	2	250	500
6	Rines R15	2	850	1700
			Total	14435

En la tabla VI.-4 se observan los materiales, las cantidades necesarias, el costo unitario en pesos, el importe y el costo total de la parte de electricidad y electrónica.

Tabla VI.-4. Costo de materiales de electricidad y electrónica.

Electricidad y ELECTRÓNICA					
No.	Concepto	Cantidad	Unidades	Precio Unitario($)	$ Importe
1	Sensor fotoeléctrico 42CA PNP, ABB	8	pza.	606.3	4850.4
2	Sensor de nivel FSH32, DATASTAT	2	pza.	154.8	309.6
3	Regulador, BOCH	1	pza.	2373.6	2373.6
4	Micrologix 1100 CAT No.1763-I16BBB, ABB	1	pza.	7095	7095
5	Variador de velocidad POWER FLEX 4, ABB	1	pza.	5676	5676
6	Columna luminosa CONTROL TOWER, ABB	1	pza.	3289.5	3289.5
7	Moto-reductor, BALDOR	1	pza.	8436.6	8436.6
8	Motor 1Hp, 127 V, trifásico, ABB	1	pza.	650	650
9	Clemas, MOLLER	25	pza.	3	75
10	Cable calibre 20 AWG, CONDUMEX	10	m.	3.1	31
11	Cable 3 hilos calibre 10 AWG, CONDUMEX	1	m.	6.99	6.99
12	Cable uso rudo calibre 12 AWG, CONDUMEX	2	m.	5.96	11.92
13	Push bottons, ABB	2	pza.	60	120
14	Cable uso rudo 4 hilos calibre 16 AWG, ABB	1.5	m.	4.65	6.975
				Total	32,932.59

3.- Subcontratistas: Cuando los responsables directos o equipo encargado del proyecto no tienen el conocimiento, se procede a pedir asesoría o mandar a elaborar parte del proyecto, estos contaran con el equipo y material para realizar la actividad para la que fueron contratados tabla VI.-5.

Tabla VI.-5. Costo de mano de obra.

Salarios.				
No.	Concepto	Cantidad (semanas)	Precio unitario ($)	Importe
1	Supervisor	3	2000	6000
2	Técnico electricista	1	1000	1000
3	Soldador	2	1500	3000
4	Pailero	2	1500	3000
5	Pintor	1	7000	7000
6	Ayudante general	3	900	2100
			Total	19100

La jornada laboral para el personal su-contratado será de 8 horas de lunes a viernes y de 6 horas los días sábado.

5.- Viajes: Si durante el proyecto se requiere hacer viajes (que no sean los viajes locales). En este caso solo se utilizan pequeños gastos de taxis, gasolina, alimentos ya que no hubo necesidad de salir de la ciudad.

6. Contingencias: Son gastos que se realizan en caso de que el proyecto tenga algún imprevisto como: dañarse algún circuito eléctrico, retraso de la puesta en marcha, etc. Hay que recordar que estos gastos no deben ser inflados para no alterar el costo total del proyecto y este sea viable.

La tabla VI.-6 y fig. VI.-1, muestra el desglose de la estimación del costo total del proyecto, considerando los siete aspectos descritos anteriormente.

Tabla VI.-6. Estimación total del costo.

COSTO DEL PROYECTO	
Ingenieria	63,600
Metales	10,982
Otros	14,435
Electronica	32,932.58
Salarios	19,100
Viajes	600
Contingencias	1,500
Sub-Total	143,149.58
I.V.A.	21,472.43
TOTAL	164,622.01

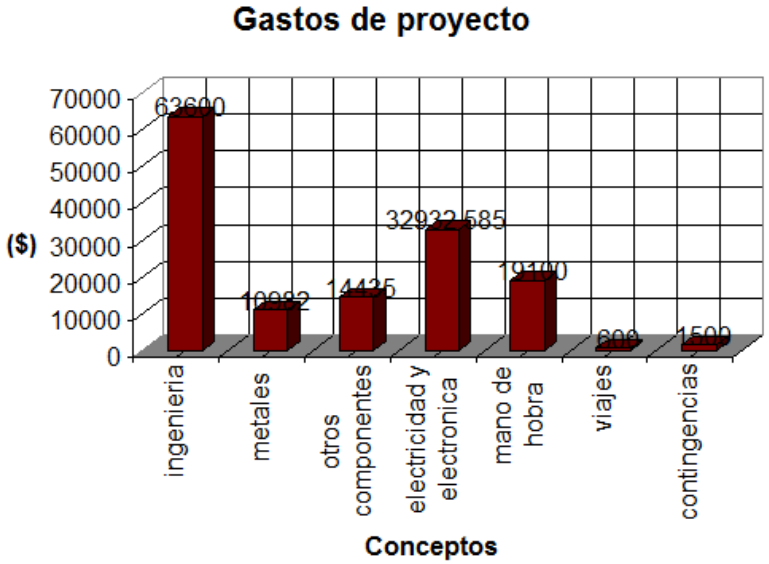


Fig. VI.-1: Grafica de gastos de proyecto.

CONCLUSIONES.

En este trabajo se propone una estructura organizacional y técnica para la planta productora de composta del Instituto Politécnico Nacional, la cual de ser implementada se esperan resultados benéficos para elevar los índices de producción, que se pretenden, (la solicitud del responsable de la planta fue el producir 24,000 toneladas/año) con esta modernización alcancen un 33% mas de lo que se proponen con un total de producción estimado de 3400 toneladas anuales de material procesado.

En este trabajo se considera la opción del diseño de un removedor de materiales orgánicos que utilice tecnología actual para eliminar el cuello de botella que en este momento se tiene, ya que el problema es que la revoltura y humedecimiento del material se realiza manualmente, haciendo esto de una manera mas rápida y con un menor desgaste para el personal siendo esta operación semiautomática, la cual solo necesitará de un empleado para llevar a efecto esta actividad dándole la oportunidad a los 9 empleados mas que se utilizan hasta este momento para hacer esta actividad, desarrollen alguna otra actividad, como es la integración de pilas, separación de materiales, captura de datos al programa de inventarios entre otras más.

Durante la elaboración de este trabajo se observó la importancia que tiene la participación interdisciplinaria, ya que en problemas como estos, en los que se conjunta la tecnología, la naturaleza, el ser humano, áreas del conocimiento y muchos otros aspectos que hay que analizar para que este tipo de proyectos logren sus objetivos.

En el documento se visualiza una mejora tecnológica con el uso de un sistema computacional para el manejo, procesamiento y almacenamiento de datos en hojas de cálculo de Excel donde se podrán procesar todo tipo de estadísticas de inventarios de material de entrada, de salida y el tratamiento que se le da a las pilas desde un pequeño programa fácil para el usuario operativo para que ingrese los datos, de tal forma que no necesite grandes conocimientos computacionales, sino solo un pequeño curso de capacitación para el uso de este programa que solo contendrá pantallas amigables y sencillas para el usuario.

En definitiva podemos asegurar que la tecnología no esta peleada ni en contra de la naturaleza, sino por el contrario se diseñan mecanismos tecnológicos para ayudar a la conservación de nuestro medio ambiente, preocupados por el futuro del mundo entero.

Cabe mencionar que la propuesta de la automatización a través del control lógico programable y el controlador de velocidad es una alternativa factible para mejorar el funcionamiento de esta planta.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DERIVADAS.

En esta parte se proponen diferentes líneas de investigación que partiendo de este estudio se pueden abordar en torno al proceso de composteo, con los cuales se podría complementar sin duda este proyecto, que viene a ser una labor muy valiosa y compleja al necesitar de todas las áreas para que sea un proyecto verdaderamente completo para su aplicación y explotación tanto en el instituto como en cualquier lugar del país.

* Análisis de materia, y procesos químicos llevados dentro de la fermentación de las pilas.

* Diseño civil de la infraestructura completa de la planta, (edificio, piso, cisternas, etc.).

* Estudio de factibilidad de la aplicación de este proyecto (Rendimiento, ganancias, etc.).

* Variaciones de microorganismos en las pilas de composta.

* Estudio de lixiviados producidos por el agua y el material de las pilas.

* Pruebas de temperatura para observar el comportamiento y así proponer volteos mas frecuentes.

* Análisis de enfriado de material maduro, para acelerar su salida de la planta.

* Generación de página Web de la planta productora de composta.

* Pruebas de rehabilitación de suelos contaminados, aplicando capas de este material.

FUENTES CONSULTADAS

FUENTES CONSULTADAS:

[1] "Reaprovechamiento de la materia orgánica" ARBOREA órgano informativo de la asociación Mexicana de arboricultura, Diciembre 2005, Rosa Mari Valdemar, Irma Delfino.

[2] "El mundo de la composta"
http://www.tierramor.org/permacultura/composta.htm

[3] "Uso de la Materia Orgánica en Agricultura".
Josep Roselló. Apuntes "Compostaje de subproductos agrícolas".

[4]"Historia del compostaje"
http://www.corazonverde.org

[5]"Experiencias de la producción de composta en México"
http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/499/experiencias.html

[6] Tesis: "optimización y control de la planta de Producción de composta perteneciente a la Unidad Adolfo López Mateos, Zacatenco" Cantero Flores Anabel.

[7]"Equipos y maquinarias"
www.juntadeandalucia.es/.../www/portal/com/bin/portal/DGAEcologica/estudiostotales/documento_completo.pdf

* "Directorio de productos"
http://www.rockwellautomation.com

* Control de motores eléctricos
Gilberto Enríquez Harper
Ed. Limusa
México 2007.

*Máquinas Eléctricas
Chapman, Stephen J.
Ed. Mc graw hill
Colombia 2000.

* Visual Basic 6 How to program.
Deitel, Harvey M
Ed. Prentice hall
United States of America 1999.

* Visual basic para Excel y Word 2000
Pratdepadua Bufill, Joan Joseph
Ed. Alfaomega-Rama.
Madrid 2000.

* El gran libro de Autocad 2007
Media Active
Ed. Alfaomega
México 2007.

* Autocad 2006/2007 avanzado
Tajadura Zapirain, José Antonio
Ed. Mcgraun-Hill
Madrid 2006.

* Principios de circuitos eléctricos
Floyd, Thomas L.
Ed. Pearson
México 2007.

* Circuitos microelectrónicos : análisis y diseño
Rashid, Muhammad H.
Ed. Tomson Editores
México 2000.

APÉNDICES

APENDICE A: FORMATOS DE CAMPO.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

BITÁCORA DE SALIDA DE COMPOSTA

Fecha	Cantidad			Calidad	Condiciones			Destino	Observaciones
	m^3	Viajes	Total (m^3)		T (°C)	H (%)	pH		

Num. Pag: _____

ELEAZAR OLVERA OLVERA
HÉCTOR RAÚL ROSAS CASTELLANOS

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

BITACORA DE ENTRADA DE MATERIAL

Fecha	Material	Cantidad			Condiciones del material	Procedencia	Responsable	Observaciones
		m^3	Viajes	Total (m^3)				

Num. Pag: _____

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

BITÁCORA DE LEVANTAMIENTO DE PILAS

Localización de Pilas		Levantamiento		Programación del volteo												Final			Observaciones
				Primero			Segundo			Tercero			Cuarto						
Fila	Columna	Inicio	Fin	T	H	pH	T	H	pH	T	H	pH	T	H	pH	T	H	pH	

Num. Pag: _____

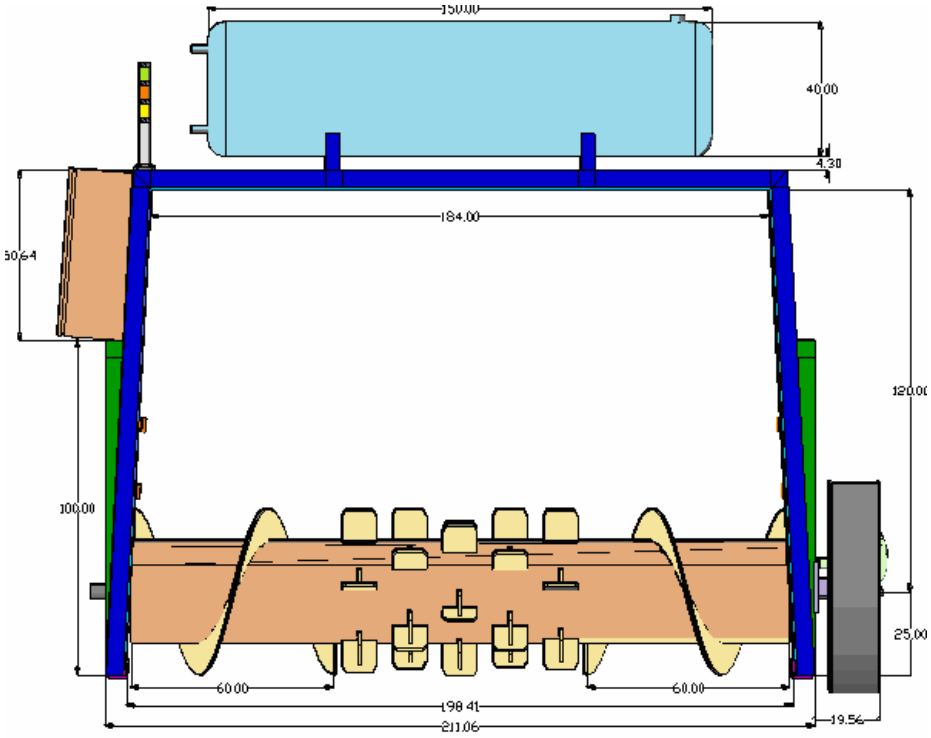
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

BITACORA DE TRANSPORTES

Placas	Tipo de	Capacidad	Actividades	Responsable	Procedencia	Observaciones

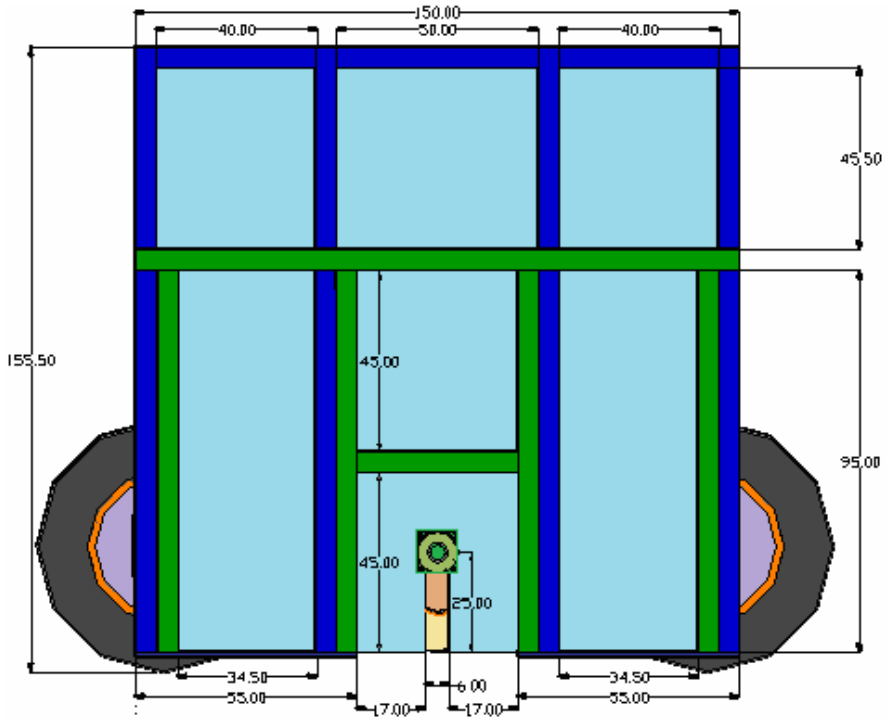
Num. Pag: _____

APENDICE B: FIGURAS DEL REMOVEDOR.



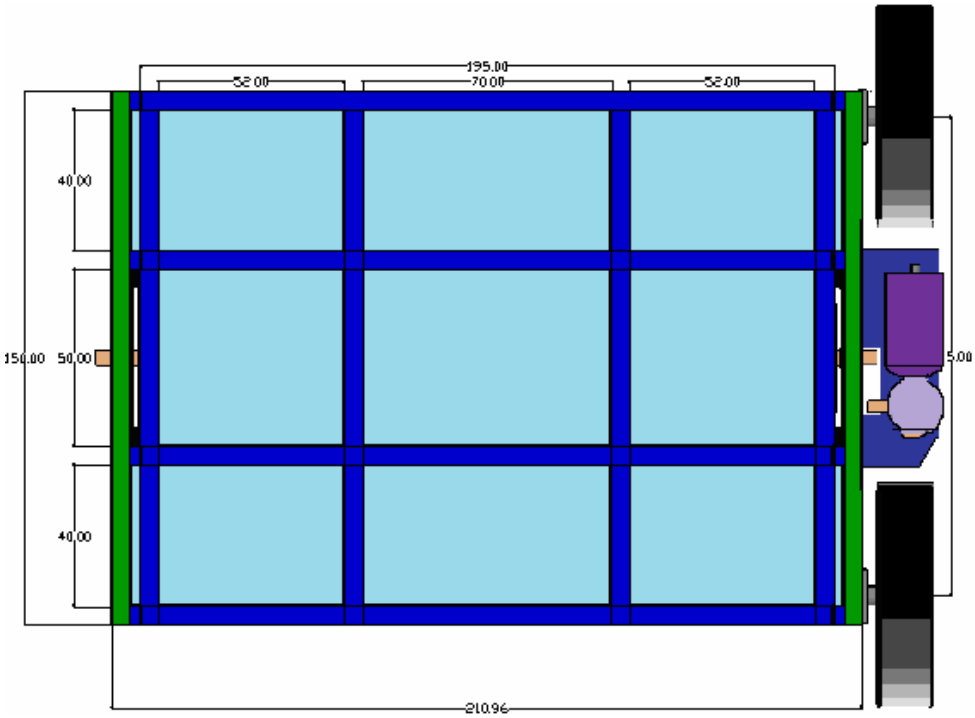
Unidades c*m*

Vista frontal.



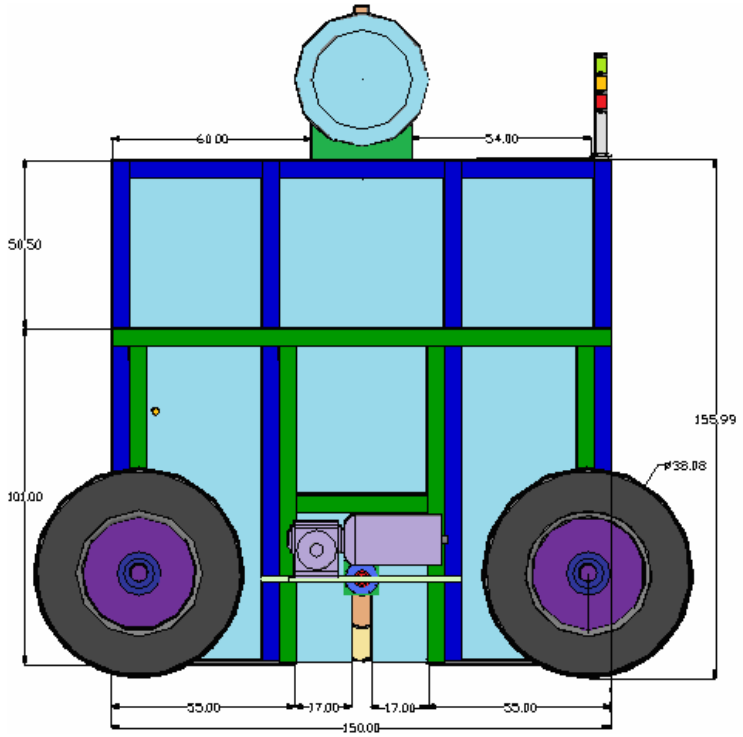
Unidades c*m*

Vista lateral.



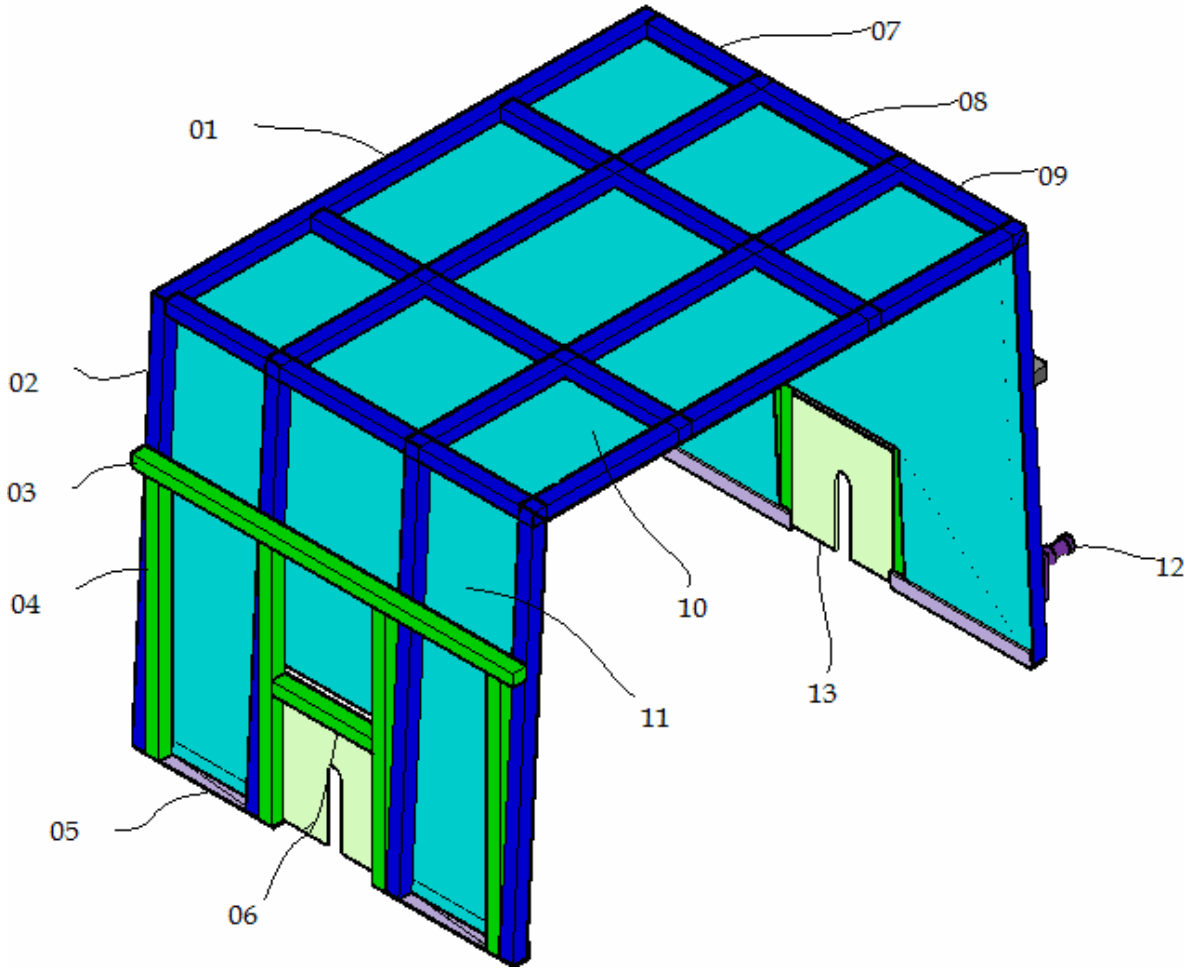
Unidades *cm*.

Vista superior.



Unidades *cm*.

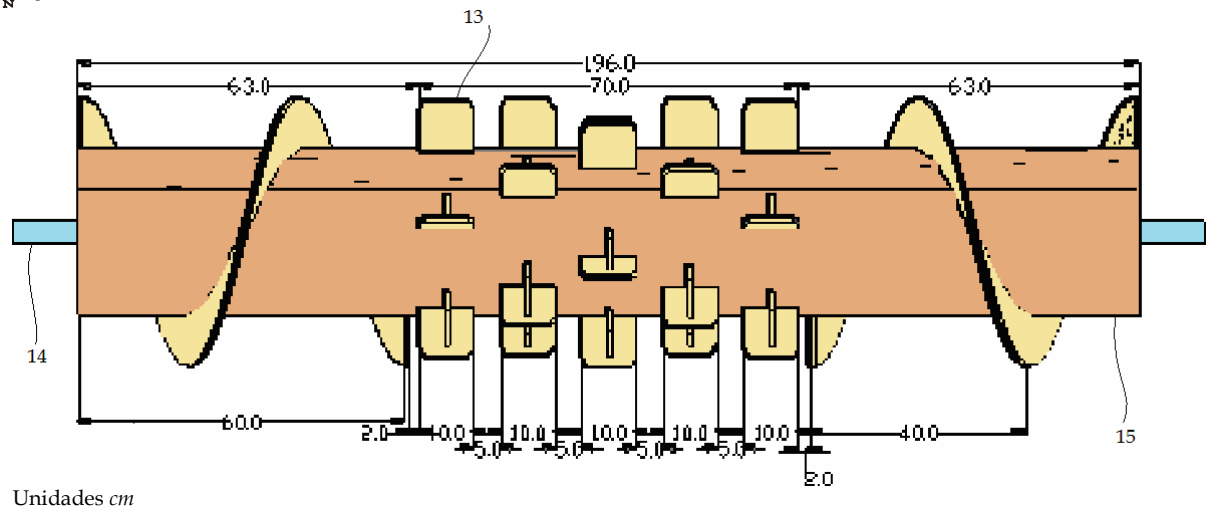
Vista derecha.



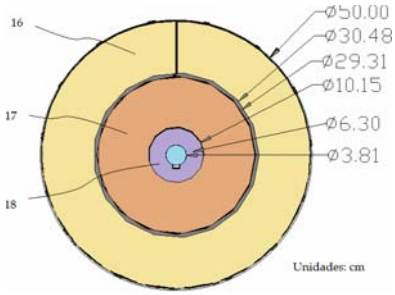
Estructura.

Elementos de la estructura del removedor.				
Pieza	Descripción	Material	Dimensiones (m)	Cantidad
01	Larguero superior	PTR 2x2″ calibre 10	1.95	4
02	Larguero lateral	PTR 2x2″ calibre 10	1.50	8
03	Travesaño latera largo	PTR 2x2″ calibre 10	1.50	2
04	Poste lateral	PTR 2x2″ calibre 10	0.95	8
05	Estribo	Angulo 2x2x½″	0.50	4
06	Travesaño lateral corto	PTR 2x2″ calibre 10	0.40	2
07	Travesaño superior posterior	PTR 2x2″ calibre 10	0.40	4
08	Travesaño superior intermedio	PTR 2x2″ calibre 10	0.50	4
09	Travesaño superior frontal	PTR 2x2″ calibre 10	0.40	4
10	Tapa superior	Placa de acero de A-36 $^{3}/_{16}$″	1.50x1.80	1
11	Tapa lateral	Placa de acero de A-36 $^{3}/_{16}$″	1.50x1.45	2
12	Masa	----------	-------	2
13	Soporte del rotor	Placa acero de A-36 $^{5}/_{8}$″	0.40x0.45	2

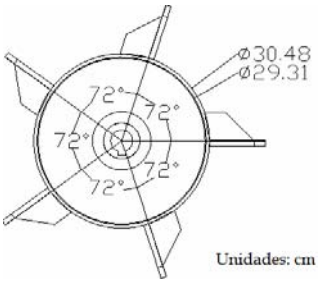
Rotor.



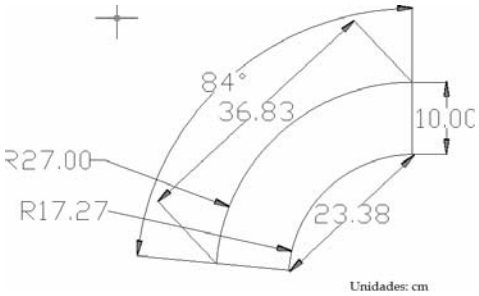
Vista frontal del rotor.



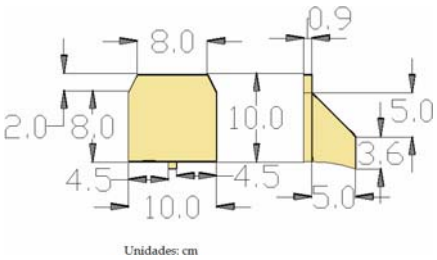
Vista lateral del rotor.



Distribución angular de las palas.



Fragmento del sinfín.



Palas impulsoras del rotor.

Elementos de la estructura del removedor.				
Pieza	Material	Descripción	Dimensiones (m)	Cantidad
14	Redondo de 1½”	Flecha	2	1
15	Tubo mecánico 12”	Tambor	1.96	25
16	Placa de acero A-36 de ½“	Fragmento de sinfín.	Ver fragmento del sinfín	12
17	Placa de acero A-36 de ½“	Tapa	D29.31Xd6.3	2
18	Placa de acero A-36 de 1½“	Mamelón	D10,5xd3.81	2

ELEAZAR OLVERA OLVERA
HÉCTOR RAÚL ROSAS CASTELLANOS

APENDICE C: CÓDIGO DE VISUAL BASIC 6 PARA EL PROGRAMA DE MANEJO DE INVENTARIOS DE LA PLANTA DE COMPOSTA.

```
FORMDER
Private Sub cmdret_Click()
frmperso.Show
Formder.Hide
End Sub
Private Sub Comreg_Click()
Formder.Hide
End Sub


FORMPT
Dim Today As Variant
Dim clv As String
Private Sub Comder_Click()
Formder.Show
Formseg.Hide
End Sub
Private Sub Coment_Click()
Formseg.Show
End Sub
Private Sub commis_Click()
frmmis.Show
End Sub
Private Sub comobj_Click()
frmobj.Show
End Sub
Private Sub Comsl_Click()
If clv <> 5000 Then
   clave = MsgBox("La contraseña es
incorrecta.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
ElseIf clv = 5000 Then
End
End If
txtclv.Text = ""
End Sub
Private Sub comvis_Click()
frmvis.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
Formpt.WindowState = Maximum
Today = Now
lblday.Caption = Format(Today,
"dddd")
lblmonth.Caption = Format(Today,
"mmmm")
lblyear.Caption = Format(Today,
"yyyy")
lblnumber.Caption = Format(Today,
"d")
lbltime.Caption = Time
End Sub
Private Sub txtclv_Change()
clv = txtclv.Text
End Sub
Private Sub txtclv_Click()
txtclv.Text = ""
End Sub


FORMSEG
Dim r As Integer
Dim s As String
Dim x4app As Excel.Application
Dim x4wb As Excel.Workbook
Dim x4ws As Excel.Worksheet
Dim g, n, i, j, k As Integer
Private Sub cmdac_Click()
Set x4app = Excel.Application
Set x4wb =
x4app.Workbooks.Open("c:\hmi\pla
nta de composta")
Set x4ws =
x4wb.Worksheets("seguridad")
   o = False
   p = False
```

```
            q = False
            r = False
            s = False
    t = False
txtdisplay.Text = ""
txttip.Text = ""
txthr.Text = ""
cmdenter.Enabled = True
End Sub
Private Sub cmdclear_Click()
txtdisplay.Text = ""
End Sub
Private Sub cmdeight_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "8"
End Sub
Private Sub cmdenter_Click()
Dim message As String
mAccessCode = txtdisplay.Text
txtdisplay.Text = ""
Select Case mAccessCode
Case it < 1000
message = "access denied"
Beep
Case 910
message = "BIOLOGO"
Case 810
message = "SUPERVISOR"
Case 700 To 710
message = "EMPLEADO"
Case 610
message = "POLICIA"
Case 1910
message = "INGENIERO"
frmperso.Show
Formseg.Hide
Case 510
message = "VISITANTE"
End Select
'Today = Now
txttip.Text = message
'txthr.Text = Format(Today, "h:mm:ss
ampm")
If txttip.Text = "POLICIA" Then
    o = True
    frmperso.Show
    Me.Hide
ElseIf txttip.Text = "INGENIERO"
Then
    p = True
    frmperso.Show
    Me.Hide
ElseIf txttip.Text = "EMPLEADO"
Then
    q = True
    frmperso.Show
    Me.Hide
ElseIf txttip.Text = "BIOLOGO" Then
    r = True
    frmperso.Show
    Me.Hide
ElseIf txttip.Text = "SUPERVISOR"
Then
    s = True
    frmperso.Show
    Me.Hide
ElseIf txttip.Text = "VISITANTE"
Then
    t = True
    frmperso.Show
    Me.Hide
Else
    MsgBox "la contraseña no es válida.
Vuelva a intentarlo", , "inicio de
sesión"
    u = False
End If
    x4ws.Cells(i, j) = txttip.Text
    x4ws.Cells(i, j + 1) = Date
    x4ws.Cells(i, j + 2) = Time
x4wb.Save
x4app.Quit
Set x4app = Nothing
cmdenter.Enabled = False
End Sub
Private Sub cmdfive_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "5"
```

```
End Sub
Private Sub cmdfour_Click()
txtdisplay.Text =
txtdisplay.Text & "4"
End Sub
Private Sub cmdnine_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "9"
End Sub
Private Sub cmdone_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "1"
End Sub
Private Sub cmdseven_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "7"
End Sub
Private Sub cmdsix_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "6"
End Sub
Private Sub cmdthree_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "3"
End Sub
Private Sub cmdtwo_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "2"
End Sub
Private Sub Cmdzero_Click()
txtdisplay.Text = txtdisplay.Text & "0"
End Sub
Private Sub Form_Load()
txthr.Text = Time
txtdd.Text = Format(Date, "dd")
txtmm.Text = Format(Date, "mm")
txtyy.Text = Format(Date, "yy")
Set x4app = Excel.Application
Set x4wb =
x4app.Workbooks.Open("c:\hmi\pla
nta de composta")
Set x4ws =
x4wb.Worksheets("seguridad")
k = 2
Do While x4ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
End Sub
```

```
Private Sub txtmm_Change()
n = txtmm.Text
If n = 1 Then
   j = 1
ElseIf n = 2 Then
   j = 5
ElseIf n = 3 Then
   j = 9
ElseIf n = 4 Then
   j = 13
ElseIf n = 5 Then
   j = 17
ElseIf n = 6 Then
   j = 21
ElseIf n = 7 Then
   j = 25
ElseIf n = 8 Then
   j = 29
ElseIf n = 9 Then
   j = 33
ElseIf n = 10 Then
   j = 37
ElseIf n = 11 Then
   j = 41
ElseIf n = 12 Then
   j = 45
    End If
End Sub
```

FORMDGM

```
Private Sub cmdppri_Click()
frmperso.Show
frmdgm.Hide
End Sub
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmdgm.Hide
End Sub
```

FORMENT

```
Dim x1app As Excel.Application
```

```
Dim x1wb As Excel.Workbook
Dim x2ws As Excel.Worksheet
Dim n, i, j, k As Integer
Private Sub cmbact_Change()
If cmbact.Text = "Entrega" Or
cmbact.Text = "Salida" Or cmbact.Text
= "Elige la actividad" Then
cmbact.Text = cmbact.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbact.Text = "Elige la actividad"
   cmbact.SetFocus
 End If
End Sub
Private Sub cmbconm_Change()
If cmbconm.Text = "Buena" Or
cmbconm.Text = "Regular" Or
cmbconm.Text = "Excelente" Or
cmbconm.Text = "Selecciona las
condiciones" Then
cmbconm.Text = cmbconm.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbconm.Text = "Selecciona las
condiciones"
   cmbconm.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbmat_Change()
If cmbmat.Text = "Pasto" Or
cmbmat.Text = "Hoja" Or
cmbmat.Text = "Rama" Or
cmbmat.Text = "Composta" Or
cmbmat.Text = "Elige el material"
Then
cmbmat.Text = cmbmat.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbmat.Text = "Elige el material"
   cmbmat.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbtipt_Change()
If cmbtipt.Text = "Torton" Or
cmbtipt.Text = "Camioneta" Or
cmbtipt.Text = "Caja" Or cmbtipt.Text
= "Elige tipo de transporte" Then
cmbtipt.Text = cmbtipt.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbtipt.Text = "Elige tipo de
transporte"
   cmbtipt.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmdenvdt_Click()
x2ws.Cells(i, j) = Date
x2ws.Cells(i, j + 1) = cmbmat.Text
x2ws.Cells(i, j + 2) = txtm3.Text
x2ws.Cells(i, j + 3) = txtvj.Text
x2ws.Cells(i, j + 4) = txttot.Text
x2ws.Cells(i, j + 5) = cmbconm.Text
x2ws.Cells(i, j + 6) = txtpla.Text
x2ws.Cells(i, j + 7) = cmbtipt.Text
x2ws.Cells(i, j + 8) = cmbact.Text
x2ws.Cells(i, j + 9) = txtres.Text
x2ws.Cells(i, j + 10) = txtproc.Text
x2ws.Cells(i, j + 11) = txtobc.Text
i = i + 1
cmdnew.Enabled = True
cmdsalex.Enabled = True
End Sub
Private Sub cmdnew_Click()
cmbmat.Text = "Elige el material"
txtm3.Text = ""
txttot.Text = ""
```

```
txtvj.Text = ""
txttot.Text = ""
cmbconm.Text = "Selecciona
las condiciones"
txtpla.Text = ""
cmbtipt.Text = "Elige tipo de
transporte"
cmbact.Text = "Elige la actividad"
txtres.Text = ""
txtproc.Text = ""
txtobc.Text = ""
k = 4
Do While x2ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
End Sub
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmfent.Hide
End Sub
Private Sub cmdsalex_Click()
x1wb.Save
x1app.Quit
Set x1app = Nothing
yea = MsgBox("LISTO, El envio se
realizo con Exito!!!", vbOKOnly)
End Sub
Private Sub Form_Load()
txtdd.Text = Format(Date, "dd")
txtmm.Text = Format(Date, "mm")
txtyy.Text = Format(Date, "yy")
txtdd.Enabled = False
txtmm.Enabled = False
txtyy.Enabled = False
Set x1app = Excel.Application
Set x1wb =
x1app.Workbooks.Open("c:\hmi\pla
nta de composta")
Set x2ws =
x1wb.Worksheets("material de
entrada")
k = 4
Do While x2ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
cmdnew.Enabled = False
cmdsalex.Enabled = False
End Sub
Private Sub txtmm_Change()
n = txtmm.Text
If n = 1 Then
   j = 1
ElseIf n = 2 Then
   j = 13
ElseIf n = 3 Then
   j = 25
ElseIf n = 4 Then
   j = 37
ElseIf n = 5 Then
   j = 49
ElseIf n = 6 Then
   j = 61
ElseIf n = 7 Then
   j = 73
ElseIf n = 8 Then
   j = 85
ElseIf n = 9 Then
   j = 97
ElseIf n = 10 Then
   j = 109
ElseIf n = 11 Then
   j = 121
ElseIf n = 12 Then
   j = 133
   End If
End Sub
```

FORMHIS

```
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmhis.Hide
End Sub
```

```
FORMMAT
Dim x1app As
Excel.Application
Dim x1wb As Excel.Workbook
Dim x3ws As Excel.Worksheet
Dim n, i, j, k As Integer
Public hojaexcel As Object
Private Sub cmbcol_Change()
If cmbcol.Text = "A" Or cmbcol.Text =
"B" Or cmbcol.Text = "Elige la
columna" Then
cmbcol.Text = cmbcol.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbcol.Text = "Elige la columna"
   cmbcol.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbfil_Change()
If cmbfil.Text = "ph_0" Or cmbfil.Text
= "Elige la fila" Then
cmbfil.Text = cmbfil.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbfil.Text = "Elige la fila"
   cmbfil.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbph1_Change()
If cmbph1.Text = "ph_0" Or
cmbph1.Text = "Elige pH" Then
cmbph1.Text = cmbph1.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbph1.Text = "Elige pH"
   cmbph1.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbph2_Change()
If cmbph2.Text = "ph_0" Or
cmbph2.Text = "Elige pH" Then
cmbph2.Text = cmbph2.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbph2.Text = "Elige pH"
   cmbph2.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbph3_Change()
If cmbph3.Text = "ph_0" Or
cmbph3.Text = "Elige pH" Then
cmbph3.Text = cmbph3.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbph3.Text = "Elige pH"
   cmbph3.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbph4_Change()
If cmbph4.Text = "ph_0" Or
cmbph4.Text = "Elige pH" Then
cmbph4.Text = cmbph4.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista, ahora solo da dos
veces en aceptar", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbph4.Text = "Elige pH"
   cmbph4.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbphfin_Change()
If cmbphfin.Text = "ph_0" Or
cmbphfin.Text = "Elige pH" Then
cmbphfin.Text = cmbphfin.Text
```

```
Else
    Var = MsgBox("Solo selecciona una opcion de la lista", vbOKOnly + vbExclamation "Atención")
    cmbphfin.Text = "Elige pH"
    cmbphfin.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmdenvdt_Click()
x3ws.Cells(i, j) = cmbfil.Text
x3ws.Cells(i, j + 1) = cmbcol.Text
x3ws.Cells(i, j + 2) = txtini.Text
x3ws.Cells(i, j + 3) = txtfin.Text
a = txttfin.Text
x3ws.Cells(i, j + 4) = a
x3ws.Cells(i, j + 5) = txthfin.Text
x3ws.Cells(i, j + 6) = cmbphfin.Text
b = txttem1.Text
x3ws.Cells(i, j + 7) = b
x3ws.Cells(i, j + 8) = txthum1.Text
x3ws.Cells(i, j + 9) = cmbph1.Text
c = txttemp2.Text
x3ws.Cells(i, j + 10) = c
x3ws.Cells(i, j + 11) = txthum2.Text
x3ws.Cells(i, j + 12) = cmbph2.Text
d = txttemp3.Text
x3ws.Cells(i, j + 13) = d
x3ws.Cells(i, j + 14) = txthum3.Text
x3ws.Cells(i, j + 15) = cmbph3.Text
e = txttemp4.Text
x3ws.Cells(i, j + 16) = e
x3ws.Cells(i, j + 17) = txthum4.Text
x3ws.Cells(i, j + 18) = cmbph4.Text
x3ws.Cells(i, j + 19) = txtobc.Text
i = i + 1
cmdnew.Enabled = True
cmdsalex.Enabled = True
End Sub
Private Sub cmdgraf_Click()
Set hojaexcel = CreateObject("excel.sheet")
hojaexcel.Application.Visible = True
hojaexcel.Application.Range("A1").Value = ""
hojaexcel.Application.Range("A2").Value = "Inicio"
hojaexcel.Application.Range("A3").Value = "1° volteo"
hojaexcel.Application.Range("A4").Value = "2° volteo"
hojaexcel.Application.Range("A5").Value = "3° volteo"
hojaexcel.Application.Range("A6").Value = "4° volteo"
hojaexcel.Application.Range("A7").Value = "Salida"
hojaexcel.Application.Range("A1:A7").Select
hojaexcel.Application.Range("B1").Value = ""
hojaexcel.Application.Range("B2").Value = "24"
hojaexcel.Application.Range("B3").Value = b
hojaexcel.Application.Range("B4").Value = c
hojaexcel.Application.Range("B5").Value = d
hojaexcel.Application.Range("B6").Value = e
hojaexcel.Application.Range("B7").Value = a
hojaexcel.Application.Range("B1:B7").Select
hojaexcel.Application.Range("A1:B7").Select
hojaexcel.Application.ActiveSheet.ChartObjects.Add(141, 142, 236, 175).Select
hojaexcel.Application.CutCopyMode = False
hojaexcel.Application.ActiveChart.ChartWizard
hojaexcel.Application.Range("A1:B7") xlLínea, 6, 1, 1, 1, "Comportamiento
```

```
de la pila""Operaciones",
"Temperaturas °C"
hojaexcel.Application.ActiveSh
eet.ChartObjects("1 Gráfico").Activate
hojaexcel.Application.ActiveChart.Ty
pe = xlLine
'hojaexcel.Application.ActiveChart.De
pthPercent = 520
hojaexcel.Application.ActiveChart.Pri
ntPreviw
End Sub
Private Sub cmdnew_Click()
cmbfil.Text = "Elige la fila"
cmbcol.Text = "Elige la columna"
txtini.Text = ""
txtfin.Text = ""
txttfin.Text = ""
txthfin.Text = ""
cmbphfin.Text = "Elige pH"
txttem1.Text = ""
txthum1.Text = ""
cmbph1.Text = "Elige pH"
txttemp2.Text = ""
txthum2.Text = ""
cmbph2.Text = "Elige pH"
txttemp3.Text = ""
txthum3.Text = ""
cmbph3.Text = "Elige pH"
txttemp4.Text = ""
txthum4.Text = ""
cmbph4.Text = "Elige pH"
txtobc.Text = ""
k = 5
Do While x3ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
cmdnew.Enabled = False
cmdsalex.Enabled = False
End Sub
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmmat.Hide
End Sub
Private Sub cmdsalex_Click()
x1wb.Save
x1app.Quit
Set x1app = Nothing
cmdgraf.Enabled = True
cmdenvdt.Enabled = False
cmdnew.Enabled = False
cmdsalex.Enabled = False
yea = MsgBox("LISTO, El envio se
realizo con Exito!!!", vbOKOnly)
End Sub
Private Sub Form_Load()
txtdd.Text = Format(Date, "dd")
txtmm.Text = Format(Date, "mm")
txtyy.Text = Format(Date, "yy")
txtdd.Enabled = False
txtmm.Enabled = False
txtyy.Enabled = False
Set x1app = Excel.Application
Set x1wb =
x1app.Workbooks.Open("c:\hmi\pla
nta de composta")
Set x3ws =
x1wb.Worksheets("tratamiento de
materiales")
k = 5
Do While x3ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
cmdsalex.Enabled = False
cmdgraf.Enabled = False
cmdnew.Enabled = False
End Sub
Private Sub txtmm_Change()
n = txtmm.Text
If n = 1 Then
   j = 1
ElseIf n = 2 Then
   j = 22
ElseIf n = 3 Then
   j = 43
```

```
        ElseIf n = 4 Then
            j = 64
        ElseIf n = 5 Then
    j = 85
ElseIf n = 6 Then
    j = 106
ElseIf n = 7 Then
    j = 127
ElseIf n = 8 Then
    j = 148
ElseIf n = 9 Then
    j = 169
ElseIf n = 10 Then
    j = 190
ElseIf n = 11 Then
    j = 211
ElseIf n = 12 Then
    j = 232
    End If
End Sub
```

FORMMIS

```
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmmis.Hide
End Sub
```

FORMOBJ

```
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmobj.Hide
End Sub
```

FORMPERSO

```
Private Sub acc_Click()
frmltper.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub bas_Click()
frmltper.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub cis_Click()
frmnagua.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub cmdder_Click()
Formder.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub cmdpri_Click()
m = True
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub entmat_Click()
frmfent.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub Form_Load()
If o = True Then
mnuobj.Enabled = True
mnumis = True
mnuvis = True
mnuhis = True
mnudgf = False
mnufor = False
    ElseIf p = True Then
    mnuobj.Enabled = True
    mnumis = True
    mnuvis = True
    mnuhis = True
    mnudgf = True
    mnufor = True
    ElseIf q = True Then
    mnuobj.Enabled = True
    mnumis = True
    mnuvis = True
    mnuhis = True
    mnudgf = False
```

```
        mnufor = False
        ElseIf r = True Then
        mnuobj.Enabled = True
    mnumis = True
    mnuvis = True
    mnuhis = True
    mnudgf = True
    mnufor = True
    ElseIf s = True Then
    mnuobj.Enabled = True
    mnumis = True
    mnuvis = True
    mnuhis = True
    mnudgf = False
    mnufor = True
    ElseIf t = True Then
    mnuobj.Enabled = True
    mnumis = True
    mnuvis = True
    mnuhis = True
    mnudgf = True
    mnufor = False
End If
End Sub
Private Sub obj_Click()
frmobj.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub mnudgf_Click()
frmdgm.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub mnuhis_Click()
frmhis.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub mnumis_Click()
frmmis.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub mnuobj_Click()
frmperso.Hide
frmobj.Show
End Sub
Private Sub mnusim_Click()
frmsim.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub mnutec_Click()
frmtec.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub mnuvis_Click()
frmvis.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub pro_Click()
frmproc.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub salmat_Click()
frmsal.Show
frmperso.Hide
End Sub
Private Sub trmat_Click()
frmmat.Show
frmperso.Hide
End Sub
FORMSAL
Dim x1app As Excel.Application
Dim x1wb As Excel.Workbook
Dim x1ws As Excel.Worksheet
Dim n, i, j, k, As Integer
Dim vj, mmm, As Double
Private Sub cmbact_Change()
If cmbact.Text = "Entrega" Or
cmbact.Text = "Elige la actividad"
Then
cmbact.Text = cmbact.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation "Atención")
   cmbact.Text = "Elige la actividad"
   cmbact.SetFocus
End If
```

```
End Sub
Private Sub cmbmat_Change()
If cmbmat.Text = "Buena" Or
cmbmat.Text = "Regular" Or
cmbmat.Text = "Elige la calidad" Then
cmbmat.Text = cmbmat.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbmat.Text = "Elige la calidad"
   cmbmat.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbph9_Change()
If cmbph9.Text = "ph_0" Or
cmbph9.Text = "Elige pH" Then
cmbph9.Text = cmbph9.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbph9.Text = "Elige pH"
   cmbph9.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmbtipt_Change()
If cmbtipt.Text = "Torton" Or
cmbtipt.Text = "Elegir transporte"
Then
cmbtipt.Text = cmbtipt.Text
Else
   Var = MsgBox("Solo selecciona una
opcion de la lista.", vbOKOnly +
vbExclamation, "Atención")
   cmbtipt.Text = "Elegir transporte"
   cmbtipt.SetFocus
End If
End Sub
Private Sub cmdensal_Click()
x1ws.Cells(i, j) = Date
x1ws.Cells(i, j + 1) = txtm3.Text
x1ws.Cells(i, j + 2) = txtvj.Text
x1ws.Cells(i, j + 3) = txttot.Text
x1ws.Cells(i, j + 4) = cmbmat.Text
x1ws.Cells(i, j + 5) = txttemp9.Text
x1ws.Cells(i, j + 6) = txthum9.Text
x1ws.Cells(i, j + 7) = cmbph9.Text
x1ws.Cells(i, j + 8) = txtpla.Text
x1ws.Cells(i, j + 9) = cmbtipt.Text
x1ws.Cells(i, j + 10) = cmbact.Text
x1ws.Cells(i, j + 11) = txtres.Text
x1ws.Cells(i, j + 12) = txtdes.Text
x1ws.Cells(i, j + 13) = txtobc.Text
cmdnew.Enabled = True
cmdsalex.Enabled = True
End Sub
Private Sub cmdnew_Click()
txtm3.Text = ""
txtvj.Text = ""
txttot.Text = ""
cmbmat.Text = "Elige la calidad"
txttemp9.Text = ""
txthum9.Text = ""
cmbph9.Text = "Elige pH"
txtpla.Text = ""
cmbtipt.Text = "Elegir transporte"
cmbact.Text = "Elige la actividad"
txtres.Text = ""
txtdes.Text = ""
txtobc.Text = ""
k = 4
Do While x1ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
End Sub
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmsal.Hide
End Sub
Private Sub cmdsalex_Click()
x1wb.Save
x1app.Quit
Set x1app = Nothing
```

```
yea = MsgBox("LISTO, El envio
se realizo con Exito!!!",
vbOKOnly)
End Sub
Private Sub Form_Load()
txtdd.Text = Format(Date, "dd")
txtmm.Text = Format(Date, "mm")
txtyy.Text = Format(Date, "yy")
txtdd.Enabled = False
txtmm.Enabled = False
txtyy.Enabled = False
Set x1app = Excel.Application
Set x1wb =
x1app.Workbooks.Open("c:\hmi\pla
nta de composta.")
Set x1ws =
x1wb.Worksheets("Material de salida")
k = 4
Do While x1ws.Cells(k, 1) <> ""
k = k + 1
Loop
i = k
cmdnew.Enabled = False
cmdsalex.Enabled = False
End Sub
Private Sub txtmm_Change()
n = txtmm.Text
If n = 1 Then
   j = 1
ElseIf n = 2 Then
   j = 15
ElseIf n = 3 Then
   j = 29
ElseIf n = 4 Then
   j = 43
ElseIf n = 5 Then
   j = 57
ElseIf n = 6 Then
   j = 71
ElseIf n = 7 Then
   j = 85
ElseIf n = 8 Then
   j = 99
ElseIf n = 9 Then
   j = 113
ElseIf n = 10 Then
   j = 127
ElseIf n = 11 Then
   j = 141
ElseIf n = 12 Then
   j = 155
   End If
End Sub
```

FORMTEC

```
Private Sub cmdmen_Click()
frmperso.Show
frmtec.Hide
End Sub
```

FORMVIS

```
Private Sub cmdreg_Click()
frmperso.Show
frmvis.Hide
End Sub
```

SEMANA DE LA INVESTIGACIÓN
PIFI 2008
agosto 2008; México, D.F.

APENDICE D:PROCEDIMIENTO SISTEMÁTICO PARA LA SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UN PROYECTO DE CONTROL DE MOVIMIENTO.

Eleazar Olvera Olvera
ICA-ESIME-ZACATENCO
Instituto Politécnico
Nacional
eleozal@hotmail.com

Resumen –– **El presente articulo desarrolla una guía breve y sistemática para la selección de los elementos básicos de un proyecto de control de movimiento utilizando softwares de las marcas mas utilizadas dentro de el mercado nacional como son Rockwell Automation, Telemecanique y National Instruments. Dentro de este podemos encontrar una metodología sencilla para realizar un proyecto de control de movimiento, detallando cuatro secciones importantes que son la selección del servodrive, motor o servomotor, mecanismo así como el perfil de movimiento a implementar.**

Palabras Clave – **Control de movimiento, servodrive, manipulador, mecanismo, perfil de movimiento, servomotor.**

Abstract–– **This paper it develops a brief and systematic guide for the selection of the basic elements of a project of motion control using softwares of the marks but used inside the national market as they are Rockwell Automation, Telemecanique and National Instruments. Inside this we can find a simple methodology to carry out a project of motion control, detailing four important sections that are the selection of the servodrive, motor or servomotor, mechanism as well as the motion profile to implement.**

Keywords –– **motion control, drive, manipulador, mechanic, motion profile, servomotor.**

I. INTRODUCCIÓN

Con la creciente necesidad de producción en línea a velocidades y con la mayor calidad posible se origina la automatización con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo ciertas tareas, quizá, difíciles, riesgosas o desagradables anteriormente efectuadas por personas, de igual manera para controlar la secuencia de las operaciones con la menor intervención del hombre posible.

El primer brazo articulado (o manipulador) fue construido por Harold Roselund de la compañía Devilviss en 1938, el cual fue utilizado para pintar con spray, este se programaba de una forma demasiado engorrosa todas las veces que fuera necesario el mínimo cambio en la trayectoria, debido a que no existían las computadoras digitales.

En 1952 Devol patentó el primer brazo manipulador con memoria de una forma un poco más sencilla, a partir de 1965 varios centros de investigación tales como MIT, SRI, etc. realizaron investigación sobre este campo En 1970 se construyó en el SRI

un manipulador con seis grados de libertad controlado por computadora y con control de movimiento por bucle cerrado PID con servomotores de corriente continua, hasta ese entonces todos los robots manipuladores tenían actuadores hidráulicos.

El sistema básico de un robot manipulador puede operar individualmente como mínimo con los siguientes componentes:

a) El brazo (robot) consiste en un sistema de articulaciones mecánicas (eslabones, engranajes, transmisión por cadena o correa), actuadores (motores eléctricos o hidráulicos) y sensores de posición usados en el sistema de control de bucle cerrado.
b) El controlador, generalmente basado en microcomputador, que recibe las señales de los sensores de posición y envía comandos a la fuente de potencia controlada (o unidad conversora).
c) La unidad conversora de potencia que alimenta los motores que actúan las articulaciones.

En la actualidad se han generalizado el uso de manipuladores en muchas aplicaciones que requieren movimientos repetitivos sencillos, siendo los tipos principales de aplicación los siguientes: soldadura de puntos, pintura "spray", manipulación de partes de carrocería, chasis y motor [1]. La Fig. 1 muestra un ejemplo de manipulador industrial.

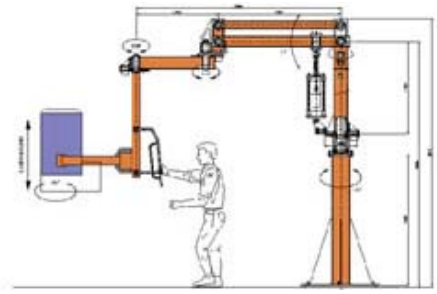


Fig. 1 Esquema de un Manipulador Industrial

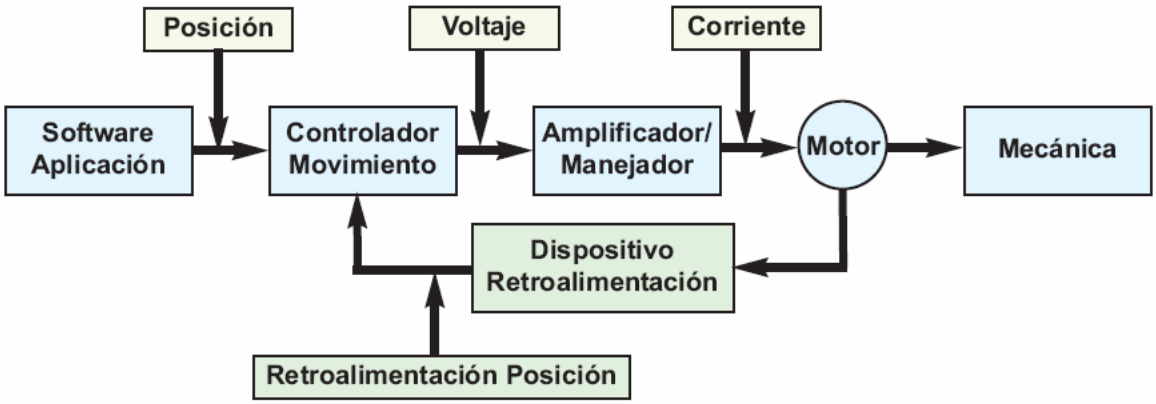


Fig. 2 Componentes del sistema de control de movimiento.

II. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UN PROYECTO DE CONTROL DE MOVIMIENTO.

La figura 2 muestra los diferentes componentes de un sistema de control de movimientos.

Los fundamentos de un sistema de control de movimientos, son el software, el controlador de movimientos, el manejador (drive), el motor, los dispositivos de retroalimentación y las E/S.

Dentro del presente articulo nos enfocaremos en la selección del motor, el drive (amplificador manejador), la mecánica y la creación de los perfiles de movimiento.

Solo se dará una breve explicación de todos los elementos presentes dentro de un sistema de control de movimiento.

Software de Aplicación: Se puede utilizar software de aplicación para comandar las posiciones a alcanzar y los perfiles de control de movimientos.

Controlador de Movimientos: El controlador de movimientos actúa como el cerebro del sistema tomando las posiciones a alcanzar y perfiles de movimientos y creando las trayectorias a seguir por los motores generando salidas en ±10 V para los servomotores o los pulsos y la dirección para motores paso a paso.

Amplificador o manejador: Los amplificadores (también denominados manejadores) toman los comandos del controlador y generan la corriente requerida para mover el motor.

Motor: Los motores convierten energía eléctrica en energía mecánica y producen el torque requerido para moverse a la posición deseada.

Elementos Mecánicos: Los motores se diseñan para proveer el torque de algunos mecanismos. Estos incluyen reglas lineales, brazos robóticos y actuadores especiales.

Dispositivo de retroalimentación o sensor de posición: En algunas aplicaciones de control de movimientos no se requiere un dispositivo de retroalimentación (tal como el control de motores paso a paso) aunque es vital para los servomotores [2].

Iniciamos nuestra aplicación observando una pantalla de bienvenida en la cual nos pide se de una opción ya se abrir un archivo existente o realizar la creación de uno nuevo asignándole el nombre, el sistema a utilizar y el numero probable de ejes a utilizar, lo cual lo podemos observar en la fig. 3.

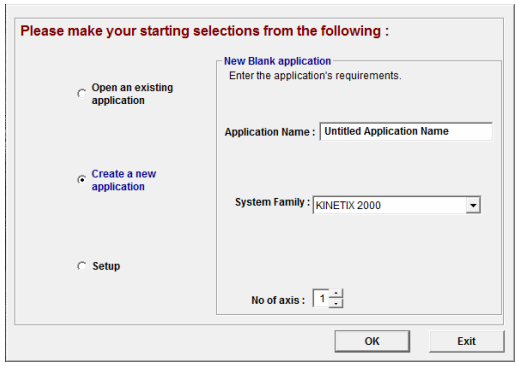


Fig. 3 Pantalla de bienvenida de Motion Analyzer

PASO 1.

Seleccionamos el servodrive a utilizar.

Iniciemos con la definición de servodrive: También conocido como controlador o amplificador manejador, es un equipo electrónico con el cual programamos bien pueden ser rampas de aceleración para el arranque y paro de nuestro motor, frenos de emergencia o sobrecarga que así requiramos de una forma muy sencilla dentro de el dispositivo electrónico con el manejo de una programación sencilla. El cual se seleccionara en base a los datos de placa del motor que se seleccionemos para la aplicación. Así como también seleccionaremos la marca con la cual estemos más familiarizados o dentro de la cual trabajaremos.

Dentro de las aplicaciones a utilizar encontraremos pantallas que se muestran en las Fig. 4 y 5 en donde nosotros modificaremos los parámetros requeridos por nuestro proyecto a implementar, por ejemplo el valor de corriente a utilizar por el servodrive, o el bus de campo que este contenga, estas opciones son dependientes de el software elegido para realizar la aplicación.

DATOS DE PLACA	
TENSION	220 V
CORRIENTE	6 A
POTENCIA	2.7 Hp
VELOCIDAD	1,674 r.p.m.
FRECUENCIA	60 Hz
CONEXIÓN	Δ
N. DE BOBINAS	48
N. DE RANURAS	48
ESPIRAS	27
N. DE POLOS	4
CONDUCTOR	1,4761 mm^2

Fig. 3 Datos de Placa del motor

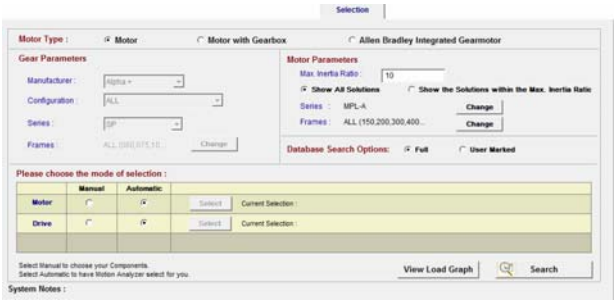


Fig. 4 Pantalla para parametrizar el servodrive en Motion Analyzer.

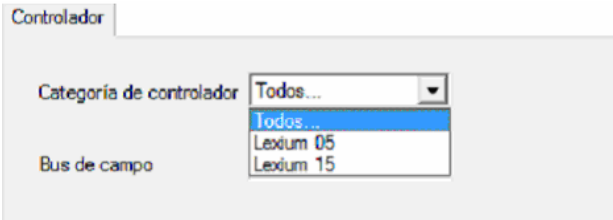


Fig. 5 Pantalla para parametrizar el servodrive en Lexium 05.

PASO 2.

Selección del motor o servomotor:

* Un motor eléctrico es un dispositivo dinamoeléctrico encargado de transformar energía eléctrica en energía mecánica por medio de la interacción de campos magnéticos.

* Un servomotor también llamado Servo es un dispositivo similar a un motor de corriente continua, que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición. Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control. Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radió control y en robótica.

Servomotores BSH (con escobillas)
Los servomotores BSH han sido diseñados para aplicaciones con grandes requisitos en referencia al rendimiento (régimen de ciclo elevado) y a la dinámica, con un posicionamiento preciso.

Servomotores BDH (sin escobillas)
Debido a su estructura compacta, los servomotores BDH son adecuados para aplicaciones con grandes requerimientos de adaptación en lo referente a la mecánica y la potencia, un ejemplo de la vista de un motor sin escobillas se muestra en la Fig. 6

Que son los dos tipos mas utilizados dentro del software de Lexium de la marca Schneider [4].

Dentro de los mas utilizados por la marca Rockwell automation tenemos el motor with gearbox (con caja de transmision), o el mas recomendado por la marca el Allen Bradley Integrated Gearmotor (motor con transmisión de la misma marca).

Los cuales se seleccionaran con base a las especificaciones del proveedor y las necesidades a satisfacer [4].

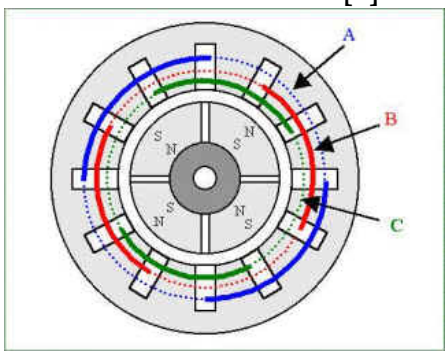


Fig. 6 Aspecto de un motor trifásico sin escobillas.

La selección del motor se dará dentro de las pantallas de nuestro software como se muestra en las Fig. 7 y 8. Seleccionamos los motores dependiendo de las tensiones y corrientes que solicitemos, damos el servomotor con escobillas o no, al igual si requerimos un tipo de freno o no y todos aquellos parámetros importantes dentro de la selección del motor.

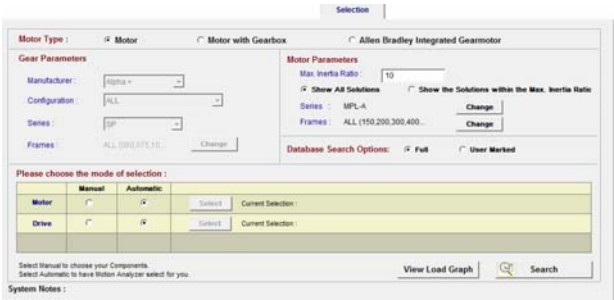


Fig. 7 Pantalla para selección del motor en Motion Analyzer.

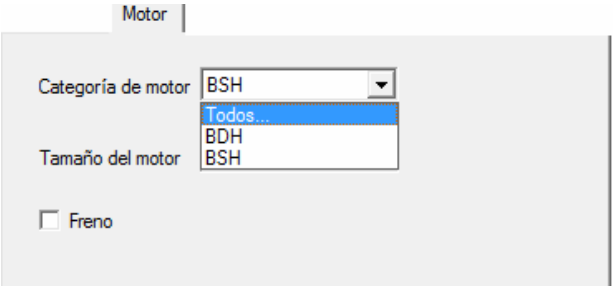


Fig. 8 Pantalla para seleccionar el motor en Lexium 05.

PASO 3.
Selección del mecanismo, engranaje o transmisión.

Bien conocidos por los tres términos, es la selección del sistema mecánico que estará implementado para efectuar los movimientos del motor dentro de los cuales podemos seleccionar los mostrados en la Tabla 1. Las pantallas del software son bastante amigables en las cuales de una forma sencilla parametrizamos los valores esperados así como las selecciones de los mecanismos que implementaremos en nuestro desarrollo, todo esto se muestra en las Fig. 9 y 10.

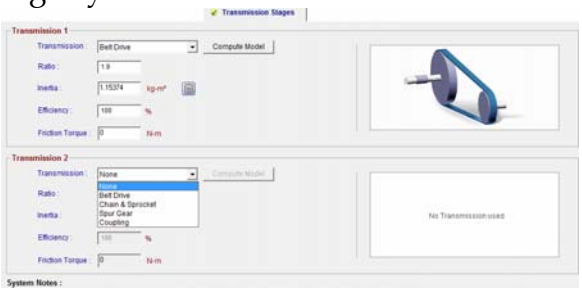


Fig. 9 Pantalla para selección del mecanismo en Motion Analyzer.

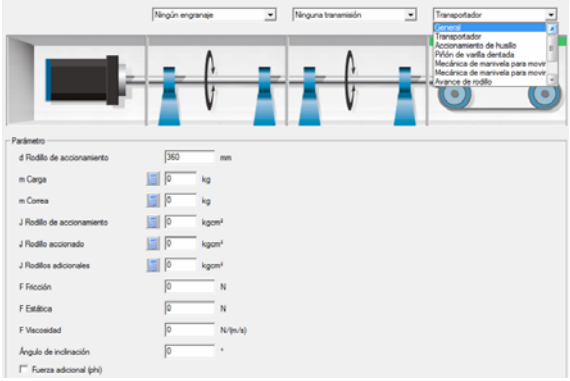


Fig. 10 Pantalla para seleccionar el mecanismo en Lexium 05.

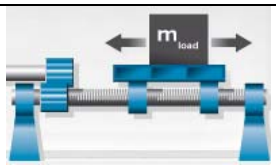
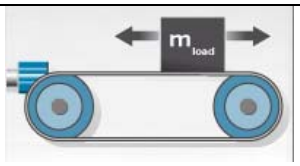
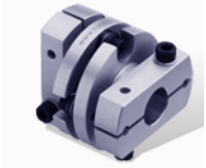
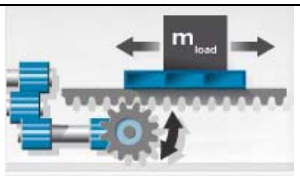
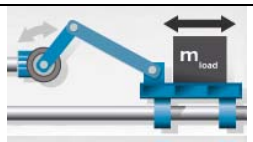
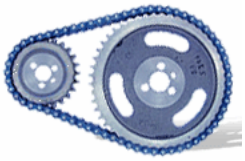
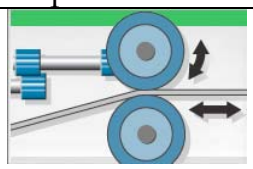
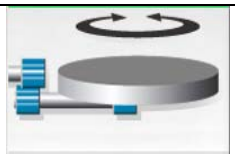
 Accionamiento de husillo	Belt Drive
 Transportador	 Coupling
 Piñón de varilla dentada	Spur Gear
 Mecánica de manivela para móvil	 Chain & Sprocket
 Avance de rodillo	 Mesa redonda

Tabla 1. Ejemplos de mecanismos.

ELEAZAR OLVERA OLVERA
HÉCTOR RAÚL ROSAS CASTELLANOS

Los cuales podrán ser seleccionados de acuerdo a la aplicación en la cual se este llevando acabo el proyecto debido a que cada una de las marcas utilice y o permite referenciar los mecanismos según los que tiene disponibles.
Teniendo mas de cinco opciones posibles de formatos o sistemas mecánicos posibles a elegir en cada una de las aplicaciones o ejes.

PASO 4.
Selección del perfil de movimiento.

Como perfil de movimiento debemos comprender la creación de graficas en su mayoría rampas de aceleración con las cuales podemos hacer una pequeña simulación de cómo deseamos se comporte nuestros motores al ser accionados.

Esto lo haremos dentro de las aplicaciones ya sea: Lexium 05 (Telemecanique), Motion Analyzer (Rockwell Automation) o bien NI Motion Assistant (Nacional Instruments), Una vez realizados los tres pasos anteriores, de tal forma que podemos parametrizar valores reales y observar el comportamiento en graficas de cada uno e los ejes que programemos, los software de una forma muy sencilla podemos observar dentro de las pantallas de las aplicaciones el comportamiento de nuestro sistema.

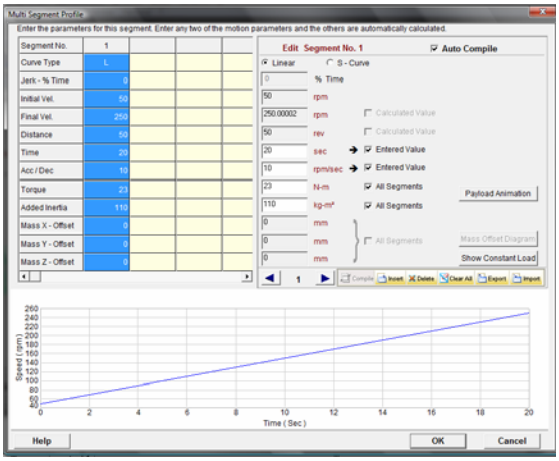


Fig. 11 Pantalla de perfil de movimiento en Motion Analyzer.

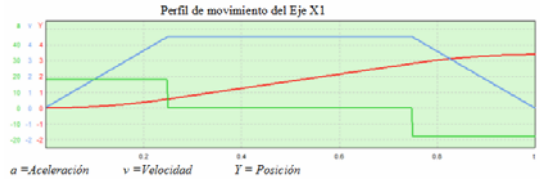


Fig. 12 Pantalla de perfil de movimiento en Lexium 05.

PASO 5.
Elaboración de ejes.
Dentro de estas aplicaciones y siguiendo a detalle los cuatro pasos anteriores podemos crear un sin numero de ejes a controlar dentro de el mismo proyecto configurando uno a uno los ejes que nosotros requiramos para nuestro proyecto, dándole las características que nos solicite nuestra aplicación, haciendo posibles pruebas de simulación con diferentes sistemas sin afectar nuestros avances con las pruebas.

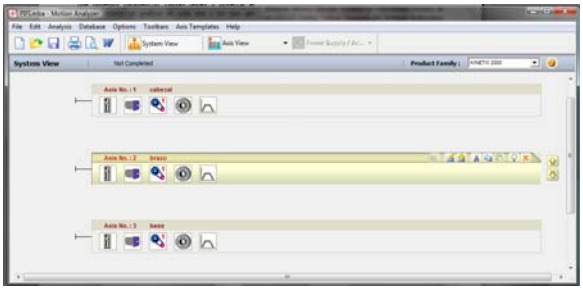


Fig 13 Visualización de varios ejes.

CONCLUSIONES:

Inmerso en la elaboración de este articulo se consiguió hacer una guía rápida para la selección de 4 componentes básicos dentro de el control de movimiento utilizando un panorama general sin así centrarse en una sola marca con esta y de una forma rápida, eficaz y sencilla la utilización de tres softwares importantes de las marcas mas reconocidas en México dentro de el área de control de movimiento.
Logrando así que de una forma sistemática sea posible realizar la implementación de un control de movimiento de una forma más veloz.

Eleazar Olvera Olvera. Técnico en Telecomunicaciones de el CECyT Carlos Vallejo Márquez del Instituto Politécnico Nacional, Actual investigador PIFI así como cursando el ultimo año de la carrera en Ingeniería en Control y Automatización dentro de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica plantel Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional.

REFERENCIAS:

[1] R. I. Madrigal, E. V. Idiarte "Robots industriales manipuladores" Ed. Alfaomega 2004 pp. 1-4.

[2] "fundamentos del control de movimiento" en http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/11091

[3] "Integrated motion control" en www.ab.com/motion

[4]"motores" http://www.schneider-electric-motion.com/index.php?scriptlet=CMS/Content&id=249&language=es

GLOSARIO

GLOSARIO DE TERMINOS:

ACTINOMICETOS:

*Actinomiceto del que se obtienen los antibióticos Estreptomicina, griseina, y Candicidina.

CHUMACERA:

(Del port. chumaceira).
* Pieza de metal o madera, con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

COMPOST:

* Humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos.

COMPOSTA:

* La composta se define como el producto de la degradación aeróbica de residuos orgánicos.

HUMUS:

(Del lat. humus).
* Geol. Capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales.

MAMELON:

* De la jerga industrial, es utilizada para hacer referencia a una pieza metálica cilíndrica con una pestaña, que usualmente es usada como tapa.

MESÓFILO:

Un organismo es mesófilo cuando tiene una temperatura óptima de crecimiento comprendida entre 20ºC y 45ºC. La temperatura mínima se encuentra en el rango de 15ºC a 20ºC y la temperatura máxima en torno a 45ºC. La gran mayoría de los microorganismos son mesófilos, incluidos los patógenos.

REESTRUCTURACIÓN:

* f. Modificación de la estructura de algo
Fermentación

REINGENIERÍA:

* Para definir reingeniería de una manera sencilla se podría decir que significa "empezar de nuevo". No significa arreglar lo que ya existe o hacer cambios incrementales que dejan intactas las estructuras básicas. Implica volver a empezar e inventar una manera mejor de hacer el trabajo.

* Reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez

SUSTANCIAS HUMITAS:

Sustancias inidentificables, que conforman al humus.

TERMÓFILO, LA :

*adj. Se dice de los organismos que necesitan temperaturas elevadas para su normal desarrollo: organismo termófilo.

*Se dice del microorganismo cuya temperatura óptima está por encima de los cuarenta y cinco grados centígrados: bacteria termófila.

SIGLAS UTILIZADAS EN EL DOCUMENTO:

DSGSA:

División de Servicios generales de la Secretaría de Administración.

LED:

Diodo emisor de luz.

pH:

(Sigla de potencial de Hidrógeno).
Quím. Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución.
Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica.

PLC:

Controlador lógico programable.

PPCyV:

Planta de Producción de Composta y Vivero.

UPALM:

Unidad Profesional "Adolfo López Mateos".