

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA LAVADORA DE MALANGA DE  
2000 kg/h DE CAPACIDAD”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**EDWIN DANIEL FREIRE TIPÁN  
efdan2456@hotmail.com  
FELIPE CARLOS ROMÁN MATA  
flippocarlos@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS T.  
jaimevargas1952@live.com**

**QUITO, JULIO DEL 2011**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Edwin Daniel Freire Tipán y Felipe Carlos Román Mata declaramos bajo juramento que el presente trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad vigente.

---

Edwin Daniel Freire Tipán

---

Felipe Carlos Román Mata

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Edwin Daniel Freire Tipán y Felipe Carlos Román Mata, bajo nuestra supervisión.

---

Ing. Jaime Vargas T.  
DIRECTOR DEL PROYECTO

---

Ing. Jorge Escobar L.  
COLABORADOR

---

Ing. Washington Altuna A.  
COLABORADOR

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente quiero agradecer a Dios por brindarme la fuerza necesaria y suficiente para salir adelante ante cualquier adversidad; a mis padres Edwin y Rosa; quienes han sido un apoyo muy grande durante toda mi vida estudiantil, a mis hermanas, Gabriela y Erika, que a pesar de todo lo vivido, siempre han estado apoyándome; a mi sobrina Emily que con su inocencia ha puesto su granito de arena.

Al Ing. Jaime Vargas que es un amigo incondicional por su acertada dirección en la elaboración del presente proyecto de tesis.

A mis amigos (Evelyn, Mesías, Luis, Felipe y Giselle) que han estado en las buenas y en las malas como amigos incondicionales.

Al personal docente que estuvo a lo largo de la carrera brindándome sus enseñanzas y también al personal administrativo, por su apoyo constante.

**Edwin Daniel**

Primeramente agradezco a Dios por la oportunidad que me ha brindado para lograr esta meta; a mi Padre un agradecimiento especial, ya que cuando estuvo a mi lado supo darme el apoyo necesario y que hoy, desde lo alto me guía y me da las fuerzas para hacerlas; a mi madre, quien ha entregado su mayor esfuerzo hacia mí y sus sabios consejos, mis hermanos quienes supieron brindarme su hombro cuando lo necesitaba. De igual manera agradezco a todos los verdaderos amigos que estuvieron en las buenas y en las malas.

**Felipe Carlos**

## DEDICATORIA

En especial a mis Abuelitos Hugo, Adela, Andrés y Joaquina, que sé que me cuidan y me protegen; a mis padres, Edwin y Rosa, que han sido un mar de enseñanzas, no solo a nivel profesional sino también a nivel humano, haciendo de mí una persona de bien.

A mis hermanas que cada día me han enseñado a superarme. ¡También he aprendido de ustedes!

A mi sobrina por llegar en el momento indicado a formar parte de nuestras vidas.

A Doña Marthita Mata por abrirme las puertas de su casa todo este tiempo que hemos hecho la tesis.

**Edwin Daniel**

A una persona muy especial que ya no está a mi lado físicamente pero que en mi corazón siempre lo está, mi Padre. A mi Madre con todo mi amor y a mi compañero de tesis Edwin con el cual he pasado por felices y amargos momentos.

**Felipe Carlos**

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO I

#### MARCO TEÓRICO

1.1	ESTUDIO AGRONÓMICO DE LA MALANGA.....	1
1.1.1	GENERALIDADES.....	1
1.1.2	DIMENSIONES TÍPICAS DE LA MALANGA.....	2
1.1.3	VALOR NUTRITIVO DE LA MALANGA.....	2
1.1.4	VARIEDADES DE MALANGA.....	5
1.1.5	VARIEDAD DE EXPORTACIÓN.....	6
1.2	PROCESO DE CULTIVO DE LA MALANGA.....	6
1.2.1	PREPARACIÓN DEL SUELO.....	7
1.2.2	SELECCIÓN Y PROTECCIÓN DE LA SEMILLA.....	8
1.2.3	CARACTERÍSTICAS DE SIEMBRA.....	11
1.2.4	SIEMBRA.....	12
1.2.5	TRATAMIENTO DURANTE LA SIEMBRA.....	13
1.2.5.1	APORQUES.....	13
1.2.5.2	FERTILIZACIONES.....	14
1.2.5.3	DESHIJE.....	15
1.2.5.4	DESHIERBE.....	16
1.2.6	CONTROL DE MALEZAS.....	16
1.2.6.1	MALEZAS.....	16
1.2.7	PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	17
1.2.7.1	ENFERMEDADES DE LAS HOJAS.....	19
1.2.7.1.1	LESIÓN MARGINAL FOLIAR.....	19
1.2.7.1.2	MANCHA POR ANTRACNOSIS.....	20
1.2.7.2	ENFERMEDADES FUNGOSAS DE LAS RAÍCES.....	20
1.2.7.2.1	DESCOMPOSICIÓN SECA DE LAS RAÍCES.....	20
1.2.7.3	ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL TUBERCULO.....	22

1.2.7.3.1	DESCOMPOSICIÓN DEL TUBÉRCULO.....	22
1.2.7.3.2	DESCOMPOSICIÓN SECA DEL TUBÉRCULO.....	22
1.2.7.4	ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TUBÉRCULO.....	23
1.2.7.5	ATAQUES DE NEMATODOS.....	24
1.2.8	ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	25
1.3	COSECHA DE MALANGA.....	26
1.4	TRANSPORTE DE MALANGA.....	27
1.5	LAVADO DE MALANGA.....	28
1.6	CURADO DE MALANGA.....	28
1.7	SECADO DE MALANGA.....	29
1.8	CLASIFICADO DE MALANGA.....	29
1.9	EXPORTACIÓN DE LA MALANGA.....	30
1.9.1	DESTINOS DE EXPORTACIÓN.....	31

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE CAMPO**

2.1	ASPECTOS TÉCNICOS DEL LAVADO MANUAL.....	32
2.1.1	LAVADO MANUAL DE LA MALANGA.....	32
2.2	ESTUDIO DE LAS RESTRICCIONES.....	33
2.2.1	TIEMPO.....	33
2.2.2	MANTENIMIENTO.....	33
2.2.3	COSTO.....	33
2.2.4	TECNOLOGÍA.....	34
2.2.5	HUMANO.....	35
2.3	ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO.....	34
2.3.1	PARÁMETROS FUNCIONALES.....	34

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y**

#### **PROTOCOLO DE PRUEBAS**

<b>3.1</b>	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	37
<b>3.2</b>	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	37
<b>3.3</b>	PARÁMETROS FUNCIONALES.....	38
<b>3.4</b>	ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	39
<b>3.4.1</b>	ALTERNATIVA N°1.....	39
3.4.1.1	PARTES DE LA LAVADORA TIPO CILINDRO.....	40
3.4.1.2	VENTAJAS.....	41
3.4.1.3	DESVENTAJAS.....	41
<b>3.4.2</b>	ALTERNATIVA 2.....	42
3.4.2.1	PARTES.....	43
3.4.2.2	VENTAJAS.....	43
3.4.2.3	DESVENTAJAS.....	44
<b>3.5</b>	SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.....	44
<b>3.6</b>	PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	45
<b>3.6.1</b>	CONTROL DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES.....	46
<b>3.6.2</b>	VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE FUNCIONAMIENTO.....	46
<b>3.6.3</b>	TRABAJO EN VACÍO DE LA LAVADORA DE MALANGA.....	47
<b>3.6.4</b>	TRABAJO CON CARGA DE LA LAVADORA DE MALANGA.....	48

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE LA LAVADORA**

<b>4.1</b>	SELECCIÓN DE ASPERSORES Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ASPERSIÓN.....	49
<b>4.1.1</b>	GENERALIDADES DE LOS ASPERSORES.....	49
<b>4.1.2</b>	TIPOS DE ASPERSORES.....	49

4.1.2.1	CONO HUECO.....	49
4.1.2.2	CONO LLENO.....	50
4.1.2.3	CHORRO SÓLIDO.....	51
4.1.2.4	ASPERSIÓN PLANA.....	51
4.1.2.5	ASPERSIÓN FINA.....	52
4.1.2.6	ASPERSORES NEUMÁTICOS.....	53
4.1.3	SELECCIÓN DEL TIPO DE ASPERSOR.....	54
4.1.4	ENSAYOS DE LAVADO.....	54
4.1.4.1	BOQUILLA DE ASPERSIÓN PLANA A 138 KPa (20 PSI).....	54
4.1.4.2	BOQUILLA DE ASPERSIÓN PLANA A 276 KPa (40 PSI).....	56
4.1.4.3	BOQUILLA DE ASPERSIÓN PLANA A 414 KPa (60 PSI).....	57
4.1.5	SISTEMA DE ASPERSIÓN.....	57
4.1.5.1	PRIMER SISTEMA DE ASPERSIÓN.....	57
4.1.5.2	SEGUNDO SISTEMA DE ASPERSIÓN.....	59
4.1.5.3	DISEÑO Y SELECCIÓN DE PERNOS DE SUJECIÓN PARA LOS SISTEMAS DE ASPERSIÓN.....	61
4.1.5.3.1	DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD....	62
4.2	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA LAVADORA.....	65
4.2.1	TANQUE DE LAVADO.....	65
4.2.2	CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS PAREDES QUE CONVERGEN A UN MISMO SEGMENTO.....	66
4.2.3	CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS PAREDES PARALELAS.....	73
4.2.4	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	74
4.2.5	CALCULO DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	76
4.2.5.1	CÁLCULO DEL NÚMERO DE VUELTAS POR HORA.....	76
4.2.5.2	CÁLCULO DE LA VELOCIDAD NECESARIA.....	77
4.2.5.3	CÁLCULO DEL PESO A TRANSPORTAR.....	78
4.2.5.4	CÁLCULO DE LA POTENCIA EN EL EJE MOTRIZ.....	79
4.2.5.5	CÁLCULO DE LA POTENCIA MOTRIZ NECESARIA.....	81
4.2.6	CÁLCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA.....	81
4.2.7	CÁLCULO DE LA FUERZA PERIFÉRICA EN EL EJE.....	82

4.2.8	DETERMINACIÓN DEL TORQUE EN EL EJE MOTRIZ.....	82
4.3	CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE CATALINAS Y CADENAS.....	83
4.3.1	CÁLCULOS Y DISEÑO DEL EJE MOTRIZ, EJE CONDUCTOR Y EJE RETORNO.....	83
4.3.1.1	TRANSMISIÓN DE CADENA DE RODILLOS.....	83
4.3.1.2	RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	85
4.3.1.3	CÁLCULO DE LA POTENCIA DE DISEÑO.....	85
4.3.1.4	SELECCIÓN DE LA CADENA DE RODILLOS A UTILIZAR.....	86
4.3.1.5	FACTOR DE SEGURIDAD DEL PIVOTE DE LA CADENA.....	90
4.3.1.6	CÁLCULO DEL EJE MOTRIZ.....	92
4.3.1.6.1	DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DEL EJE MOTRIZ.....	95
4.3.1.6.1.1	SUMATORIA DE FUERZAS Y MOMENTOS.....	95
4.3.1.7	CÁLCULO DE LA LENGÜETA.....	100
4.3.1.8	SELECCIÓN DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS.....	102
4.3.1.8.1	CÁLCULO DE LAS CARGAS ESTÁTICAS.....	102

## **CAPITULO V**

### **CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO**

5.1	GENERALIDADES.....	105
5.2	CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.....	105
5.2.1	MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	106
5.2.2	HERRAMIENTAS.....	106
5.2.3	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN.....	106
5.2.4	RESUMEN DE MATERIA PRIMA.....	106
5.2.5	LISTADO DE ELEMENTOS A CONSTRUIR.....	107
5.3	HOJAS DE PROCESOS.....	108
5.4	MONTAJE.....	108
5.5	PRUEBAS DE CAMPO.....	108

## **CAPÍTULO VI**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

6.1.	COSTOS DE MATERIAL Y EQUIPO.....	109
6.2.	ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS.....	109
6.2.1.	COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS.....	109
6.2.2.	COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.....	110
6.2.3.	COSTOS DE MAQUINADO.....	111
6.2.4.	COSTOS DE MONTAJE.....	112
6.2.5.	COSTO DIRECTO TOTAL.....	113
6.3.	ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS.....	113
6.3.1.	COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS.....	114
6.3.2.	GASTOS INDIRECTOS.....	114
6.3.3.	COSTO TOTAL INDIRECTO.....	114
6.4.	COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.....	115

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1.	CONCLUSIONES.....	116
7.2.	RECOMENDACIONES.....	117

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>118</b>
--------------------------	------------

<b>REFERENCIAS INTERNET.....</b>	<b>119</b>
----------------------------------	------------

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Lavadora tipo cilindro.....	40
Figura 3.2 Lavadora de rodillos horizontales.....	42
Figura 4.1 Sistema de aspersion 1.....	58
Figura 4.2 Sistema de aspersion 2.....	60
Figura 4.3 Tanque de lavado.....	65
Figura 4.4 Medidas paredes laterales.....	66
Figura 4.5 Geometría del tanque con arriostamientos.....	67
Figura 4.6(a) Distribución de carga sobre la pared.....	67
Figura 4.6(b) Sustitución empotramiento y soportes.....	68
Figura 4.7 Carga que soporta la pared.....	69
Figura 4.8 Consideración de la viga de espesor unitario.....	70
Figura 4.9(a) Distribución de carga sobre la pared.....	73
Figura 4.9(b) Sustitución empotramiento y soportes.....	73
Figura 4.10 Diferentes tipos de cadena.....	84
Figura 4.11 Sección y partes de una cadena de rodillos simple.....	85
Figura 4.12 D.C.L. pivotes de la cadena.....	91
Figura 4.13 Diagrama de tensiones.....	94
Figura 4.14 Diagrama de Cuerpo Libre del eje motriz.....	95
Figura 4.15 Diagrama Cortante del eje motriz en el plano X-Y.....	96
Figura 4.16 Diagrama de Momentos del eje motriz en el plano X-Y.....	97
Figura 4.17 Diagrama Cortante del eje motriz en el plano X-Z.....	98
Figura 4.18 Diagrama de Momentos del eje motriz en el plano X-Z.....	98
Figura 4.19 Fuerzas que actúan sobre la chaveta.....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición por 100 gr de porción comestible.....	3
Tabla 1.2 Tabla 1.2 Composición por 100 gr de porción comestible.....	4
Tabla 1.3 Requerimientos agroecológicos de la malanga.....	7
Tabla 1.4 Tipos de fertilizantes que se aplican para la producción de malanga... 15	
Tabla 1.5 Enfermedades más comunes que se presentan en la malanga.....	18
Tabla 1.6 Exportación de malanga del Ecuador.....	31
Tabla 1.7 Destinos principales de exportación.....	31
Tabla 2.1 Características y condiciones de exportación.....	35
Tabla 2.2 Condiciones de Trabajo.....	36
Tabla 3.1 Criterios de comparación y códigos de equivalencia.....	44
Tabla 3.2 Valoración del sistema.....	45
Tabla 3.3 Control de las dimensiones principales.....	46
Tabla 3.4 Verificación de los componentes de funcionamiento.....	47
Tabla 3.5 Trabajo en vacío de la lavadora de malanga.....	47
Tabla 3.6 Trabajo con carga de la lavadora de malanga.....	48
Tabla 4.1 Resultado del lavado de malanga a 20 psi.....	55
Tabla 4.2 Resultado del lavado de malanga a 40 psi.....	56
Tabla 4.3 Resultado del lavado de malanga a 60 psi.....	57
Tabla 4.4 Rango de valores de paso y carga límite para cadena de rodillos.....	87
Tabla 6.1 Costos de Materia Prima.....	110
Tabla 6.2 Costos de Elementos Normalizados.....	111
Tabla 6.3 Costos de Maquinado.....	112
Tabla 6.4 Costos de montaje.....	113
Tabla 6.5 Costo Directo Total.....	113
Tabla 6.6 Costos de Materiales Indirectos.....	114
Tabla 6.7 Costo Total Indirecto.....	115
Tabla 6.8 Costo Total de la Máquina.....	115

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Foto 1.1 Malanga blanca.....	5
Foto 1.2 Malanga Lila.....	5
Foto 1.3 Malanga Blanca.....	6
Foto 1.4 Preparación del suelo con tractor.....	8
Foto 1.5 Semilla de malanga.....	10
Foto 1.6 Sembrío de malanga.....	12
Foto 1.7 Extracción de la semilla de malanga.....	13
Foto 1.8 Aporque realizado a la plantación de malanga.....	14
Foto 1.9 Malezas en el cultivo de malanga.....	17
Foto 1.10 Enfermedad por lesión marginal foliar.....	20
Foto 1.11 Descomposición de la malanga.....	21
Foto 1.12 Enfermedad Bacteriana del tubérculo.....	24
Foto 1.13 Ataque de nemátodos a la malanga.....	25
Foto 1.14 Cosecha de Malanga.....	26
Foto 1.15 Malangas cosechadas.....	27
Foto 1.16 Transporte de la Malanga.....	27
Foto 1.17 Tanques destinados para el lavado de malanga.....	28
Foto 1.18 Malanga de primera clase.....	30
Foto 1.19 Malanga de segunda clase.....	30
Foto 2.1 Medición de Malangas de exportación.....	35
Foto 4.1 Malanga lavada a 138 KPa (20 psi).....	54
Foto 4.2 Malanga lavada a 276 KPa (40 psi).....	55
Foto 4.3 Malanga lavada a 414 KPa (60 psi).....	56

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación aborda el Diseño y Construcción de una Lavadora de Malanga de 2000 kg/h.

La malanga es un tubérculo que se cultiva en climas que tienen un alto grado de humedad. En la actualidad el crecimiento de las exportaciones de éste tubérculo a tierras norteamericanas y las exigencias en cuestiones de calidad han hecho que se tecnifique el proceso de lavado, tratando de mejorar la presentación del producto.

La importación de maquinaria para el lavado de malanga es excesivamente cara que no está al alcance del pequeño productor, he ahí la necesidad de resolver dicha problemática, con los conocimientos previamente adquiridos en las aulas de clase, siendo partícipes del desarrollo.

El presente proyecto consta de siete capítulos que contienen:

**CAPÍTULO UNO:** ESTUDIO AGRONÓMICO DE LA MALANGA. En este capítulo se estudia los aspectos teóricos sobre la malanga como: información general de la malanga, variedades, condiciones climáticas, tratamiento durante la siembra, enfermedades y un análisis a fondo del producto.

**CAPÍTULO DOS:** ESTUDIO DE CAMPO. En este capítulo se determinan los parámetros de diseño y sus restricciones como tiempo, costo, tecnología y factor humano.

**CAPÍTULO TRES:** ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS. En este capítulo se analizan las dos alternativas que se presentan en el contexto, se las evalúa; y se escoge la mejor alternativa.

**CAPÍTULO CUATRO:** DISEÑO DE LA LAVADORA. En este capítulo se desarrolla el diseño de la lavadora, utilizando fórmulas y recomendaciones de varios autores.

Este capítulo consta de tres partes. La primera parte es la parte del diseño de los sistemas de aspersión, la segunda parte se basa principalmente en la elaboración de la estructura y la tercera parte es el diseño del sistema de transporte.

**CAPÍTULO CINCO: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.** En este capítulo se detallan los procesos de fabricación de cada una de las partes que conforman la máquina. Aquí se muestran la secuencia de los componentes del prototipo.

**CAPÍTULO SEIS: ANÁLISIS DE COSTOS.** En este capítulo se determina el costo total que implica tanto el diseño y la construcción de la misma.

**CAPÍTULO SIETE: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** En este capítulo se extrae las observaciones principales del diseño y construcción de la misma.

## PRESENTACIÓN

La malanga requiere la eliminación de residuos de tierra, insectos y otros elementos que no deben de estar presentes, este proceso se realiza primordialmente mediante la utilización de abundante agua, removiendo las sustancias que se adhieren a la corteza. En la actualidad el lavado se lo realiza manualmente y únicamente las empresas dedicadas al acopio poseen un lavado mecánico, por lo que el precio por malanga sin lavar es bajo.

Con los antecedentes descritos anteriormente el presente proyecto de titulación se enfoca en el Diseño y Construcción de una lavadora de Malanga, de buena calidad y a bajo costo.

Para el desarrollo de este trabajo se realiza el correspondiente estudio agrícola de campo, así como las pruebas físicas que determinan los principales parámetros que involucran el diseño de la lavadora. A continuación se realiza el diseño de la alternativa seleccionada.

La construcción de este prototipo no implica mayor inconveniente, puesto que este trabajo proporciona la información necesaria para la fabricación de cada uno de los elementos constitutivos y su respectivo montaje.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 ESTUDIO AGRONÓMICO DE LA MALANGA

#### 1.1.1 GENERALIDADES

La malanga es uno de los productos que primeramente fue cultivado por el hombre. El sitio que se inicia el cultivo fue en el suroeste de Asia, entre Indonesia e India. El cultivo de la malanga en América inicia primordialmente en Costa Rica y Cuba. En el Ecuador el cultivo de malanga comienza en Manabí extendiéndose luego hacia las provincias del Oriente y la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Pertenece a la familia de las Araceae y su nombre científico es Colocasia esculenta en varios países se la conoce con diferentes nombres, uno muy usual es taro.

A continuación, se anota la designación a la malanga en algunos países:

- Estados Unidos: DasheenEddoe.
- Cuba: Malanga o Guanguí.
- Venezuela: Ocumo Culin, Danchi.
- Perú: Pituca, Calusa.
- Colombia: Malangay, Bore, Chonque.
- Japón: Imo.
- China: Ya.
- Egipto: Kolkas.

Debido a que el cultivo de la malanga es una planta esencialmente tropical, requiere precipitaciones altas (1800-2500 mm) bien distribuidas, temperaturas entre 25-30°C y una excelente luminosidad.

La malanga también conocida como taro, es una planta herbácea, suculenta que alcanza gran altura, 1-2 m sin tallo aéreo en los ejemplares bajo cultivo anual y con hojas de peciolo largos, laminas verdes, oblongo-ovada cordada. Produce un cormo comestible, grande, esférico, elipsoidal o cónico o un cormo central que ramifica en cormos laterales, que son mayores que el central. Estos cormos están recubiertos exteriormente por escamas fibrosas o pueden ser lisos. El color de la pulpa por lo general blanco, pero también se presentan clones coloreados hasta llegar al morado.

La malanga no produce semillas, quizá ello de deba su proceso de selección clonal para la obtención de semillas. Todas las partes de la planta son comestibles, pero como todas las aráceas, contiene oxalato de calcio y es el limitante en su consumo de algunas variedades.

La mayor producción de malanga se establece en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas puesto que en esta zona del país se puede obtener una excelente producción y por ser puerto terrestre se puede establecer una relación más directa con los diferentes puertos marítimos para su exportación.

### **1.1.2 DIMENSIONES TÍPICAS DE LA MALANGA**

Para determinar las dimensiones promedio de la malanga se realizan visitas de campo a diferentes fincas y se obtuvo que:

- Diámetro: 23-25 cm.
- Largo: 15-60 cm.

### **1.1.3 VALOR NUTRITIVO DE LA MALANGA**

Se analiza en 100 gr de porción comestible encontrándose que este tubérculo posee varias propiedades. En la tabla 1.1 se muestra las propiedades que presenta la malanga:

**Tabla 1.1 Composición por 100 gr de porción comestible**

<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>BASE SECA ó PORCIÓN COMESTIBLE</b>
Proteína	9,2 gr.
Grasa	0,3 gr.
Fibra	3,2 gr.
Carbohidratos	83,7 gr.
Cenizas	3,6 gr.
Calcio	340 mg
Fósforo	190 mg

**Fuente:** Montaldo, A. 1983, *Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales*.

**Elaborado:** Edwin Freire/Felipe Román

En un análisis a malangas cocinadas se obtiene los resultados que se muestran en la Tabla 1.2:

**Tabla 1.2 Composición por 100 gr de porción comestible cocinada.**

<b>Composición</b>	<b>Cormos Cocidos</b>	<b>Cormos Crudos</b>	<b>Cormos Crudos</b>	<b>Hojas Crudas</b>	<b>Pecíolos Crudos</b>
Valor energético, cal.	104	92	85	69	19
Humedad, %.	-	74,6	77,5	79,6	93,8
Proteína, gm.	1,0	1,6	2,5	4,4	0,2
Grasa, gm.	0,1	0,2	0,2	1,8	0,2
Carbohidratos, gm.	25,0	22,4	19,1	12,2	4,6
Fibra, gm.	-	0,8	0,4	3,4	0,6
Ceniza, gm.	-	1,2	0,8	2,0	1,2
Calcio, mg.	18,0	96,0	32	268	57
Fósforo, mg.	44,0	88,0	64	78	23
Hierro, mg.	1,0	1,2	0,8	4,3	1,4
Sodio, mg.	-	-	7	11	5
Potasio, mg.	-	-	514	1237	367
Vitamina A.	Tz.U.I	5,0 Mcg. Act.	Tz.U.I	20385 U.I	335 U.I
Tiamina, mg.	0,111	0,08	0,18	0,10	0,01
Riboflavina, mg.	0,030	0,04	0,04	0,33	0,02
Niacina, mg.	0,500	0,7	0,9	2,0	0,2
Ácido ascórbico, mg.	5,0	7,0	10	142	8
Porción no comestible cáscara %.	-	16	19	45	16

**Fuente:** Montaldo, A. 1983, *Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales*.

**Elaborado:** Edwin Freire/Felipe Román

#### 1.1.4 VARIEDADES DE MALANGA

En el Ecuador se puede encontrar dos tipos de malangas que son producidas mayormente: la malanga blanca y la lila. Ver foto 1.1 y foto 1.2 respectivamente.



**Foto 1.1** Malanga blanca



**Foto 1.2** Malanga Lila

### 1.1.5 VARIEDAD DE EXPORTACIÓN

La variedad mayormente de exportación es la malanga blanca. Ver foto 1.3.



**Foto 1.3** Foto de la malanga blanca.

### 1.2 PROCESO DE CULTIVO DE LA MALANGA

El siguiente tema se desarrolla en base a un estudio de campo realizado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Riobambeños de Chilimpe.

Esta planta se adapta bien a zonas que alternan períodos secos alternados con períodos de lluvias, aunque deben prevalecer o ser de mayor duración estos últimos (zonas con 8-9 meses de lluvias y 3-4 meses secos, aunque no completamente). En la tabla 1.3 se muestran sus requerimientos agroecológicos:

**Tabla 1.3 Requerimientos agroecológicos de la malanga**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>TIPOS DE PREFERENCIA O CONDICIÓN</b>
Suelos	Prefiere suelos sueltos, de textura franco arcillosa hasta arenosa, ricos en materia orgánica, bien drenados.
pH	El pH ideal va de 6.0 a 6.5, aunque se adapta a suelos con pH de 5.0 a 7.0
Precipitación	800 a 3000 mm anuales.
Temperatura	Desde 25 a 32 °C.
Altitud	Desde 0 a 1500 msnm

**Fuente:** Bendaña. G. G. 2009. *Potencial Agroalimentario y Agroindustrial del Trópico Húmedo de Nicaragua*. Libro en prensa. 210 p.

**Elaborado:** Edwin Freire/Felipe Román

Como se puede observar en la tabla 1.3, la malanga es una planta con un amplio rango de adaptación y es por ello que se siembra en zonas con diferentes condiciones climáticas, adaptándose con facilidad tanto a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y como a parte de nuestro Oriente ecuatoriano.

Conocer el proceso desde la siembra hasta el lugar de consumo final de este tubérculo, es fundamental para establecer el proyecto. Para facilitar el análisis del proceso se lo ha dividido en varias etapas que se detallan en los siguientes acápite:

### **1.2.1 PREPARACIÓN DEL SUELO**

Para conseguir un buen brote y un buen grosor de los tubérculos, se requiere, además de las condiciones de humedad adecuada, de una buena preparación del suelo. Para un buen desarrollo de los tubérculos se requiere una buena preparación del terreno, esto incluye arada, rastreada y alomillada, esta última labor es indispensable para un buen desarrollo de los cormelos.

Esto incluye el realizar la arada a 25 o 30 centímetros de profundidad, este proceso se puede hacer con maquinaria o en zonas de difícil acceso se realiza manualmente con azadones. La rastreada del terreno es para una correcta eliminación de escombros que perjudiquen al cultivo, su correcta remoción ablanda el suelo facilitando el proceso de sembrado, y la incorporación de abono al suelo; posteriormente se debe hacer los camellones de 30 cm. de ancho y 20 cm. de alto. Por último se traza una raya en el centro del camellón para la siembra de la semilla. En la foto 1.4 se muestra la preparación del suelo con tractor.



**Foto 1.4** Preparación del suelo con tractor

### **1.2.2 SELECCIÓN Y PROTECCIÓN DE LA SEMILLA**

De la selección adecuada de la semilla depende el gran éxito en este cultivo que se multiplica vegetativamente. Este factor, es de los más importantes en la producción, responsable no sólo del buen establecimiento del cultivo, sino de su sanidad y producción (número de cormos comerciales por planta) por unidad de superficie en cada ciclo.

El material de siembra de malanga proviene de la cepa o tubérculo principal (que no es comestible), de los tubérculos secundarios, y si es necesario, pueden utilizarse los hijos.

A continuación se presenta una breve descripción de donde proviene la semilla para la siembra con sus ventajas y desventajas.

**Cepa:** es la parte de la planta que más se utiliza como material de siembra. De la cepa obtienen dos partes principales:

- La corona: es la sección superior o apical y se obtiene aplicando un corte transversal en la cepa, después de haber eliminado el falso tallo y las raíces. Esta sección debe tener de 2.5 a 3.5 cm de espesor, un peso promedio de 100 a 130 gr y conservar la yema terminal o apical. Esta parte de la cepa emite un solo brote, lo cual es una característica muy deseable ya que se obtiene una planta vigorosa, sin emitir hijos o brotes y por lo tanto de alto rendimiento.
- El centro de la cepa: esta parte de la cepa se obtiene realizando un segundo corte transversal, eliminando la base; del centro de la cepa se pueden obtener 2 a 4 secciones, con un peso promedio de 70 a 100 gr; casi siempre posee más de una yema lo que ocasiona que broten varios hijos, lo que no es conveniente desde el punto de vista productivo, ya que obliga a realizar la labor de deshije ya mayor número de hijos, menor tamaño de los cormelos.

**Los tubérculos secundarios:** deben usarse solo cuando escasea la semilla (cepa), destinándose los que tienen un peso inferior a 100 gr. Igual que la corona de cepa, los tubérculos emiten una sola planta, sin brote de hijos, por lo que se consideran un buen material de siembra.

**Los hijos (hijuelos):** este material es útil para la práctica de resiembra; se obtienen de las plantas provenientes del centro de la cepa, las cuales “ahijan” mucho.

Cualquiera que sea la parte de la planta que se usa como semilla, se debe proceder a desinfectarlas para evitar la penetración de patógenos en los cortes. Una buena desinfección es sinónimo de buena germinación, poca incidencia de enfermedades fungosas y/o bacterianas durante todo el ciclo del cultivo y asegura buenos rendimientos.

Se recomienda el siguiente tipo de desinfección:

- Sumergir el material por un tiempo de 10 a 15 minutos en una solución a base de fungicidas.
- El fungicida que más se recomiendan es él: Vitavax 300 (Carboxin 300), en dosis de 10 gr por litro de agua; se puede agregar alumbre para sellar los cortes.

En la foto 1.5 se muestra la semilla de malanga.



**Foto 1.5** Semilla de malanga

Por lo tanto para la selección de la semilla de siembra influyen los siguientes criterios:

- Lotes de plantas que presenten más del 5% de las plantas afectadas.
- Se debe de escoger plantas por su rigurosidad y por su sanidad.

- Se seleccionan los cormos que presenten buenas características fitosanitarias como morfológicas comprendiendo desde la calidad, tamaño y producción de los cormelos.
- Se deben eliminar los residuos de tierra, restos de hojas y raíces que traieran del campo.
- Se seleccionan cormos con un diámetro mayor de 10 cm y un peso aproximado de 5lb.

### **1.2.3 CARACTERÍSTICAS DE SIEMBRA**

Las semillas se colocan a una profundidad de 7 a 10 cm. La distancia de siembra depende del estado de fertilidad del suelo y del laboreo futuro del cultivo: manual o mecánico.

Las distancias de plantación son muy variadas, así: en Costa Rica se siembra a 1.30 entre hileras y 0.40 a 0.50 cm. entre plantas. En Nigeria se siembra a 1.60x 1.60. En África Occidental se siembra a 0.90 x 1.10 m.

En el medio, las distancias de siembra deben ser de 1.20 m. a 1.60 m. entre surcos y 0.60 a 0.85 entre plantas.

En Santo Domingo de los Colorados se recomienda sembrar a distancias de 1.20 m. entre hileras y 0.60 m. entre plantas.

El período adecuado de siembra de la malanga es a la entrada de la estación lluviosa, sin embargo si se dispone de riego puede sembrarse durante todo el año.

Cuando la siembra es manual, se realiza con la ayuda del espeque (azadón) y en el fondo del hueco, se coloca el abono, se tapa y luego se siembran los cormelos o cormos, esto es para que la planta disponga tempranamente de los nutrientes requeridos.

#### 1.2.4 SIEMBRA

La siembra de la malanga preferencialmente se da en terrenos planos y de fácil accesibilidad a maquinaria, debiéndose considerar las descripciones anteriores que hemos hecho, como la preparación del suelo y la adecuada manipulación de la semilla que se va a utilizar en la siembra.

Es importante indicar que no es aconsejable sembrar malanga en terrenos que anteriormente ya se haya sembrado, puesto que la atracción de plagas y enfermedades aumenta en un 45% de lo normal. En las Figura 1.6 se observa un ejemplo de sembrío de malanga.



**Foto 1.6** Sembrío de malanga

Después de un sembrío de malanga debido a la inclusión de múltiples fertilizantes que se ha aplicado al suelo es propicio variar de cultivo, por lo general colocan yuca en los terrenos desocupados de malanga.

En la Figura 1.7, se muestra como se extrae la semilla de la planta de malanga.



**Foto 1.7** Extracción de la semilla de malanga

## **1.2.5 TRATAMIENTO DURANTE LA SIEMBRA**

En la producción de la malanga se realizan múltiples actividades en beneficio de una mayor producción y éstos son:

### **1.2.5.1 APORQUES**

Las labores de cultivo consisten en dos o tres aporques manuales a los 60-120 y 180 días después de la siembra.

Los aporques tienen que hacerse en forma simultánea que las fertilizaciones. Los aporques tienen doble finalidad, la primera evitar que se desarrollen macollos por la germinación de los cormelos y la segunda aumenta la producción de tubérculos de malanga hasta en un 80%. Como se muestra en la Figura 1.8 uno de los aporques realizados a la plantación.



**Foto 1.8** Aporque realizado a la plantación de malanga

### 1.2.5.2 FERTILIZACIONES

Por su abundante producción de hojas grandes, la malanga tiene una actividad fotosintética muy alta, por lo tanto se recomienda la utilización de reguladores de crecimiento con el propósito de aumentar la iniciación y crecimiento de los cormelos y reducir el desarrollo de la parte vegetativa (Hojas).

Una cosecha normal de tubérculos, extrae como promedio 110 Kg. De N., 40 Kg de  $P_2O_5$  y 110 Kg de  $K_2O$ /ha. Existe una correlación lineal positiva entre el área foliar y la producción de cormelos.

Se recomienda dividir la aplicación de nitrógeno en dos partes: a la siembra y después de 3 meses.

Está demostrado que buenos rendimientos de cormelos se producen luego de las aplicaciones de superfosfato triple. Siendo recomendable la aplicación de estiércol y cal para incrementar la producción de cormelos. Las aplicaciones de fertilizantes potásicos, da mayor resistencia de la planta a la deficiencia de agua, y también mejora la asimilación, traslación y acumulación de agua a nivel del tubérculo.

La malanga contiene en su estructura muchos nutrientes, por consiguiente responde fácilmente a las aplicaciones de abonos orgánicos y fertilizantes químicos simples y compuestos. La aplicación de abonos y fertilizantes químicos, depende básicamente del análisis químico-orgánico que se realice al suelo, sin embargo existen fórmulas generales de fertilización, que se han tomado en cuenta, en base a los resultados de investigación y a la experiencia. En la tabla 1.4 se pone a consideración los fertilizantes que se aplican en la producción de malanga:

**Tabla 1.4 Tipos de fertilizantes que se aplican para la producción de malanga**

<b>PAÍS U ORGANISMO</b>	<b>NITRÓGENO (Kg/Ha)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Kg/Ha)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (Kg/Ha)</b>	<b>CaO (Kg/Ha)</b>
<b>ECUADOR</b>	175	120	375	----
<b>GHANA</b>	100	100	> 50	----
<b>PUERTO RICO</b>	56	112	112	----
<b>INDIA</b>	70	130	110	----
<b>RESTO</b>	76	115	285	154

**Fuente:** PROEXANT, 2009

**Elaborado:** Edwin Freire/Felipe Román

Según la Corporación de PROEXANT, la fertilización adecuada para los suelos de Sto. Domingo de los Colorados y para el cultivo de malanga, debe hacerse mediante la aplicación al momento de la siembra, de un fertilizante completo 10-30-10 ó 8-20-20 con elementos menores en una cantidad de 5 sacos por hectárea; y una fertilización complementaria a los 50 días de 2 sacos de fertilizante nitrogenado y tres sacos de potasio. A los 150 días, 5 sacos de potasio.

### **1.2.5.3 DESHIJE**

El proceso de deshije necesita control permanente debido a que se debe controlar el crecimiento de un solo tallo, con esto se logra que los nutrientes que la planta

necesita se aprovechen de una óptima manera, ayudando al aprovechamiento de nutrientes por parte de los cormelos.

Se debe realizar dos veces; la primera a los treinta días después de realizado la siembra y el otro a los 60 días después; con ello se optimiza la producción y la calidad del producto.

#### **1.2.5.4 DESHIERBE**

En el deshierbe se trata de eliminar la mayor cantidad de malezas para mantener limpio, libre de plagas y enfermedades, también beneficia en el crecimiento adecuado de los cormelos puesto que éstos reciben la mayor cantidad de nutrientes.

El deshierbe está recomendado 3 veces; la primera a los tres meses después de sembrado, la segunda a los tres meses después y la tercera dentro de los tres meses siguientes.

#### **1.2.6 CONTROL DE MALEZAS**

El control de malezas se realiza posterior de la siembra para prevenir futuras infestación de plagas y enfermedades.

A continuación se explica las malezas, plagas y enfermedades que comúnmente sufren los cultivos de malanga.

##### **1.2.6.1 MALEZAS**

El cultivo de la malanga es afectado por la presencia de las malezas, especialmente durante los 5 primeros meses, disminuyendo significativamente los rendimientos hasta en un 60% al momento de la cosecha, se retarda demasiado la formación y el desarrollo de los cormelos.

En la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, con precipitaciones superiores de los 2000 mm. anuales, el desarrollo de las malezas en el cultivo de la malanga es muy significativo, siendo las principales: el bledo (*Amaranthusspp.*), coquito (*Cyperusspp.*) y la Saboya (*Panicummaximun*).

Una buena preparación del suelo evita la presencia inmediata de las malezas. Se puede combatir a las malezas, mediante controles manuales y químicos, es aconsejable combinar los dos métodos. En el Ecuador, se recomienda aplicar Diurón, como pre-emergente, se tiene como alternativa válida a la Atrazina, Ametrina o Prometrina. Como post-emergente se utilizan al Paraquat o Glifosato.

En la foto 1.9 se observa malezas que afectan al cultivo de malanga.



**Foto 1.9** Malezas en el cultivo de malanga

### **1.2.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES**

En la labor del campo no hay cultivo que no presente inconvenientes o sufra de alguna enfermedad, el estudio ha determinado varias de las plagas y sus controles. En la tabla 1.5 se muestra las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo:

**Tabla 1.5 Enfermedades más comunes que se presentan en la malanga**

ENFERMEDAD	CAUSAL	ZONA AFECTADA	SÍNTOMAS	TRATAMIENTO PREVENTIVO
Pudrición	Sclerotiumrolfsii	Follaje, Tubérculos	Pudrición suave, acuosa y color marrón	Selección de semilla de lotes sanos. Rotación de cultivos con maíz. Tratamiento preventivo a la semilla con Carboxin.
Pudrición Seca	Fusarium oxisporum	Tubérculos	Pudrición esponjosa, blanca grisácea puede ocasionar marchitez del follaje.	Selección de semilla de lotes sanos. Rotación de cultivos con maíz.
Pudrición Blanda	Pseudomonas olanacearum	Tubérculos	Amarillamiento del follaje, marchitez y pudrición del tubérculo.	Selección de semilla de lotes sanos. Rotación. Selección de suelos con buen drenaje interno. Desinfección de herramientas con cloro al momento de seleccionar la semilla. Eliminación de las plantas enfermas del campo.
Pudrición Blanda	Erwiniacarotov orapvatroseptica	Tubérculos	Pudrición suave del tubérculo.	Selección de semilla de lotes sanos. Rotación. Selección de suelos con buen drenaje interno. Desinfección de herramientas con cloro al momento de seleccionar la semilla. Eliminación de las plantas enfermas del campo.
Lesión Foliar Marginal	Xanthomonas campestris	Follaje	Necrosis marginal de la lámina que avanza por el pecíolo.	Selección de semillas de lotes sanos.
Agallas	Meloydogines pp. (nematodo)	Raíces	Formación de tumores o agallas.	Rotación con leguminosas de cobertura.
Nematodo lesionador	Pratylnchunsp p.	Raíces	Lesiones en raíces.	Rotación con leguminosas de cobertura.

**Fuente:** DGPSA, (MAG-FOR); 1999.

**Elaborado:** Edwin Freire/Felipe Román

Como se observa en la tabla 1.5, hay enfermedades propias de las hojas, enfermedades fungosas de las raíces, enfermedades fungosas del tubérculo, enfermedades bacterianas del tubérculo y también ataques de nematodos.

A continuación una breve descripción de cada una de ellas.

### **1.2.7.1 ENFERMEDADES DE LAS HOJAS.**

#### **1.2.7.1.1 LESIÓN MARGINAL FOLIAR.**

Es ocasionada por la bacteria *Xanthomonas campestris*. Los síntomas de la enfermedad se inician con una necrosis marginal en la lámina; la franja necrótica es de color marrón y está separada de la parte sana de la hoja por un halo clorótico amarillo brillante. En el envés de la hoja pueden observarse exudados de aspecto mucoso de color amarillo producidos por la *Xanthomonas campestris*.

La bacteria puede penetrar a la hoja por aberturas naturales localizadas en las partes marginales de la hoja, o por las estomas. Las lesiones avanzan con el tiempo hacia las partes internas de la hoja, hasta que destruyen toda la lámina. La propagación de esta enfermedad se facilita con el contacto entre hojas de plantas enfermas y plantas sanas.

Medidas a tomar para minimizar la enfermedad:

- a) Seleccionar semillas provenientes de plantas sanas.
- b) Desinfección de la semilla con fungicidas a base de cobre.
- c) Evitar altas densidades de población en los plantíos para reducir la capacidad de propagación de la *Xanthomonas*.
- d) Eliminación de plantas voluntarias en los plantíos, ya que son la mayor fuente de propagación de esta enfermedad.

En la foto 1.10 se muestra una planta enferma por lesión marginal foliar.



**Foto 1.10** Enfermedad por lesión marginal foliar

#### **1.2.7.1.2 MANCHA POR ANTRACNOSIS**

Es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* y no se considera de importancia económica en nuestro país. Síntomas: manchas de color marrón rojizo ovalada, sobre hendidas sobre la lámina foliar, con bordes concéntricos.

Esta enfermedad prospera más en zonas con alta humedad relativa y temperaturas bajas. Las estructuras reproductivas del hongo se desarrollan en la lesión y pueden ser transportadas por la lluvia, el viento o insectos. Como medida de precaución, debe destruirse las plantas voluntarias en el plantío u otras plantas de la misma familia de la malanga, que puedan servir como hospederas.

#### **1.2.7.2 ENFERMEDADES FUNGOSAS DE LAS RAÍCES.**

##### **1.2.7.2.1 DESCOMPOSICIÓN SECA DE LAS RAÍCES.**

Esta enfermedad es generada por un complejo de hongos propios del suelo como el *Rhizoctonia solani*, *Phytium* y *Fusarium solani*, los cuales pueden actuar individualmente o en complejo. Invaden los tejidos de las raíces ocasionando

necrosis y descomposición; al quedar la planta sin un sistema de absorción de nutrientes y agua, comienza a manifestar clorosis en las hojas la que avanza hacia los pecíolos. Con el avance de la infección la planta puede morir o afectar su crecimiento; las plantas sobrevivientes a la enfermedad desarrollas escasos y pequeños tubérculos.

Existen diferentes factores que propician la presencia de esta enfermedad, tales como:

- a) Suelos mal drenados y con altos contenido de arcilla.
- b) Uso continuo de las mismas áreas de siembra, sin implementar rotación decultivos.
- c) Semillas de siembra infestadas o de origen desconocido.
- d) Deficiencia marcada de potasio en los suelos.
- e) Presencia en el plantío de plantas voluntarias.

Como se muestra en la figura 1.11 un tubérculo en descomposición.



**Foto 1.11** Descomposición de la malanga.

### **1.2.7.3 ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL TUBERCULO.**

#### **1.2.7.3.1 DESCOMPOSICIÓN DEL TUBÉRCULO.**

Causada por el agente *Sclerotium rolfsii*, hongo del suelo el cual puede ser llevado en los tubérculos cosechados al sitio de almacenamiento. La afectación ocasionada por *Sclerotium* en el tubérculo se presenta como una lesión suave de aspecto acuoso, de color oscuro a marrón.

Para prevenir su daño pueden tomarse las siguientes precauciones:

- a) Uso de semilla sana, que no provenga de campos donde se haya presentado la enfermedad.
- b) Hacer rotación de cultivos.
- c) Desinfección de la semilla con fungicidas de contacto.
- d) Adecuada preparación de suelos afecta la presencia del hongo.
- e) Desinfectar los tubérculos después de lavarlos.
- f) Destrucción de plantas voluntarias en los campos de cultivo.

#### **1.2.7.3.2 DESCOMPOSICIÓN SECA DEL TUBÉRCULO.**

El agente causal es el *Fusarium oxysporum*, hongo del suelo, el cual sobrevive gracias a la presencia de semillas infestadas en los plantíos; se favorece por humedad relativa alta y temperaturas cercanas a los 25 C°. Las lesiones se presentan en forma seca, de color café oscuro y bordes bien definidos.

Para minimizar la descomposición se recomiendan las siguientes precauciones:

- a) Utilizar semillas sanas, libres de esta u otra enfermedad.
- b) No sembrar en suelos arcillosos con mal drenaje.
- c) Rotación de cultivo alternándolo con gramíneas.
- d) Tratar la semilla con fungicidas.
- e) Eliminación de plantas voluntarias.

#### 1.2.7.4 ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TUBÉRCULO.

Hay dos organismos que ocasionan enfermedades en el tubérculo: *Pseudomonas solanacearum* y *Erwinia carotovora*.

Ambas enfermedades se han detectado en centros de acopio y el daño se caracteriza por la penetración de la bacteria al tejido del tubérculo, desorganizándolo y desarrollando una descomposición suave y húmeda, que es además fétida. Las lesiones que ocasionan son de color café oscuro con bordes claros, y llegan a invadir todo el tejido.

Si se usa semilla contaminada con cualquiera de estos organismos, la planta germina sin vigor y tiende a morir, ocasionando una alta reducción de población en el campo. Las bacterias sobreviven en los rastrojos, en el suelo, en plantas voluntarias y su persistencia dependerá del uso de semilla contaminada, igual que al uso de herramientas sin desinfectar al momento de partir el tubérculo central o cepa que se usa como semilla.

Para disminuir el daño causado por estos organismos se recomienda:

- a) Desinfecciones la semilla.
- b) Desinfección de las herramientas.
- c) Selección de plantas sanas como proveedoras de semillas.
- d) Usar la técnica TRAS para obtener semillas sanas.
- e) Eliminar en el sitio de almacenamiento todos los tubérculos que muestren síntomas de bacteriosis.

En la foto 1.12 se muestra como la malanga es atacada por la bacteria.



**Foto 1.12** Enfermedad Bacteriana del tubérculo

#### **1.2.7.5 ATAQUES DE NEMATODOS.**

Daños ocasionados por nematodos en malanga, principalmente del género *Pratylenchus* y *Meloidogyne*. Afectan al sistema radicular y se cree que pueden interactuar con bacterias y hongos. Se han reportado reducciones de hasta un 26% de tubérculos comerciales por efecto de nematodos. Las precauciones que deben tomarse para evitar el ataque de nematodos son:

- a) Usar semillas que no estén contaminadas con nematodos; para ello se debe tomar muestra los suelos y hacer análisis de la presencia de estos organismos en el laboratorio.
- b) Uso de nematicidas en la semilla de siembra.
- c) Rotación de cultivos, usando leguminosas de cobertura.
- d) Eliminación de plantas voluntarias.

En la foto 1.13 se visualiza una nematodo ataca la malanga.



**Foto 1.13** Ataque de nemátodos a la malanga

### **1.2.8 ROTACIÓN DE CULTIVOS**

Si se cultiva continuamente un mismo cultivo aumentarán las enfermedades severas y la pérdida económica a manos de plantas patógena. Para tener éxito se debe remover primero el rastrojo, paja, tallos y cualquier maleza indeseable.

Algunas plantas patógenas tienen una gran variedad de plantas patógenas. Se debe evitar un esquema de rotación que abarque los cultivos que son susceptibles a las mismas enfermedades. Aún cuando se planten tres cultivos diferentes en los años sucesivos, si todas son susceptibles a un patógeno común, una enfermedad severa ocurrirá en la tercera siembra sino en toda.

Pero en el caso de la malanga cualquier cultivo que se siembre después de la cosecha de la misma, se beneficia debido que los suplementos nutritivos que el mismo cultivo genera. Por lo tanto es bueno sembrar yuca, así también se evita que plagas y enfermedades retornen nuevamente en los cultivos de la malanga.

### 1.3 COSECHA DE MALANGA

La cosecha se realiza a los 10 meses de la siembra para la malanga blanca y a los 12 meses para la malanga morada.

Antes de la cosecha es aconsejable visitar a las empacadoras para saber cuándo debe entregar el producto y los requerimientos de calidad exigibles en ese momento por el mercado.

La planta está lista para ser cosechada cuando las hojas inferiores se tornan amarillentas y cuando los cormos se cierran en la parte superior.

Aproximadamente, ocho días antes de sacar los cormos y cormelos del suelo, se procede a eliminar el follaje de la planta. La cosecha se realiza manualmente, halando con fuerza a la mata, se extrae los cormos y cormelos del suelo y luego se clasifica separando los cormelos comerciales de los no comerciales.

Los rendimientos promedio son de 10 toneladas por hectárea, llegando a cosecharse hasta 30 Tm. en condiciones experimentales.

En las fotos 1.14 y 1.15 se muestra el proceso de extracción y las malangas cosechadas respectivamente



**Foto 1.14** Cosecha de Malanga



**Foto 1.15** Malangas cosechadas

#### **1.4 TRANSPORTE DE MALANGA**

Posterior a la cosecha de la malanga, se debe transportar por medio de gavetas que no maltraten el producto puesto que la piel de la malanga es débil en comparación a otros tubérculos, como por ejemplo la yuca. En la foto 1.17 se muestra la manera de apilar la malanga para su transporte.



**Foto 1.17** Transporte de la Malanga

## 1.5 LAVADO DE MALANGA

Este proceso se realiza para eliminar la suciedad, tierra y restos vegetales y disminuir la carga microbiana que las materias primas traen superficialmente. Se pueden utilizar dos métodos: inmersión en agua, también bajo un chorro de agua. La malanga se lava en general en agua fungicida a base de cloro con 100 ppm.

Las cajas son descargadas manualmente. El vaciado al tanque con agua se realiza colocando la caja en la base del tanque para su volcado inmediato al agua.

Debe colocarse un forro de amortiguamiento al montacargas y una almohadilla en el borde del tanque donde se apoya el saco para su vaciado.

El trabajador debe colocar el producto dentro del agua de manera ordenada, evitando la caída repentina de los cormelos; para evitar los daños. En la foto 1.17 se muestra un tanque para el lavado manual de la malanga.



**Foto 1.17** Tanques destinados para el lavado de malanga

## 1.6 CURADO DE MALANGA

La decisión de secar o introducir el producto a un proceso de curado es crítico para su vida útil, ya que dependiendo de esta operación se tiene una malanga cicatrizada o simplemente seco pero con micro heridas. La idea es dejar cicatrizar la malanga y no simplemente exponer al proceso de secado.

Pensando en reducir los costos de un proceso de curado, resulta importante construir una cámara de curado ambiental, se aprovecha las condiciones climáticas de la zona de producción, temperaturas alrededor de los 30°C y humedades entre los 80 y 95%. La malanga debe de estar 4 a 6 días bajo estas condiciones, después se procede a seleccionar y empacar directamente en las cajas de cartón comercial.

## **1.7 SECADO DE MALANGA**

Las malangas no curadas generalmente se dejan secar ambientalmente antes de empacarse, o se usa un secado rápido dentro de un horno de secado a temperaturas de 100°C aproximadamente. Posteriormente se empacan en cajas de cartón.

## **1.8 CLASIFICADO DE MALANGA**

La malanga se clasifica en tres categorías de calidad:

- Extra: No tiene defectos, salvo superficiales muy leves que no afectan su aspecto general, calidad, estado de conservación y presentación.
- Primera: Defectos leves (cicatrización que no supere el 25% y áreas raspadas que no superen el 20%).
- Segunda: Se permiten los defectos siempre y cuando no afecten su aspecto general.

En ninguno de los casos los defectos pueden ser de la pulpa. En las fotos 1.18 y 1.19 se muestran la primera y segunda clase de malanga respectivamente.



**Foto 1.18** Malanga de primera clase.



**Foto 1.19** Malanga de segunda clase.

## **1.9 EXPORTACIÓN DE LA MALANGA**

La exportación de la malanga viene en auge. Se muestra en la tabla 1.6 el crecimiento en las exportaciones.

**Tabla 1.6 Exportación de malanga del Ecuador**

<b>Exportación de Malanga del Ecuador</b>	
<b>Año</b>	<b>Kg</b>
1995	28273
1996	37454
1997	92179
1998	89997
1999	295087
2000	998033
2001	3224607
2002	349189

**Fuente:** <http://www.buenastareas.com/ensayos/Produccion-De-Malanga/354540.html>

**Elaborado:** Edwin Freire/Felipe Román

Nota: en el año 2002 solo se toma en cuenta las exportaciones hasta el mes de marzo.

### 1.9.1 DESTINOS DE EXPORTACIÓN

Los principales destinos de exportación de malanga ecuatoriana actualmente son:

**Tabla 1.7 Destinos principales de exportación**

<b>DESTINO DE EXPORTACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
ESTADOS UNIDOS	90%
CUBA	8%
CONSUMO LOCAL	2%

**Fuente:** Banco Central del Ecuador.

**Elaborado:** Edwin Freire/Felipe Román.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE CAMPO**

Una vez concluida la breve descripción del producto, para poder encontrar los distintos parámetros que involucran la construcción de la lavadora se debe realizar un estudio de campo, el cual se detalla a continuación en los siguientes ítems.

#### **2.1 ASPECTOS TÉCNICOS DEL LAVADO MANUAL**

Para realizar el diseño de la lavadora de malanga, tema presente del proyecto se deben establecer sus parámetros de diseño. Para lo cual es necesario realizar un estudio agronómico y agroecológico de campo para reconocer entre otros aspectos el proceso adecuado de lavado de malanga, los tipos de malanga que se exportan, la calidad que exigen los mercados internacionales y las dimensiones que debe de cubrir este tubérculo.

Del capítulo anterior se obtienen algunos parámetros de diseño que se complementan con la capacidad solicitada para el presente prototipo.

##### **2.1.1 LAVADO MANUAL DE LA MALANGA**

Con unas breves entrevistas realizadas a varios productores de malanga en la parroquia Riobambeños de Chilimpe, en el Cantón Santo Domingo de los Tsáchilas, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, aseguran que la malanga una vez retirada de la tierra permanece aproximadamente 2 días expuestas a la intemperie. Este tiempo es requerido para poder reunir toda la cantidad de malanga que se va a entregar al centro de acopio.

Reunida toda la cosecha del terreno, se coloca en tanques inmensos y llenos de agua, donde con la utilización de mano de obra y guantes se procede a retirar toda la

tierra que el producto posee; ésta forma de lavado es muy costosa debido a la utilización de personal extra, incluyendo gastos por servicio de agua.

## **2.2 ESTUDIO DE LAS RESTRICCIONES**

Para el estudio de las restricciones del medio se toma en cuenta factores como:

### **2.2.1 TIEMPO**

El tiempo aproximado del proceso de lavado de la malanga varía dependiendo de la cantidad de malanga que esté lista para su limpieza, así como de las personas que se destinen para realizar el mismo. Por lo tanto la maquina a diseñar debe de ser capaz de lavar 2000 kg por hora, puesto que el requerimiento del centro de acopio es dicho valor y además se debe tratar de reducir costos y tiempos muertos en el proceso.

### **2.2.2 MANTENIMIENTO**

La fácil limpieza de la máquina debe de estar presente debido a la reducción en el costo del mantenimiento además se debe de considerar la región donde va a ser colocada la máquina para este caso la mayor producción, la fácil accesibilidad y reducción de costos de transportación, será en la región Costa específicamente en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en la cual la humedad es alta ocasionando problemas de corrosión y desgaste en los materiales.

### **2.2.3 COSTO**

La justificación debe de observarse puesto que la reducción de personal y el conseguir un lavado en el menor tiempo posible, mejorando también la calidad de producto que se entrega a diferencia del proceso manual.

#### **2.2.4 TECNOLOGÍA**

Los elementos a utilizar no deben ser muy sofisticados estos deben estar disponibles en el mercado local y que no incurran gastos excesivos, además la operación de la máquina debe ser simple.

#### **2.2.5 HUMANO**

No se necesita personal preparado para el uso de la maquinaria se debe asignar un máximo de dos operarios los mismos que han de colocar el producto en la máquina.

### **2.3 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO**

Se consideran las especificaciones del producto porque son un parámetro técnico y funcional de la máquina, necesariamente para la parte del diseño.

#### **2.3.1 PARÁMETROS FUNCIONALES**

Son las condiciones y restricciones bajo las cuales se desempeña la máquina y son los siguientes:

- a) Tamaño y peso por unidad.- Debido a que el producto, la malanga, es netamente de exportación los estándares y exigencias de calidad son prioritarios para su debida exportación.

En la tabla 2.1 se muestra las características y condiciones de exportación.

**Tabla 2.1 Características y condiciones de exportación.**

CARACTERÍSTICAS	CONDICIONES DEL MERCADO INTERNACIONAL
Largo	Entre 15 a 60 cm
Peso	0.5 a 1.5 Kg
Peso total de la caja	40 lb. por caja

Fuente: *Cámara de Comercio*

Elaborado por: *Edwin Freire / Felipe Román*

En las fotografía 2.1 se observa la longitud promedio de la malanga que se tiene para la exportación de las mismas.



**Foto 2.1** Medición de Malangas de exportación

- b) Ambiente de Trabajo.- Debido a que en el cantón Santo Domingo de los Tsáchilas de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se da la mayor producción de malanga se procede a establecer las condiciones de trabajo. En la Tabla 2.2 se presenta las condiciones de trabajo.

**Tabla 2.2 Condiciones de Trabajo**

<b>CONDICIONES DE TRABAJO</b>	
<b>ALTITUD</b>	655 m.s.n.m
<b>CLIMA</b>	Lluviosa Subtropical
<b>TEMPERATURA</b>	21 -38° C
<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	86%

**Fuente:** *www.inamhoi.gov.ec*

**Elaborado:** *Edwin Freire/Felipe Román*

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS Y PROTOCOLO DE PRUEBAS**

Establecidos los parámetros fundamentales que se deben tomar en cuenta para el diseño, se procede a elaborar las alternativas y a su vez, se selecciona la que presenta mayor número de beneficios y que satisface la necesidad expuesta en el estudio de campo.

#### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad el proceso de lavado de la malanga en el Ecuador se lo realiza manualmente, el mismo que ocupa mucho tiempo, no entregar una calidad aceptable y aumento de costos; gracias a la introducción de un proceso mecánico, estos parámetros mejoran sustancialmente.

Para solucionar las dificultades del pequeño y mediano agricultor con el presente proyecto se pretende ayudar a satisfacer todas las necesidades e inconvenientes que el proceso de lavado manual conlleva.

#### **3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO**

Para el diseño de la lavadora de malanga se debe de establecer los parámetros que debe de cumplir dicho diseño, con la finalidad que la máquina propuesta satisfaga las necesidades que se desea cubrir.

Un aspecto importante que cabe mencionar es que la máquina a diseñarse solo para realizar el lavado; la parte de secado, curado y clasificado no es parte de este diseño. Ésta máquina se diseña con el propósito de obtener una máquina lavadora económica que esté al alcance del pequeño y mediano agricultor.

Los parámetros se basan en un pedido de un sector de agricultores que requieren una lavadora con una capacidad de 2000Kg/h. Los parámetros adicionales para el diseño son el peso de la malanga y tamaño de la misma, obteniéndose en el estudio de campo los siguientes parámetros:

- Capacidad e la lavadora de malanga: 2000Kg/h
- Variedad: Malanga Blanca
- El largo promedio de una malanga para exportación: se encuentra entre los 15 a los 60 cm.
- El diámetro promedio de una malanga para exportación: no ejerce influencia el grosor del producto.
- Peso promedio de una malanga para exportación: es de 0.75 a 1.5 kg

Se debe tener en cuenta el tiempo entre cosecha y lavado que varía desde un día hasta los cuatro días; debido a que las impurezas a remover se vuelven compactas, tales como se anota en el capítulo anterior, datos importantes que no deben de obviarse al momento de realizar el correspondiente diseño.

Además se debe tener en cuenta que la máquina no debe dañar la protección que presenta la malanga.

### **3.3 PARÁMETROS FUNCIONALES**

La máquina a diseñarse debe satisfacer las necesidades que se desea cubrir, por lo cual la lavadora de malanga debe cumplir los requisitos funcionales para la cual es diseñada.

Los principales parámetros funcionales son los siguientes:

- La máquina debe lavar malanga en un proceso continuo.
- La máquina debe de ser de fácil operación, montaje y desmontaje y que el mantenimiento de las partes se realice con facilidad y rapidez.

- Los materiales y elementos normalizados que se requieren para este diseño, deben ser fácilmente encontrados en el mercado.
- La presión máxima permisible de los chorros de aspersion debe de ser de 45 psi, si se supera está presión se daña la capa que protege la malanga.
- La velocidad máxima de salida debe de ser de 20 rpm, si se sobrepasa este valor no se obtiene un buen lavado quedando impurezas y disminuyendo la calidad del producto.
- Debido a que la malanga es un alimento de exportación a países que sus normas son rigurosas, los materiales de diseño se escogen de acuerdo a estándares establecidas para alimentos.

### **3.4 ALTERNATIVAS DE DISEÑO**

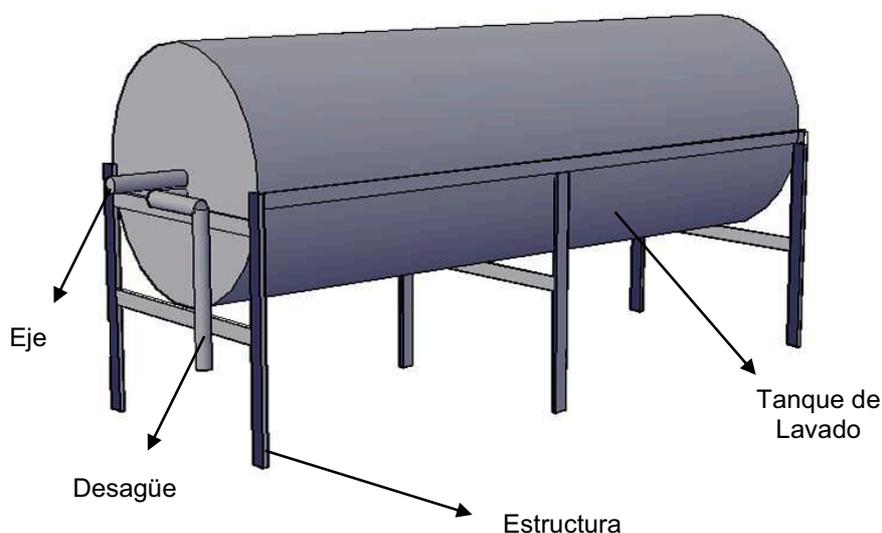
Actualmente no se dispone de muchas máquinas lavadoras de productos agrícolas por lo que a continuación se presenta algunas ideas originadas en el campo basadas en los parámetros de diseño y requisitos funcionales propuestos por los productores.

#### **3.4.1 ALTERNATIVA N°1**

##### **LAVADORA TIPO CILINDRO**

La lavadora de malanga tipo Cilindro dispone de una carcasa horizontal, en la parte exterior se encuentran los aspersores que deben de entregar una presión de 45 psi máxima de salida, en la parte interior se encuentran ejes cubiertos de policloruro de vinilo que giran alrededor del cilindro (tipo carrusel), con este mecanismo y las duchas de aspersion se realiza la operación de lavado para posteriormente evacuarlo y secar el producto.

En las figura 3.1 se muestra un esquema de las partes básicas que conforman la lavadora tipo cilindro



**Figura 3.1** Lavadora tipo cilindro

### 3.4.1.1 PARTES DE LA LAVADORA TIPO CILINDRO

- **TOLVA:** La malanga se descarga en una tolvas, en esta se realiza la recepción de productos. En la tolva se encuentran un elevador a rodillos, el mismo que distribuye al tanque el producto a lavarse.
- **DUCHAS DE ASPERSION:** Consiste en un sistema de duchas de agua que debido a la presión de 45 psi exigidas en el estudio de campo debe lavar todas impurezas y elementos que no son aceptados en el producto para la exportación.
- **EJES:** Son ejes simples que están recubiertos de policloruro de vinilo (PVC) girando alrededor del cilindro.
- **CAÑERÍAS Y PICOS ASPERSORES:** La lavadora dispone de una cañería y picos aspersores los cuales generan un profundo lavado.
- **TANQUE:** El mismo que sirve para cubrir los ejes, los mismos que se encuentran en el interior formando un cilindro interno.

- **MESA O ESTRUCTURA:** Esta lavadora consta de una mesa que sirve como estructura para soportar al tanque y a los ejes giratorios. En esta también se encuentra fijado el sistema de control.
- **MOTOREDUCTOR:** Es el encargado de girar los ejes y también en el interior del cilindro.
- **SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO:** Esta lavadora consta de un tablero eléctrico encargado de variar la velocidad de rotación.

#### 3.4.1.2 VENTAJAS

- Los productos que entrega esta lavadora son de buena calidad
- La máquina por tener dispositivos electrónicos tiene una buena eficiencia.
- El equipo permite trabajar con rapidez.

#### 3.4.1.3 DESVENTAJAS

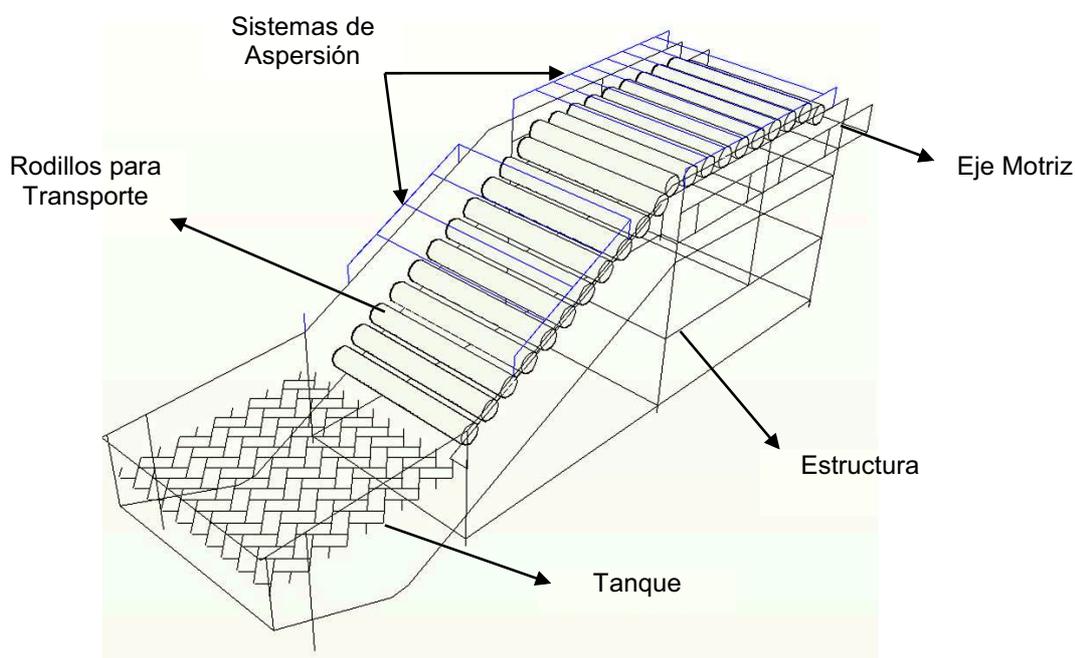
- No trabaja de manera continua.
- Por tener superficies cerradas la construcción presenta dificultades de montaje y de mantenimiento.
- Se originan daños por la fricción en la corteza de la malanga si el tiempo de lavado es mayor que el requerido.
- Por los dispositivos automáticos que posee, es de difícil manipulación para personas que no estén familiarizadas con el equipo.
- Su costo es alto por los elementos que posee.

### 3.4.2 ALTERNATIVA 2

#### LAVADORA DE RODILLOS HORIZONTALES

La lavadora de malanga tipo rodillos horizontales posee una tolva para la recepción del producto, que por medio de la utilización de una banda transportadora con ejes recubiertos con polícloruro de vinilo se traslada al producto hacia un sistema de aspersores previos, aquí el producto es remojado previamente con el fin de remover la tierra, siguiendo con el sistema de traslado al producto nuevamente se lo hace ingresar en un sistema de duchas de aspersión a una determinada presión, aquí se completa la fase de lavado, evacuando todo el producto para su posterior secado.

En la Figura 3.2 se observa el diseño final de la lavadora de rodillos horizontales.



**Gráfico 3.2** Lavadora de rodillos horizontales.

### 3.4.2.1 PARTES

**MESA O ESTRUCTURA:** Esta lavadora consta de una mesa que sirve como estructura para soportar al tanque, la banda transportadora, los ejes giratorios y al producto.

**MOTOREDUCTOR:** Es el encargado de girar los ejes para el traslado del producto.

**TANQUE DE LAVADO:** La malanga se descarga en dicho tanque de lavado en el que se realiza la recepción de productos. En el tanque se encuentran un elevador de rodillos, el mismo que distribuye al tanque el producto a lavarse.

**DUCHAS DE ASPERSION:** Consiste en un sistema de duchas de agua que debido a la presión de 40 psi exigidas en el estudio de campo debe lavar todas impurezas y elementos que no son aceptados en el producto para la exportación.

**EJES:** Son ejes simples que están recubiertos de policloruro de vinilo (PVC) girando alrededor del cilindro.

**CAÑERÍAS Y PICOS ASPERSORES:** La lavadora dispone de una cañería y picos aspersores los cuales generan un profundo lavado.

### 3.4.2.2 VENTAJAS

- Desprenden toda la suciedad del producto, ya que por el remojo previo al lavado y el proceso en si entregan un producto con estándares de calidad adecuados.
- El producto no es maltratado y sale listo para el secado.
- La máquina es de fácil mantenimiento y de construcción.
- Las impurezas se descantan por la gravedad.
- La rapidez de lavado es mejor en comparación con el otro método, debido a que se optimiza.

### 3.4.2.3 DESVENTAJAS

- La dimensión de la máquina es mayor, ocupando mayor espacio físico.
- Debido al uso de los aspersores es necesario un constante control, puesto que éstos tienden a obstruirse.
- Se debe tener cuidado con la alineación de los sistemas de transmisión.

## 3.5 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

La selección de la máquina lavadora, se realiza bajo la guía en las diferentes ventajas y desventajas de cada alternativa, considerando cuál es la lavadora que cumple con las exigencias de este diseño y los requerimientos que se necesitan cumplir para satisfacer con las necesidades del pequeño agricultor.

Entre los criterios que más importancia van a presentarse. Se muestra en la Tabla 3.1, indicándose también con su respectiva valoración.

**Tabla 3.1 Criterios de comparación y códigos de equivalencia**

CRITERIO DE COMPARACIÓN	DESIGNACIÓN	CÓDIGO DE EQUIVALENCIA		
		10	5	1
Facilidad de montaje y desmontaje.	<b>A</b>	Fácil	Normal	Difícil
Facilidad de construcción.	<b>B</b>	Fácil	Normal	Difícil
Facilidad de Mantenimiento.	<b>C</b>	Fácil	-----	Difícil
Calidad de Lavado	<b>D</b>	Bien Lavado	Normal	Mal Lavado
Rapidez de Lavado	<b>E</b>	Rápido	Normal	Lento
Peso	<b>F</b>	Liviana	Normal	Pesada
Tamaño	<b>G</b>	Pequeña	Normal	Grande
Costo	<b>H</b>	Económica	Normal	Costosa

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

Para la evaluación de la mejor alternativa se basa en la Tabla 3.2 que sirve de ayuda con la valoración del sistema, consta en multiplicar el factor de ponderación que depende de la importancia y la factibilidad que se le asigne entre el valor de 1 a 5 por el peso de cada parámetro o criterio de comparación. En la Tabla 3.2 se muestra la valoración del sistema:

**Tabla 3.2 Valoración del sistema**

CRITERIO DE COMPARACIÓN	FACTOR DE PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN		RESULTADO	
		ALTER. 1	ALTER. 2	ALTER 1	ALTER 2
A	2	5	5	10	10
B	4	1	10	4	40
C	3	5	10	30	50
D	3	5	10	15	30
E	2	1	10	2	20
F	1	5	5	5	5
G	1	10	5	5	10
H	5	1	5	1	25
<b>TOTAL</b>				72	190
<b>ORDEN DE PREFERENCIA</b>				SEGUNDA	PRIMERA

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

Con los datos ingresados y el análisis adecuado se llega a la conclusión, que la alternativa que se selecciona para el diseño de la lavadora de malanga es la ALTERNATIVA 2: Lavadora de Rodillos Horizontales.

### 3.6 PROTOCOLO DE PRUEBAS

Para la construcción de la lavadora de malanga, se la debe de someter a una serie de pruebas que comprueben su funcionamiento. Para esto se utiliza un protocolo de pruebas que consideran aspectos tales como:

- Control de dimensiones.
- Pruebas de funcionamiento en vacío.
- Pruebas de funcionamiento con carga.
- Capacidad.
- Velocidad de lavado.
- Inspección visual de juntas empernadas.

### 3.6.1 CONTROL DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES

Una vez construida la máquina lavadora de malanga se debe de comparar con las dimensiones de la lavadora diseñada, siendo estas aceptadas o rechazadas como se indica en la Tabla 3.3

**Tabla 3.3 Control de las dimensiones principales**

DIMENSIONES PRINCIPALES				
DIMENSIONES	DISEÑO	PROTOTIPO	ACEPTACIÓN	
			SI	NO
Largo total (mm)				
Ancho total (mm)				
Altura total (mm)				

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** *Edwin Freire / Felipe Román*

### 3.6.2 VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE FUNCIONAMIENTO

Por la importancia del funcionamiento de la lavadora se debe verificar que los componentes sean probados antes de iniciar su trabajo.

En la Tabla 3.4 se muestra la verificación de los componentes de funcionamiento.

**Tabla 3.4 Verificación de los componentes de funcionamiento**

VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE FUNCIONAMIENTO			
ELEMENTOS	CONDICIÓN		
	BUENA	REGULAR	MALA
Motoreductor			
Banda de transportación			
Sistema de Aspersores			

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** *Edwin Freire / Felipe Román*

### 3.6.3 TRABAJO EN VACÍO DE LA LAVADORA DE MALANGA

En esta prueba solo se verifica el funcionamiento adecuado de los componentes principales de la lavadora sin carga durante un tiempo predeterminado. En la Tabla 3.5 se indica la prueba de campo para trabajo en vacío:

**Tabla 3.5 Trabajo en vacío de la lavadora de malanga**

TIEMPO (min)	SISTEMA O ELEMENTOS					
	MOTOREDUCTOR		BANDA TRANSPORTADORA		SISTEMA DE ASPERSORES	
	FALLA	NO FALLA	FALLA	NO FALLA	FALLA	NO FALLA
10						
20						
30						
40						
50						
60						

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** *Edwin Freire / Felipe Román*

### 3.6.4 TRABAJO CON CARGA DE LA LAVADORA DE MALANGA

Esta es la prueba final que se realiza a la lavadora, aquí se verifica la capacidad y la calidad de lavado del producto. En la Tabla 3.6 se muestra la prueba de campo del trabajo con carga:

**Tabla 3.6 Trabajo con carga de la lavadora de malanga**

LAVADORA DE MALANGA			
TIEMPO (min)	CAPACIDAD DE LAVADO (kg/min)	CALIDAD DE LAVADO	
		BUENA	MALA
10			
20			
30			
40			
50			
60			

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** *Edwin Freire / Felipe Román*

El formato del protocolo de pruebas para este prototipo se muestra en el ANEXO I.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE LA LAVADORA**

Una vez terminada la selección de la alternativa, se realiza el diseño de las diferentes partes que consta dicha propuesta.

#### **4.1 SELECCIÓN DE ASPERSORES Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ASPERSIÓN**

##### **4.1.1 GENERALIDADES DE LOS ASPERSORES**

Las boquillas de aspersion están diseñadas para funcionar bajo muchas y diferentes condiciones de aspersion dependiendo de las necesidades que tengan que satisfacer.

Los parámetros principales que rigen son el tipo de aspersion, la presión a la que se va a encontrar sometido y el ángulo del abanico de aspersion. Es probable que haya más de una boquilla de aspersion que pueda satisfacer las necesidades.

##### **4.1.2 TIPOS DE ASPERSORES**

A continuación se dan las características de aspersion con los criterios que permite evaluar cada boquilla de aspersion para conseguir el funcionamiento más eficaz de la aspersion en cada aplicación individualmente.

###### **4.1.2.1 CONO HUECO**

El modelo de aspersion de cono hueco es esencialmente una corona circular de líquido. Este modelo se forma generalmente utilizando una entrada tangencial a la cámara de turbulencia o por una aleta interna colocada inmediatamente detrás del orificio. Se origina una turbulencia del líquido que forma un cono hueco a la salida del orificio.



**Gráfico 4.1** Aspersor tipo cono hueco

**Fuente:** <http://www.spray.com.mx/techhelp/tutorials/basics.asp.htm>

#### 4.1.2.2 CONO LLENO

El modelo de aspersión de cono lleno tiene una cobertura redonda, cuadrada u ovalada, llena totalmente de pequeñas gotas. Este modelo de aspersión se forma normalmente utilizando una aleta interna que causa una turbulencia controlada en el líquido antes de salir por el orificio. La cobertura de cono lleno se puede conseguir también con un tamaño de gota más pequeño usando un conjunto de atomización o con boquillas de atomización fina.



**Gráfico 4.2** Aspersor tipo cono lleno

**Fuente:** <http://www.spray.com.mx/techhelp/tutorials/basics.asp.htm>

#### 4.1.2.3 CHORRO SÓLIDO

El modelo de aspersión de chorro sólido está formado básicamente por una corriente uniforme que sale por un orificio cilíndrico. Sin embargo, las nuevas boquillas de chorro sólido se han mejorado mediante dimensiones y contornos adecuados en la cámara de entrada, por encima del orificio de estabilización del chorro. Estas

boquillas proporcionan una prolongada estabilidad del chorro sólido y retrasan el comienzo de la dispersión y de la formación de gotas después de salir por el orificio de la boquilla.



**Gráfico 4.3** Aspersor tipo chorro sólido.

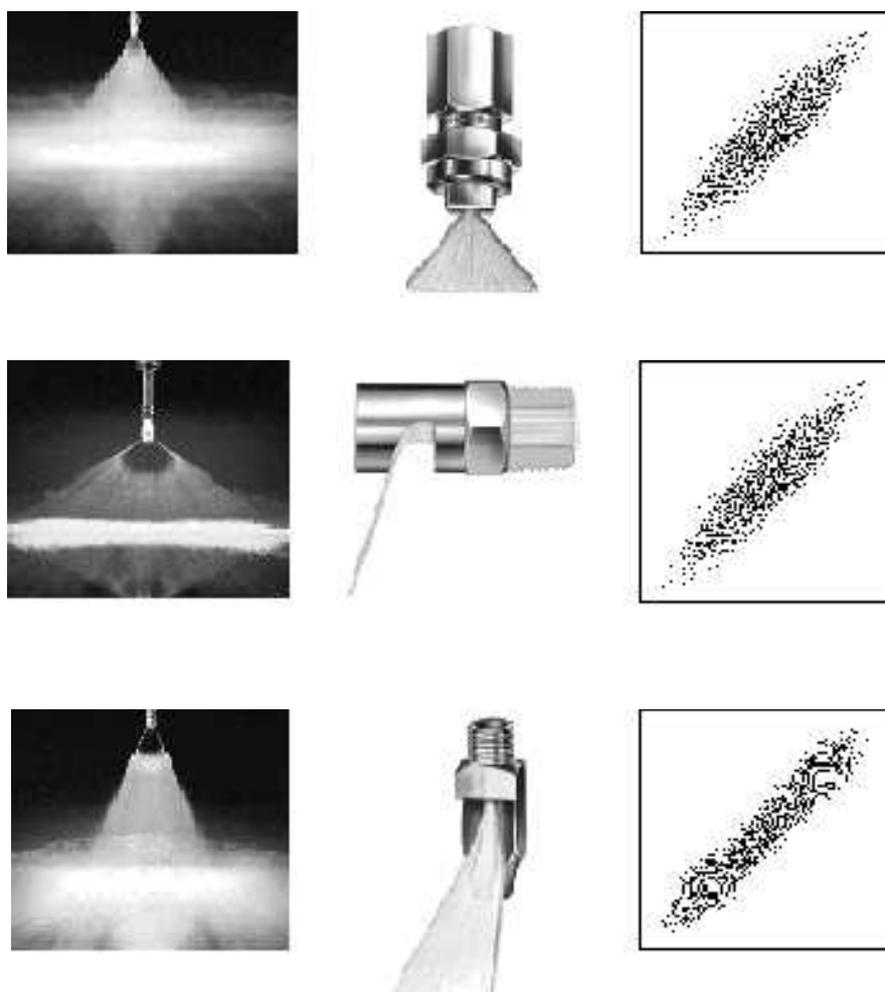
**Fuente:** <http://www.spray.com.mx/techhelp/tutorials/basics.asp.htm>

#### 4.1.2.4 ASPERSIÓN PLANA

En el diseño con orificio elíptico, el eje del chorro plano es una continuación del eje de conexión de entrada. En el diseño con deflector la superficie de deflexión desvía el chorro respecto al eje de la conexión de entrada. Las boquillas de aspersión con orificio elíptico producen normalmente modelos de aspersión plana con bordes acusados. Esta característica es útil para establecer modelos de solape entre aspersiones adyacentes en un colector con varias boquillas. Así se logra una distribución uniforme en toda la superficie asperjada.

El modelo de aspersión plana distribuye el líquido en forma de abanico o en forma de lámina. El modelo de aspersión plana se consigue por medio de un orificio elíptico o por un orificio redondo tangencial a una superficie deflectora.

Las boquillas de aspersión plana con bordes no ahusados o uniformes se usan normalmente en aplicaciones de limpieza que requieren un impacto uniforme en toda la anchura de aspersión sin solapamiento de las aspersiones.



**Gráfico 4.4** Aspersores planos

**Fuente:** <http://www.spray.com.mx/techhelp/tutorials/basics.asp.htm>

#### 4.1.2.5 ASPERSIÓN FINA

Estas boquillas de baja capacidad producen un modelo de aspersión de cono hueco. Sin embargo, dado que las gotas de aspersión son muy pequeñas, el modelo de aspersión es afectado por la fricción y las corrientes de aire y no se mantiene en largas distancias. A una distancia de la boquilla de varios decímetros, dependiendo de la presión y de la capacidad de la boquilla, el modelo de aspersión fina de cono hueco desaparece según se quedan las gotas suspendidas en el aire. Este mismo

funcionamiento general lo proporcionan las boquillas usadas para aplicaciones de secado por aspersión a presiones de 1000 psi (70 bar) o mayores.

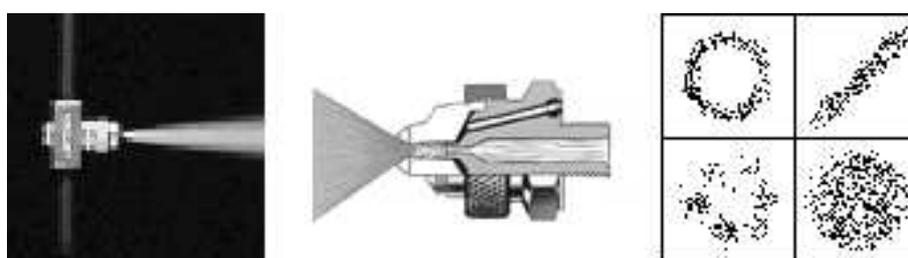


**Gráfico 4.5** Aspersor fino

**Fuente:** <http://www.spray.com.mx/techhelp/tutorials/basics.asp.htm>

#### 4.1.2.6 ASPERSORES NEUMÁTICOS.

Las boquillas de aspersión neumáticas proporcionan el grado más fino de aspersión para una capacidad y presión dadas. Se pueden usar con distintos modelos de aspersión: redonda, redonda de ángulo ancho, redonda de 360° o plana. El modelo de aspersión se mantiene solamente en tanto que se mantiene la velocidad del chorro atomizado. Cuando la velocidad disminuye, las gotas de aspersión pueden evaporarse por completo, dependiendo de su tamaño, tiempo de exposición, humedad relativa y otras condiciones ambientales.



**Gráfico 4.6** Aspersores neumáticos

**Fuente:** <http://www.spray.com.mx/techhelp/tutorials/basics.asp.htm>

### 4.1.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE ASPERSOR

Tomando en cuenta las características geométricas del producto a ser lavado (malanga), el rango de presión al que necesita ser sometida para que el proceso sea aceptado, el tipo de aspersor seleccionado es el de tipo aspersión plana cuyas características técnicas se encuentran detalladas en el ANEXO II.

### 4.1.4 ENSAYOS DE LAVADO

Los ensayos de lavado se realizaron con la boquilla de aspersión plana seleccionada previamente. Se realizaron diferentes pruebas de campo variando las presiones a las que se le sometía a la malanga obteniendo diferentes resultados.

#### 4.1.4.1 BOQUILLA DE ASPERSIÓN PLANA A 20 PSI

Haciendo un análisis de apariencia de la malanga al final del lavado, los resultados son los siguientes:

La foto 4.1 muestra el lavado de la malanga a una presión de 20 psi.



**Foto 4.1** Malanga lavada a 20 psi de presión.

En la Tabla 4.1 se muestran los resultados para un lavado a 20 psi de presión:

**Tabla 4.1 Resultado del lavado de malanga a 20 psi**

<b>Presión de lavado 20 psi</b>	
<b>Apariencia</b>	<b>Descripción después de lavado</b>
Limpieza en general	Regular
Presencia de lodo	En pocas cantidades
Lastimaduras en el tubérculo	No presenta
Rastros de tierra en hendiduras	Considerable

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** *Edwin Freire / Felipe Román*

#### 4.1.4.2 BOQUILLA DE ASPERSIÓN PLANA A 40 PSI

La foto 4.2 presenta el análisis de apariencia después del lavado a 40 psi:



**Foto 4.2** Malanga lavada a 40 psi

En la Tabla 4.2 se muestran los resultados para un lavado a 40 psi de presión:

**Tabla 4.2 Resultado del lavado de malanga a 40 psi**

Presión de lavado 40 psi	
Apariencia	Descripción después de lavado
Limpieza en general	Buena
Presencia de lodo	No presenta
Lastimaduras en el tubérculo	No presenta
Rastros de tierra en hendiduras	Mínimas cantidades

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** *Edwin Freire / Felipe Román*

#### 4.1.4.3 BOQUILLA DE ASPERSIÓN PLANA A 60 PSI

La foto 4.3 muestra la malanga lavada a una presión de 60 psi.



**Foto 4.3** Malanga lavada a 60 psi

En la Tabla 4.3 se muestran los resultados para un lavado a 60 psi de presión:

**Tabla 4.3 Resultado del lavado de malanga a 60 psi**

<b>Presión de lavado 60 psi</b>	
<b>Apariencia</b>	<b>Descripción después de lavado</b>
Limpieza en general	Buena
Presencia de lodo	No presenta
Lastimaduras en el tubérculo	Un gran porcentaje
Rastros de tierra en hendiduras	Prácticamente nulo

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** *Edwin Freire / Felipe Román*

#### **4.1.5 SISTEMA DE ASPERSIÓN**

Considerando que la óptima presión de lavado es de 40 psi, se procede a diseñar la estructura y geometría de los sistemas de aspersión basándose en la justificación de las velocidades recomendadas.

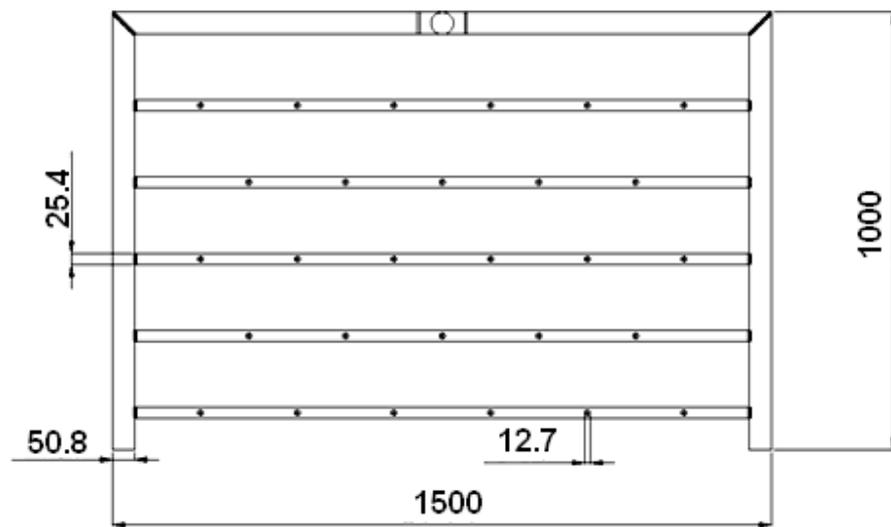
##### **4.1.5.1 PRIMER SISTEMA DE ASPERSIÓN**

En éste sistema de aspersión se logra sacar la mayor cantidad de tierra que se encuentra impregnada en la malanga, especialmente la que se encuentra entre las hendiduras, por lo que se necesita mayor velocidad de salida en la boquilla de aspersión del agua con la que impacta a dicho tubérculo.

Con las especificaciones técnicas de los aspersores se garantiza que se cubre en su totalidad la longitud a ser lavada.

Se toma muy en cuenta la presión a la que debe salir debe ser la más aproximada a 40 psi para no dañar el producto.

En la figura 4.1 se representa el primer sistema de aspersión.



**Figura 4.1** Sistema de aspersión 1

Como se conoce la velocidad y la presión de trabajo de los aspersores, entonces se tiene que:

$$Q = 10 \text{ Gals}/\text{min}$$

$$Q = 0.038 \text{ m}^3/\text{min} = 6.31 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$P = 40 \text{ psi}$$

Como el caudal es constante y la velocidad recomendada en una tubería es de 1m/s a 2 m/s se tiene que la velocidad en la tubería de 1" es:

$$V = \frac{Q}{A}$$

**[4-1]**

Donde:

$V$  → Velocidad del fluido.

$Q$  → Caudal del fluido.

$A$  → Área del tubo.

$$V = \frac{6.31 * 10^{-4} m^3 / seg}{5.07 * 10^{-4} m^2} = 1.25 \frac{m}{seg}$$

Con un análisis similar al anterior cálculo se obtiene la velocidad que se tiene en la tubería de 51 mm”:

$$V = \frac{6.31 * 10^{-4} m^3 / seg}{2.03 * 10^{-3} m^2} = 0.31 \frac{m}{seg}$$

La velocidad que se tiene en las dos tuberías de diferentes diámetros se encuentra en el rango aceptable de velocidades, por lo tanto, se calcula la potencia de la bomba que es:

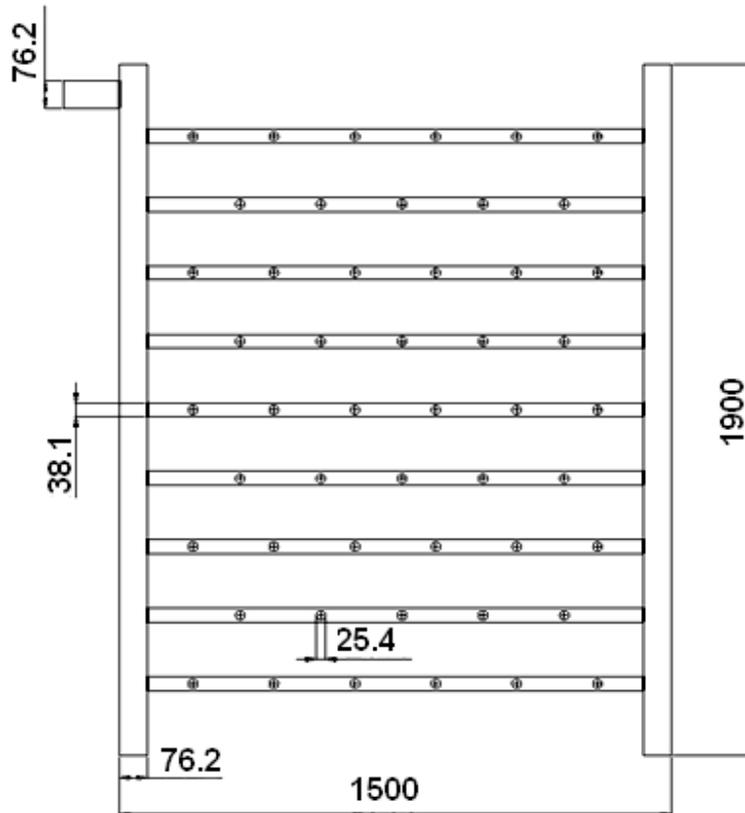
$$Potencia(HP) = \frac{Presión (PSI) * CAUDAL (GPM)}{1714}$$

**[4-2]**

$$Potencia(HP) = \frac{40 \text{ psi} * 10 \text{ GMP}}{1714} = 0.23 \text{ HP}$$

#### 4.1.5.2 SEGUNDO SISTEMA DE ASPERSIÓN

Con un análisis similar al primer sistema de aspersión, la figura 4.2 representa el segundo sistema de aspersión.



**Figura 4.2** Sistema de aspersión 2

Con las ecuaciones [4-1] y [4-2], un análisis similar al del sistema de aspersión 1, se calcula la velocidad y la potencia que se requieren en el sistema de aspersión 2.

Para la tubería de 1 ½" se tiene:

$$V = \frac{6.31 * 10^{-4} m^3 / seg}{1.14 * 10^{-3} m^2} = 0.55 \frac{m}{seg}$$

Para la tubería de 3" se tiene:

$$V = \frac{6.31 * 10^{-4} m^3 / seg}{4.56 * 10^{-3} m^2} = 0.14 \frac{m}{seg}$$

Para la potencia de la bomba se tiene:

$$Potencia(HP) = \frac{40 \text{ psi} * 10 \text{ GMP}}{1714} = 0.23 \text{ HP}$$

Tomando en cuenta que existen diversas bombas con similares características y considerando que la potencia de la bomba tanto para el sistema de aspersión 1 y el sistema de aspersión 2 es la misma, se selecciona una bomba centrífuga de 0.25 HP el mismo que alimenta a los dos sistemas cuyas características se detallan en el ANEXO III.

#### **4.1.5.3 DISEÑO Y SELECCIÓN DE PERNOS DE SUJECCIÓN PARA LOS SISTEMA DE ASPERSIÓN.**

Para éste análisis se considerando el peso de la tubería (ANEXO IV), accesorios y el peso del agua del segundo sistema de aspersión, ya que su peso es mayor al primer sistema, por lo tanto los pernos diseñados para el segundo sistema se tomara también para el primer se tiene que:

$$Pt = 150 \text{ kg} = 1471.5N$$

Como se encuentra soportado por cuatro apoyos y en cada apoyo se tiene dos pernos entonces el peso que soporta cada perno es:

$$P = 184 \text{ N}$$

Entonces para el perno M5\*0.8 4.6:

- Clase: métrica.
- Denominación: 4.6.
- Cantidad: 16
- Sp (resistencia a la carga de prueba):225E6 Pa

- Diámetro: 5 mm.
- Longitud: 55 mm.
- Área transversal: 14.2mm<sup>2</sup>.
- Paso: 0.8 mm.

#### 4.1.5.3.1 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD.

$$k_b = \frac{A_t * E}{l}$$

[4-3]

Donde:

$A_t$  → Área transversal.

$E$  → Módulo de elasticidad: 207GPa.

$l$  → Longitud.

Entonces:

$$k_b = 53.44 \text{ MN/m}$$

Se tiene que:

$$k_m = \frac{0.577 * \pi * E * d}{2 * \ln \left( 5 * \frac{0.577 * l + 0.5 * d}{0.577 * l + 2.5 * d} \right)}$$

[4-4]

Donde:

$d$  → Diámetro.

Calculando  $k_m$ :

$$k_m = 693.24 \text{ MN/m}$$

Ahora:

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

[4-5]

$$C = 0.071$$

Se halla  $\varphi$ :

$$\varphi = 0.75 * S_p * A_t$$

[4-6]

$$\varphi = 2396.25 \text{ N}$$

Se halla  $T$ :

$$T = K * \varphi * d$$

[4-7]

Donde:

K  $\longrightarrow$  Constante = 0.2.

$$T = 2.4 \text{ N} * m$$

Se calcula  $\xi_1$  y  $\xi_2$ :

$$\xi_1 = \frac{T}{K * d * S_p * A_t}$$

[4-8]

$$\xi_1 = 0.75$$

$$\xi_2 = \xi_1 + \frac{C * m * P}{S_p * A_t}$$

**[4-9]**

Donde:

m → Multiplicador que representa la relación de la presión hidrostática de prueba con la presión de operación: 2.

P → Carga que soporta la unión.

$$\xi_2 = 0.76$$

Entonces se tiene que el factor de seguridad de carga es:

$$n = \frac{1 - \xi_1}{\xi_2 - \xi_1}$$

**[4-10]**

$$n = 25$$

Ahora se calcula el factor de seguridad contra la apertura de la unión:

$$n_0 = \frac{\varphi}{(1 - C) * m * P}$$

**[4-11]**

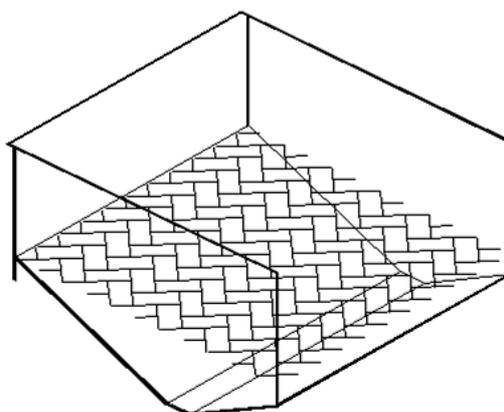
$$n_0 = 7$$

Las características de los pernos a ser utilizados se encuentran en el ANEXO V.

## 4.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA LAVADORA

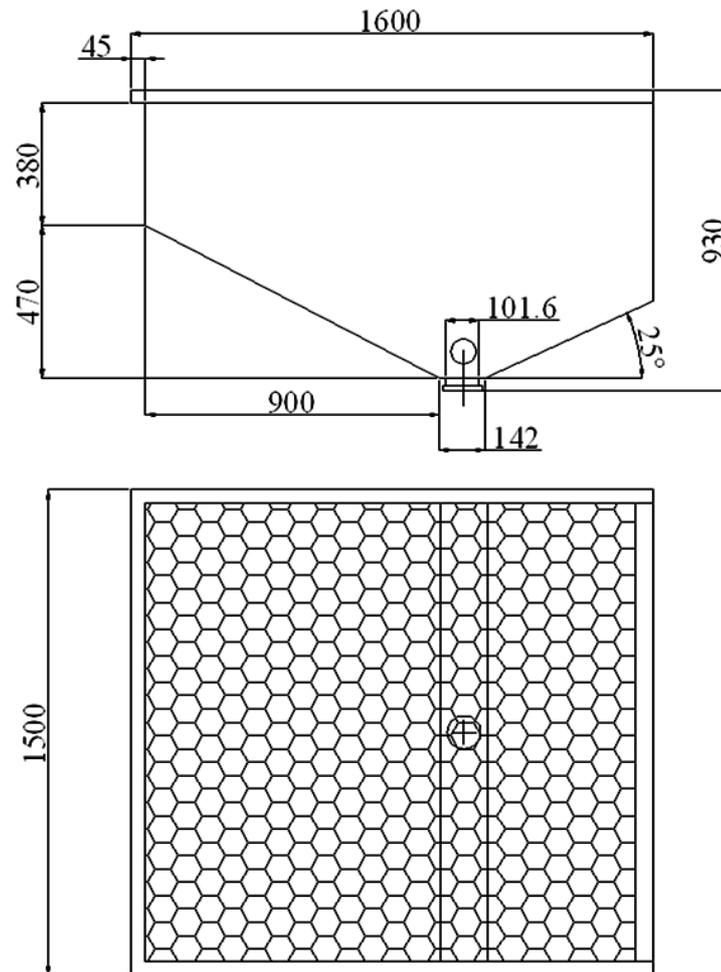
### 4.2.1 TANQUE DE LAVADO

El tanque de lavado se diseña considerando un aspecto importante como es el de la limpieza, debido a que el producto posee una cantidad considerable de tierra al momento de ingresar en el proceso de lavado por lo que se toma la decisión de que tenga la geometría mostrada en la figura 4.3.



**Figura 4.3** Tanque de lavado.

**Medidas:** Para dimensionar el tanque de lavado se debe tomar en cuenta principalmente los parámetros que rigen dicho diseño como el técnico y el humano, donde están directamente relacionados con las necesidades requeridas en el campo y sobre todo la ergonomía de los operadores. Por lo tanto se establecen las medidas que se muestran en la figura 4.4.



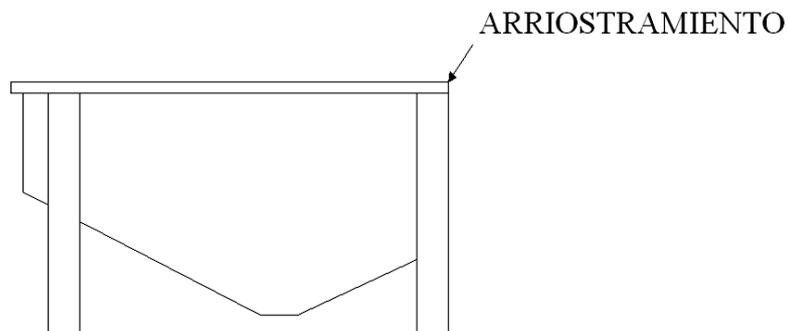
**Figura 4.4** Medidas paredes laterales

#### 4.2.2 CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS PAREDES QUE CONVERGEN A UN MISMO SEGMENTO

Para el diseño de las paredes del tanque de lavado se realiza una analogía de la placa con una viga de ancho unitario y se considera que las uniones del tanque son empotramientos.

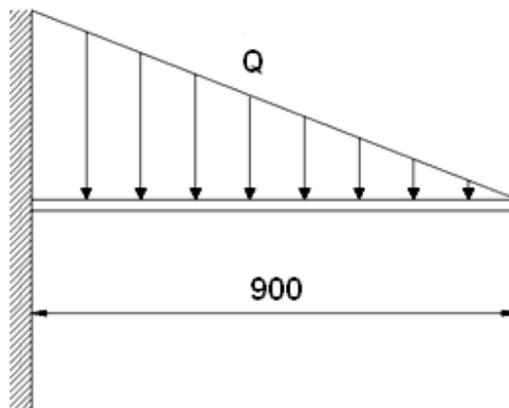
Para este tipo de tanques en los extremos superiores de las placas se colocan unos arriostramientos, con fin de dar rigidez a las paredes del tanque los mismos que son considerados como apoyos simples.

La ubicación de los arriostramientos, se los utiliza para que en esas posiciones se pueda colocar la estructura para fijar el tanque. La figura 4.5 muestra la ubicación de la estructura soportante.

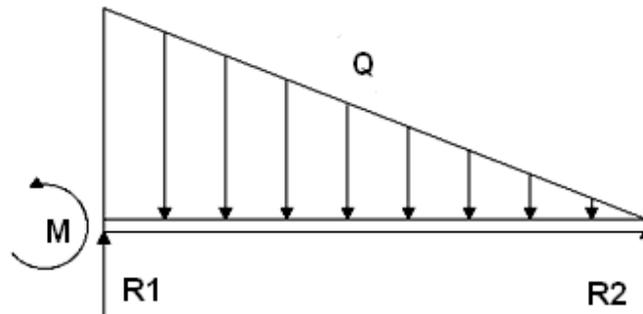


**Figura 4.5** Geometría del tanque con arriostramientos.

La figura 4.6 (a) y 4.6 (b) muestra la distribución de carga y apoyos que existen sobre la pared.



**Figura 4.6 (a)** Distribución de carga sobre la pared.



**Figura 4.6 (b)** Sustitución empotramiento y soportes.

Para realizar el cálculo de las reacciones y momentos máximos que actúan sobre la placa se deben obtener los siguientes datos:

$$V_{Tanque} = \frac{b * h}{2} * a + (b * h * a) \quad [4-12]$$

$$V_{Tanque} = 1.476 \text{ m}^3$$

Ahora se tiene que:

$$\rho_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{V_{H_2O}} \quad [4-13]$$

**Donde:**

$\rho_{H_2O}$  → Densidad del agua

$m_{H_2O}$  → Masa de agua

$V_{H_2O}$  → Volumen de agua

Para el lavado de la malanga se considera que el volumen óptimo donde se puede verificar posibles atascamientos es:

$$V_{Optimo} = \frac{3}{4} V_{Tanque}$$

**[4-14]**

$$V_{Optimo} = 1.11m^3$$

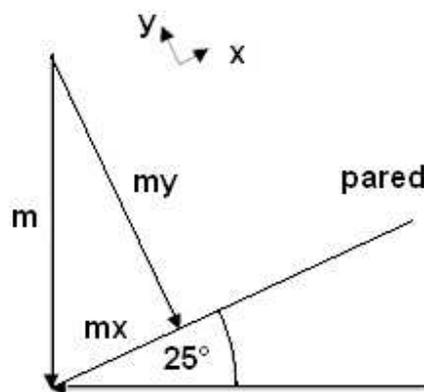
Como este volumen óptimo se encuentra ocupado con agua, se utiliza la ecuación **[4-13]** y se tiene:

$$m_{H_2O} = 1000kg/m^3 * 1.11m^3$$

$$m_{H_2O} = 1110 kg$$

Como los 1110 kg son el peso total, para el análisis de una sola pared se considera la mitad del peso, entonces  $m=555 kg$ .

La figura 4.7 muestra la componente que afecta a la pared



**Figura 4.7** Carga que soporta la pared.

$$m_y = m * \cos 25^\circ = 503 kg$$

Ahora se tiene:

$$Q = \frac{q_{max} * l}{2}$$

**[4-15]**

$$q_{max} = P * L$$

[4-16]

Donde:

$P$  → Presión que soporta la pared del tanque.

$L$  → Longitud de incidencia.

$Q$  → Carga puntual que soporta la pared del tanque.

$q_{max}$  → Carga máxima por unidad de longitud.

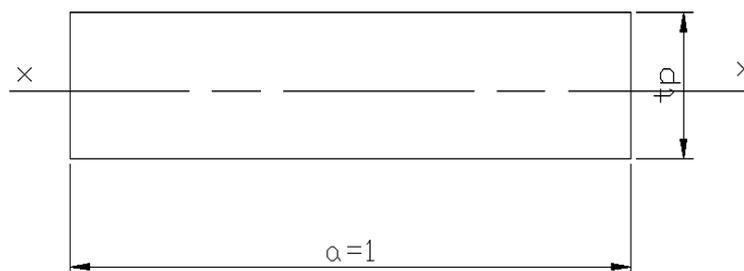
$$P = \frac{m_y}{A} = \frac{503 \text{ kg}}{1.35 \text{ m}^2} = 370 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{max} = 555 \text{ kg/m}$$

$$\sigma_{Placa} = \frac{M}{S_{x-x}}$$

[4-17]

La figura 4.8 permite determinar el  $S_{x-x}$  ya que se considera la viga de espesor unitario.



**Figura 4.8** Consideración de la viga de espesor unitario

$$S_{x-x} = \frac{I_{x-x}}{C}$$

[4-18]

Donde:

$I_{x-x}$  → Momento de Inercia.

$C$  → Distancia de fibra neutra hacia la fibra externa.

$t_p$  → Espesor de la placa.

$$I_{x-x} = 1 * \frac{t_p^3}{12}$$

**[4-19]**

Pero como:

$$C = \frac{t_p}{2}$$

**[4-20]**

Reemplazando las ecuaciones **[4-19]** y **[4-20]** en **[4-9]** se tiene:

$$S_{x-x} = \frac{1 * \frac{t_p^3}{12}}{\frac{t_p}{2}} = \frac{t_p^2}{6}$$

Para que el tanque tenga una resistencia suficiente, se considera un factor de seguridad de 2.5.

$$n = \frac{S_y}{\sigma_m} = 2.5$$

**[4-21]**

Donde:

$n$  → Factor de Seguridad.

$\sigma_m$  → Esfuerzo Permisible.

$S_y$  → Resistencia a la fluencia, se utiliza Acero Inoxidable 304, entonces se tiene:

$$S_y = 310E6 \text{ kg}/m^2$$

$$\sigma_m = 0.4 * 310E6 = 124E6 \text{ kg/m}^2$$

Ahora se toma la mínima condición de la  $\sigma_{Placa}$  con respecto de la  $\sigma_m$  se tiene:

$$\frac{M}{\frac{t_p^2}{6}} \leq 124000000$$

[4-22]

Para encontrar el valor mínimo de  $t_p$  se utiliza la igualdad y se tiene:

$$t_p = \sqrt{\frac{6 * M}{124000000}}$$

[4-23]

Con la ayuda del programa SAP 2000 se obtiene el momento máximo que debe resistir esta pared (ANEXO VI). El momento máximo que soporta esta pared es  $M_{max} = 232.62 \text{ kgf} * m = 2279.6 \text{ N} * m$

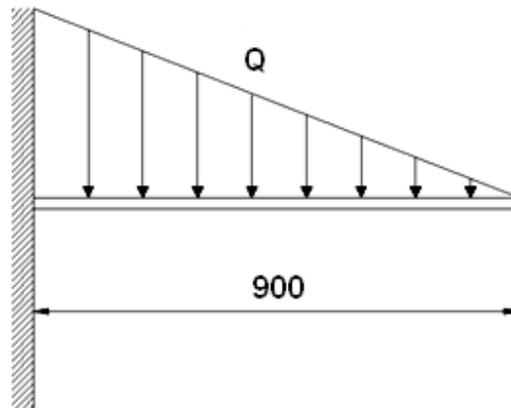
Reemplazando el valor del momento máximo en la ecuación [4-23] se tiene:

$$t_p = \sqrt{\frac{6 * 2279.6}{124000000}}$$

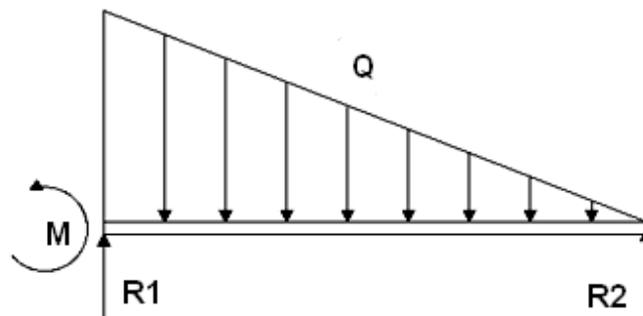
$$t_p = 1.05E - 2 \text{ m} = 1.05 \text{ mm}$$

#### 4.2.3 CÁLCULO DEL ESPESOR DE LAS PAREDES PARALELAS.

Con un análisis similar al anterior las figuras 4.9 (a) y 4.9 (b) muestran los diagramas de distribución de cargas y apoyos.



**Figura 4.9 (a)** Distribución de carga sobre la pared.



**Figura 4.9 (b)** Sustitución empotramiento y soportes.

Como los 1110 kg son el peso total, en este caso no se tiene inclinación alguna, por lo tanto, no existe componente y todo el peso afecta a la pared.

Se utiliza la ecuación **[4-16]** y se tiene:

$$P = \frac{m}{A} = \frac{550}{1.36} = 370 \frac{kg}{m^2}$$

$$q_{max} = 370 * 1.5 = 555 \frac{kg}{m}$$

Con ayuda del programa SAP 2000 se tiene el momento máximo que debe resistir la pared (ANEXO VII). El momento máximo que soporta la pared es  $M_{max} = 175.05 \text{ kgf} * m = 1717.24 \text{ N} * m$

Con la ecuación [4-23] y el  $q_{max}$  conocido se tiene:

$$t_p = \sqrt{\frac{6 * 1717.24}{124000000}}$$

$$t_p = 1.01 \text{ mm}$$

De los análisis se concluye que el material para el tanque de lavado es Acero Inoxidable 304 con un espesor de 1.5 mm en todas las paredes.

#### 4.2.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

La estructura que soporta el tanque está formada por perfiles de acero inoxidable, los mismos que se calculan con la ayuda del programa SAP 2000, para lo que se determinan las diferentes cargas que intervienen en el diseño.

Para determinar la carga total, que soporta la estructura se consideran los pesos del tanque, del agua, del sistema completo del transportador, de los sistemas de aspersión y de todos los demás componentes de la lavadora.

Entonces se tiene:

$$\omega_T = \omega_t + \omega_s + \omega_e$$

[4-24]

Donde:

$\omega_T$  → Peso total que soporta la estructura.

$\omega_t$  → Peso total de malanga.

$\omega_s$  → Peso total de los sistemas de aspersión.

$\omega_e$  → Peso de los elementos que conforman el sistema de transporte.

Ahora:

$$\omega_e = \omega_r + \omega_v$$

**[4-25]**

Donde:

$\omega_r$  → Peso de los rodillos.

$\omega_v$  → Peso de varios elementos.

El peso de los rodillos es 4.93 kg. Se tiene un peso final de 460 kg por los 93 rodillos que hay.

El peso considerado para  $\omega_v$  es de 75 kg, donde se toman en cuenta los pesos de piñones, chumaceras, cadenas, pernos, motoreductor, ejes, etc.

Por lo tanto se tiene que el peso  $\omega_e$  (peso de los elementos que forman el sistema de transporte) es:

$$\omega_e = 460 + 75 = 535 \text{ kg}$$

El peso total de malanga  $\omega_t$  se determina considerando el peso promedio de dicho tubérculo multiplicando por el número máximos de unidades que pueden existir dentro del proceso de la siguiente manera:

$$\omega_t = \omega_{promedio} * \text{número de unidades}$$

**[4-26]**

Entonces se tiene:

$$\omega_t = 0.75 \text{ kg} * 500$$

$$\omega_t = 375 \text{ kg}$$

Por lo tanto, el peso total que soporta la estructura es:

$$\omega_T = (375 + 150 + 535) \text{ kg} = 1060 \text{ kg}$$

Considerando que la carga total que soporta la estructura, se distribuye de una manera uniforme en la parte superior, se tiene:

$$q = \frac{1060}{16} = 66.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Con el valor obtenido de  $q$  y la ayuda del programa SAP 2000, se obtiene el perfil más adecuado para esta aplicación el mismo que es 120\*40\*4, de acero inoxidable 304. Ver ANEXO VIII.

#### **4.2.5 CÁLCULO DE LA BANDA TRANSPORTADORA**

Para la realización de los cálculos se ha tomado las siguientes consideraciones:

- Capacidad de lavado= 2000kg/hora.
- Cantidad desecho= 20kg.
- Ángulo de elevación de la transportadora: 25°
- Longitud a transportar: 4.5 m
- La forma de transportar es de: rodillos de PVC
- Longitud de los rodillos: 1.0 m

##### **4.2.5.1 CÁLCULO DEL NÚMERO DE VUELTAS POR HORA.**

En una vuelta completa se estima que se tiene un número aproximado de 300 malangas, por lo tanto:

$$N^{\circ}veces = \frac{cap.}{V_{tot.}} * \frac{1}{\rho}$$

[4-27]

Donde:

$N^{\circ}veces$  → Número de veces que los rodillos debe girar por hora.

cap → Capacidad de lavado 2000 kg/h

$V_{total}$  → Volumen total 0.5 m<sup>3</sup>

$\rho$  → Densidad de la malanga 150kg/m<sup>3</sup>

Se procede a calcular el número de vueltas por hora:

$$N^{\circ}veces = \frac{2000 \text{ kg/h}}{0.5 \text{ m}^3} * \frac{1}{150 \text{ kg/m}^3}$$

$$N^{\circ}veces = 27 \text{ vueltas/hora}$$

#### 4.2.5.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD NECESARIA.

Para dicho cálculo se debe tomar en considerar la longitud y el número de vueltas por hora.

$$V = N^{\circ}veces * L$$

[4-28]

Donde:

V → velocidad.

$N^{\circ}veces$  → número de veces que girar por hora 27.

L → longitud total: 4.5 m

$$V = 121.5 \text{ m/h}$$

$$V = 0,034 \text{ m/s}$$

#### 4.2.5.3 CÁLCULO DEL PESO A TRANSPORTAR.

Dicho cálculo permite obtener la capacidad que los rodillos realmente deben transportar.

$$P_{trans} = \frac{C}{Z_1}$$

[4-29]

Donde:

$P_{trans}$  → Peso a transportar.

C: → Capacidad a cargar por hora: 2000Kg/h

$Z_1$  → Coeficiente corrección de inclinación.

Para el obtener el valor de  $Z_1$ , es necesario el valor angular de inclinación de la banda transportadora.

$$Z_1 = \text{seno}(\alpha)$$

[4-30]

Donde:

$\alpha$  → Ángulo de inclinación de la banda transportadora: 25°

$$Z_1 = 0,422$$

Entonces se tiene:

$$P_{trans} = 4739.34 \text{ kg/h}$$

#### 4.2.5.4 CÁLCULO DE LA POTENCIA EN EL EJE MOTRIZ.

$$P_t = \frac{C_4 * f * L * [3,6 * (K_1 + K_2 + K_3) * V + K_4]}{367} + \frac{K_4 * h}{367}$$

[4-31]

Donde:

- $P_t$  → Potencia del eje motriz en kW  
 $C_4$  → Factor en función del largo de los rodillos: 1<sup>1</sup>  
 $f$  → Factor de rozamiento = 0.28<sup>2</sup>  
 $L$  → Distancia total recorrida por los rodillos: 9 m  
 $K_1$  → Peso total de los rodillos en Kg/m  
 $K_2$  → Peso de los ejes de carga en Kg/m  
 $K_3$  → Peso de los ejes de retorno enKg/m  
 $K_4$  → Peso a transportarenTon/h  
 $V$  → Velocidad: 0.034 m/s  
 $h$  → altura a transportar:1.84 m

Cálculo del factor  $K_1$ :

$$K_1 = (A * L * C_1) / L = (A * C_1)$$

[4-32]

Donde:

- $A$  → longitud de los rodillos: 1.0 m  
 $C_1$  → peso de los rodillos por metro cuadrado: 15kg/m<sup>2</sup>(ANEXOIX)

$$K_1 = (A * C_1) = (1 * 15) = 15 \text{ [Kg/m]}$$

Cálculo del factor  $K_2$ :

$$K_2 = \frac{\rho * \pi * D^2 * l}{4 * L}$$

[4-33]

Donde:

- $\rho$  → Densidad del material: 7800 Kg/m<sup>3</sup> (ANEXO X).  
 $D$  → Diámetro del eje: 0.060 m  
 $l$  → Largo total de eje: 1.55 m  
 $L$  → Longitud recorrida por los rodillos 9 m

<sup>1</sup>Revista Tecnológica. Vol.16, No.1, Junio 2003

<sup>2</sup>Manual de Ingeniería de las Bandas Transportadoras, Intralox, pág. 31

$$K_2 = 3.8 \text{ kg/m}$$

Cálculo del factor  $K_3$ :

$$K_3 = 2 * K_2$$

[4-34]

$$K_3 = 7.6 \text{ kg/m}$$

Cálculo del factor  $K_4$ :

$$K_4 = \frac{P_{trans}}{1000}$$

[4-35]

Donde:

$P_{trans}$  → Peso a ser transportado = 4739.34 kg/h

$$K_4 = 4.74 \frac{\text{Ton}}{\text{h}}$$

Se tiene que la potencia motriz del eje es:

$$P_t = \frac{1 * 0.28 * 9 * [3.6 * (15 + 3.80 + 7.6) * 0.034 + 4.74]}{367} + \frac{4.74 * 1.84}{367}$$

$$P_t = 0,079 \text{ kW}$$

$$P_t = 0,11 \text{ hp}$$

#### 4.2.5.5 CÁLCULO DE LA POTENCIA MOTRIZ NECESARIA.

$$P_m = \frac{P_t}{\eta}$$

[4-36]

Donde:

$P_m$  → Potencia motriz en kW

$P_t$  → Potencia eje motriz en kW = 0,079 kW

$\eta$  → Rendimiento (89% = 0,89).<sup>3</sup>

Se calcula la potencia motriz necesaria:

$$P_m = 0,060 \text{ kW}$$

$$P_m = 0,12 \text{ hp}$$

#### 4.2.6 CÁLCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA.

El cálculo realizado anteriormente, (potencia motriz necesaria), permite realizar la selección del motor que se va a utilizar, este motor entrega una potencia diferente a la obtenida por cálculo (generalmente mayor), por esto se debe calcular la potencia efectiva de este motor dada por la siguiente fórmula.

$$P_{efectiva} = P_m * \eta$$

[4-37]

Donde:

$P_{efectiva}$  → Potencia efectiva

$P_m$  → Potencia motriz necesaria

$\eta$  → Rendimiento (80 %).

Se tiene que:

$$P_{efectiva} = 0.072 \text{ kW}$$

$$P_{efectiva} = 0,1 \text{ hp}$$

Obtenida la potencia efectiva mínima que es de 0,1 hp, se procede a escoger el motoreductor con una potencia efectiva mayor o igual a la calculada por lo que queda sobredimensionado y tiene mayor capacidad de lavado. Por lo tanto se selecciona el motoreductor de 0.5 hp (ANEXO XI).

---

<sup>3</sup>HUDSON, Wilbur; Conveyors and Related Equipment; 3ª edición; New York, 1954

Recalculando la potencia efectiva se tiene:

$$P_{efectiva} = 0.30 \text{ kW}$$

$$P_{efectiva} = 0.40 \text{ hp}$$

#### 4.2.7 CÁLCULO DE LA FUERZA PERIFÉRICA EN EL EJE.

Para el cálculo de la fuerza periférica en el eje motriz se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_{pt} = \frac{P_{efectiva} * 1000}{V}$$

[4-38]

Donde:

$F_{pt}$  → Fuerza periférica en el eje.

$P_{efectiva}$  → Potencia efectiva entregada por el motoreductor.

$V$  → Velocidad: 0.034 m/s

Se tiene que la fuerza periférica es:

$$F_{pt} = 8823,53 \text{ N}$$

#### 4.2.8 DETERMINACIÓN DEL TORQUE EN EL EJE MOTRIZ.

El torque en el eje motriz se calcula con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{225000 * H}{n * \pi}$$

[4-39]

Donde:

$T$  → Torque en el eje del tambor motriz en Kg\*cm.

$H$  → Potencia efectiva elegida: 0,4hp = 0,41cv

$n \longrightarrow$  Revoluciones por minuto de salida: 20.1r.p.m.

$$T = 1461Kg * cm$$

$$T = 1268 lb * in$$

Como el torque del motoreductor seleccionado es de 170Nm (1504.32 lb\*in), el valor obtenido en los cálculos satisface con los requerimientos de la lavadora de malanga.

### **4.3 CÁLCULO PARA EL DISEÑO DE CATALINAS Y CADENAS.**

#### **4.3.1 CÁLCULOS Y DISEÑO DEL EJE MOTRIZ, EJE CONDUCTOR Y EJE RETORNO.**

Existen tres métodos de diseño para transmisión de torque del eje motriz hacia los conducidos y estos son: Transmisión con engranajes, correas flexibles de caucho reforzado y cadenas de rodillos.

La selección del método de transmisión depende de la potencia, relación de transmisión, sincronía, distancia entre ejes y costo.

##### **4.3.1.1 TRANSMISIÓN DE CADENA DE RODILLOS.**

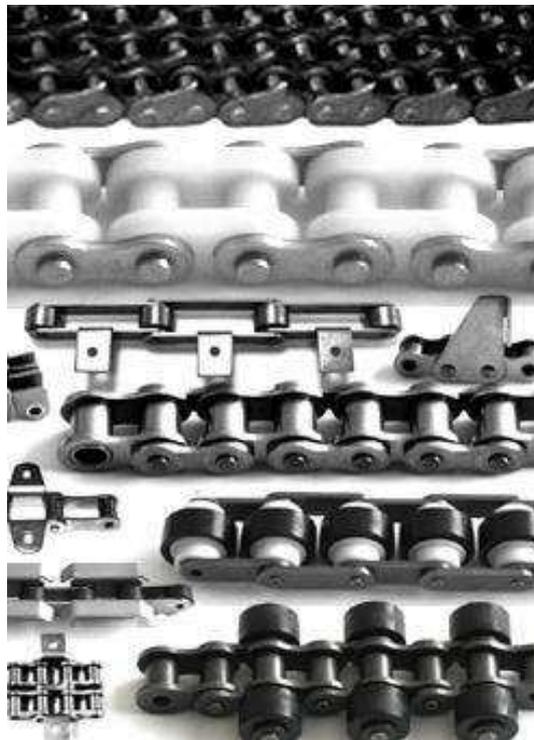
El accionamiento por medio de cadenas de rodillos, constituye un sólido y seguro sistema de transmisión de la energía mecánica. Para obtener un resultado óptimo de una transmisión de éste tipo, es fundamental seleccionar correctamente la cadena piñones respectivos, como así también el montaje y lubricación adecuados.

Las transmisiones a cadenas reúnen las siguientes ventajas:

- No se producen resbalamientos.

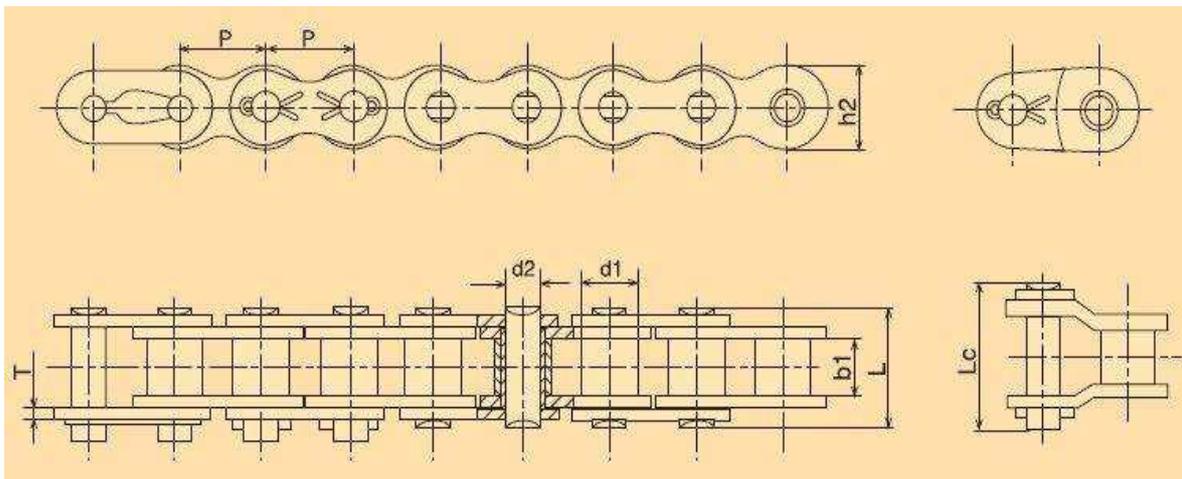
- Se mantiene constante la relación de velocidades.
- El rendimiento es elevado.
- La carga repartida sobre varios dientes del piñón prolonga la vida útil de la cadena.
- La clásica elasticidad de la cadena, sumada la película lubricante, que se forma entre las partes móviles amortiguan los golpes por cargas intermitentes.

En la actualidad las cadenas de rodillos han sido estandarizadas por el ANSI en lo relativo a tamaños.



**Figura 4.10** Diferentes tipos de cadena

**Fuente:** <http://quilmes.olx.com.ar/cadena-a-rodillos-rodamiento-pinon-polea-motor-reten-etc-iid-124761425>



**Figura 4.11** Sección y partes de una cadena de rodillos simple

**Fuente:** <http://spanish.alibaba.com/product-gs/short-pitch-precision-roller-chain-331478111.html>

Se considera que para un funcionamiento con menos ruido en la cadena y una vida útil más larga, el número de dientes recomendado en la ruda motriz es entre 19 a 21 dientes.

De igual manera, para tener transmisiones eficientes la relación máxima recomendada es de 6:1.

#### 4.3.1.2 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.

Se calcula dividiendo las r.p.m. del eje motriz por las r.p.m. del eje accionado.

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

**[4-40]**

Donde:

- $i$       →   Relación de trasmisión.
- $n_1$    →   r.p.m. del eje motriz.
- $n_2$    →   r.p.m. del eje conducido.

$$i = \frac{20.1}{20.1} = 1$$

#### 4.3.1.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA DE DISEÑO.

Para obtener la potencia de diseño se utiliza la siguiente fórmula:

$$H_{Diseño} = P_{motorreductor} * f_s$$

[4-41]

Donde:

$H_{diseño}$  → potencia de diseño en hp.

$P_{motorreductor}$  → potencia entregada por el motorreductor: 0.5 hp

$f_s$  → factor de servicio: 1,5 (ANEXO XII)

Calculando se obtiene:

$$H_{Diseño} = 0.75 \text{ hp}$$

$$H_{Diseño} = 0.6 \text{ kW}$$

#### 4.3.1.4 SELECCIÓN DE LA CADENA DE RODILLOS A UTILIZAR.

Para la selección de la cadena se utiliza referencias de la norma ANSI y las siguientes consideraciones:

$H_{diseño}$  → potencia de diseño: 0.75 hp = 0.6 kW

$n_1$  → velocidad del eje motriz: 20 r.p.m.

$Z_1$  → número de dientes de la catalina: 19 dientes.

En la Tabla 4.4 se muestra los diferentes tipos de aplicaciones en las que son utilizadas las cadenas.

**Tabla 4.4 Rango de valores de paso y carga límite para cadena de rodillos**

Aplicación	Rango del paso (mm)	Rango de carga límite de la cadena (N)
Motocicletas y bicicletas	12,700...15,875	7500... 20000
Máquinas agrícolas	15,875...41,300	2000 ... 160000
Máquinas para la industria del petróleo	19,050...63,500	38000 ... 430000
Maquinaria general	8,000...50,800	2000 ... 160000

**Fuente:** Tendencias de desarrollo y dimensionales según normas ISO 606

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

Utilizando el gráfico de Potencia vs. Velocidad de la rueda del ANEXO XIII, se selecciona la siguiente cadena:

- Cadena 80 – 16B-SS simple con pivotes cada cuatro pasos.

Las características de la cadena seleccionada (ANEXO XIV) se detallan a continuación:

- Paso:  $p = 25.40\text{mm}$ .
- Diámetro del rodillo:  $D_r = 15.88\text{mm}$ .
- Ancho máximo interno:  $W = 15.75\text{mm}$ .
- Carga de rotura: 6600 Kg.
- Superficie de trabajo:  $179\text{ mm}^2$ .
- Peso: 2.62 Kg/m

Para verificar que la cadena seleccionada sea la correcta, con los datos obtenidos se calcula los factores de corrección de potencia.

Se busca con los datos conocidos los factores de corrección de la potencia, este cálculo se lo realiza para verificar que la cadena elegida es la adecuada.

$$W_c = H_{Diseño} * Cf_1 * Cf_2$$

**[4.42]**

Donde:

$W_c$  → potencia corregida.

$H_{diseño}$  → potencia de diseño: 0,6 kW.

$Cf_1$  → coeficiente de corrección por factor de trabajo.

$Cf_2$  → coeficiente de corrección por el número de dientes (Z1) de la catalina.

$Cf_3$  → coeficiente de corrección por la relación de transmisión y distancia entre centros.

En el ANEXO XV se obtiene los siguientes valores de coeficientes:

Coeficiente  $f_1 = 1.5$

Coeficiente  $f_2 = 1.0$

C: distancia entre centros:

$$C = \frac{4500 [mm]}{25.40 [mm]} = 177 \text{ pasos}$$

Entonces la potencia corregida es:

$$W_c = 1 \text{ kW}$$

Con esta potencia recalculada, se verifica en la gráfica Potencia vs R.P.M del ANEXO XIII que la cadena 80-16B se encuentra en el rango de trabajo por lo que se encuentra correctamente seleccionada.

Se calcula la velocidad lineal de la cadena:

$$V = \frac{Pz_1n_1}{1000}$$

**[4.43]**

Donde:

V → Velocidad lineal de la cadena.

P → Paso.

$n_1$  → Velocidad del eje motriz.

$Z_1$  → Número de dientes de la catalina.

Entonces:

$$V = 9.7 \text{ m/min}$$

Ahora se calcula la tensión:

$$T = \frac{6120 * H_{\text{Diseño}}}{V}$$

**[4.44]**

Donde:

T → Tensión de la cadena.

$H_{\text{diseño}}$  → Potencia de diseño en kW.

V → Velocidad lineal de la cadena.

Entonces:

$$T = 378.56 \text{ kg}$$

El coeficiente de seguridad es:

$$K = \frac{\text{carga de rotura teórica de la cadena}}{\text{carga de rotura calculada de la cadena}}$$

**[4.45]**

Donde:

K → coeficiente de seguridad de la cadena.

Carga de rotura teórica de la cadena  $\longrightarrow$  6600 kg  
 Carga de rotura calculada de la cadena (tensión de la cadena)  $\longrightarrow$  378.56 kg

Entonces:

$$K = 17,5$$

Ahora se calcula la presión en las articulaciones:

$$t = \frac{T}{S}$$

**[4.46]**

Donde:

t  $\longrightarrow$  Presión en las articulaciones.  
 T  $\longrightarrow$  Tensión de la cadena.  
 S  $\longrightarrow$  Superficie de la articulación: 1,79cm<sup>2</sup>.

Entonces:

$$t = 211.5 \text{ kg/cm}^2$$

La longitud de la cadena es:

$$L = 2C + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{(z_1 - z_2)^2}{4\pi^2 C}$$

**[4.47]**

Donde:

L  $\longrightarrow$  Longitud de la cadena.  
 C  $\longrightarrow$  distancia entre centros.  
 Z<sub>1</sub>  $\longrightarrow$  número de dientes de la catalina conductora: 19 dientes.  
 Z<sub>2</sub>  $\longrightarrow$  número de dientes de la catalina conducida: 19 dientes.

Entonces:

$$L = 373 \text{ pasos} = 9482.6 \text{ mm}$$

Con los datos obtenidos de la cadena se procede a seleccionar la catalina (ANEXO XVI), cuyas características se detallan a continuación:

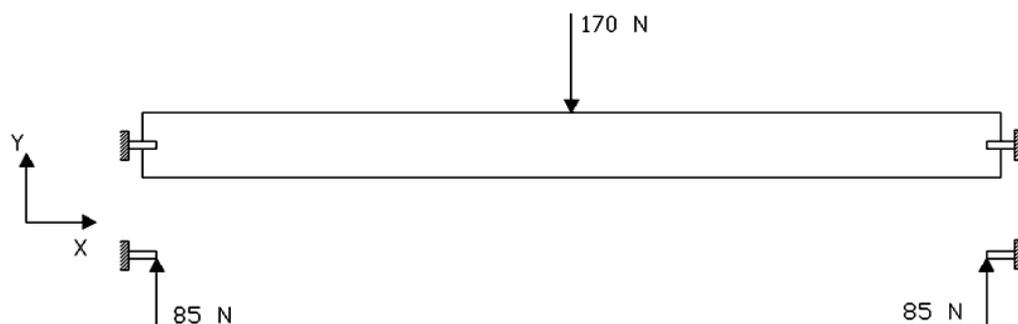
- Paso:  $p = 25.04 \text{ mm}$
- Número de dientes: 19 dientes
- Diámetro primitivo:  $D_p = 160,30 \text{ mm}$ .
- Diámetro exterior:  $D_e = 173,90 \text{ mm}$ .
- Diámetro máximo del eje:  $D_{\text{máx.}} = 100 \text{ mm}$ .
- Diámetro mínimo del eje:  $D_{\text{mín.}} = 20 \text{ mm}$ .

#### 4.3.1.5 FACTOR DE SEGURIDAD DEL PIVOTE DE LA CADENA.

De los datos técnicos de la cadena se tiene (ANEXO XIV):

- $d_2 = 8.28 \text{ mm}$ .
- $L_3 = 33.2 \text{ mm}$ .

Considerando el peso propio del rodillo y de los pesos de las malangas se tiene el diagrama de cuerpo en el plano X-Y libre del pivote.



**Figura 4.12** D.C.L. pivotes de la cadena.

En el análisis las reacciones de los pivotes se encuentran en los extremos, los mismos que se consideran como ejes.

Con un análisis similar, se obtiene las reacciones en el plano X-Z.

Por lo tanto se tiene:

$$M_y = 2.8 N \cdot m$$

$$M_z = 2.8 N \cdot m$$

Calculando el factor de seguridad:

$$d = \left[ \frac{32n}{\pi * S_y} * \left( M^2 + \frac{3T^2}{4} \right)^{1/2} \right]^{1/3}$$

**[4.48]**

$$n = \frac{d^3 * \pi * S_y}{32 * M}$$

$$n = 4.4$$

#### 4.3.1.6 CÁLCULO DEL EJE MOTRIZ.

Para el cálculo del eje motriz de la lavadora de malanga se considera que las revoluciones a las que se encuentra sometido son bajas, por lo que se realiza un diseño con criterio estático.

Considerando que el eje motriz soporta mayores cargas que los ejes conducidos y el eje de retorno, se dimensiona de igual manera a dichos ejes (conducidos y de retorno) de iguales características que el motriz.

Las dimensiones del eje son de 1.5 m de longitud y 60 mm de diámetro.

Entonces se tiene que:

$$P = P_{cadena} + P_{rodillos} + P_{malanga}$$

$$P = (25 \text{ kg} + 142 \text{ kg} + 300 \text{ kg}) * 9.81$$

$$P = 4581.27 \text{ N}$$

Ahora se calcula la fuerza distribuida:

$$W = P/L$$

Donde:

- W → Peso distribuido en kgf/m.  
 P → Peso total: 4581.27 N  
 L → Longitud del eje sobre la cual se aplica la carga distribuida: 1.2m

$$W = 3817.73 \text{ N/m}$$

$$W = 389.17 \text{ kgf/m}$$

El momento torsor es:

$$Mt = \frac{P[\text{hp}] * 76}{\omega}$$

**[4.49]**

Donde:

- Mt → momento torsor en kgf\*m  
 p → potencia del motoreductor: 0,5 hp  
 $\omega$  → Velocidad angular: 2,104 rad/seg

Entonces:

$$Mt = 18,06 \text{ kg} * \text{m}$$

La transmisión se realiza mediante bandas, ya que para esta velocidad y potencia son las adecuadas para el diseño. Existe una gran variedad de bandas en el mercado ya que estas son silenciosas, transmiten la potencia con una eficiencia aproximada del 97%, 98%.

Previo al cálculo de las tensiones en las bandas se selecciona el tipo de banda y las características de las poleas. La banda es de tipo 3V 300 (ANEXO XVII).

Polea de 140 de diámetro exterior.

Con este valor del momento torsor se calcula las tensiones.

$$Mt = (T_1 - T_2) * D_1$$

**[4.50]**

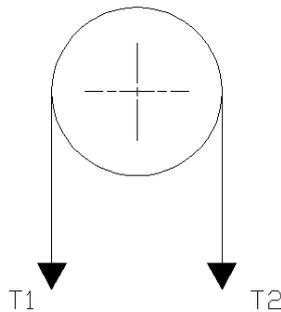
Donde:

Mt → Momento torsor en kgf\*m.

$T_1$  → Tensión producida por la banda en la polea en kgf.

$T_2$  → Tensión producida por la banda en la polea en kgf.

$D_1$  → Diámetro de la polea menor: 0,140 m.



**Figura 4.13** Diagrama de tensiones.

Cálculos:

$$18,06 \text{ kg} \cdot \text{m} = (T_1 - T_2) * 0,140 \text{ m}$$

$$(T_1 - T_2) = 129 \text{ kgf}$$

$$T_1 = 8T_2$$

$$8T_2 - T_2 = 129 \text{ kgf}$$

$$T_2 = 18.43 \text{ kgf}$$

$$T_1 = 147.44 \text{ kgf}$$

Entonces:

$$T_T = T_1 + T_2$$

$$T_T = 165.87 \text{ kgf}$$

Ahora se tiene como datos:

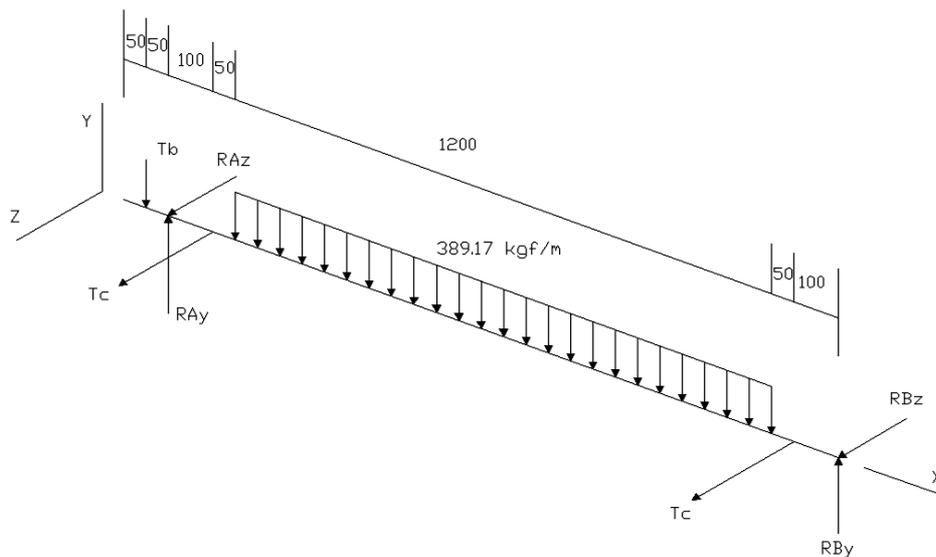
$$W = 389.17 \text{ kgf/m.}$$

$$M_t = 18.06 \text{ kg}\cdot\text{m.}$$

$$T_T = 165.87 \text{ kgf.}$$

#### 4.3.1.6.1 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DEL EJE MOTRIZ.

En la Figura 4.14 se muestra el diagrama de Cuerpo Libre del eje motriz.



**Figura 4.14** Diagrama de Cuerpo Libre del eje motriz.

#### 4.3.1.6.1.1 SUMATORIA DE FUERZAS Y MOMENTOS.

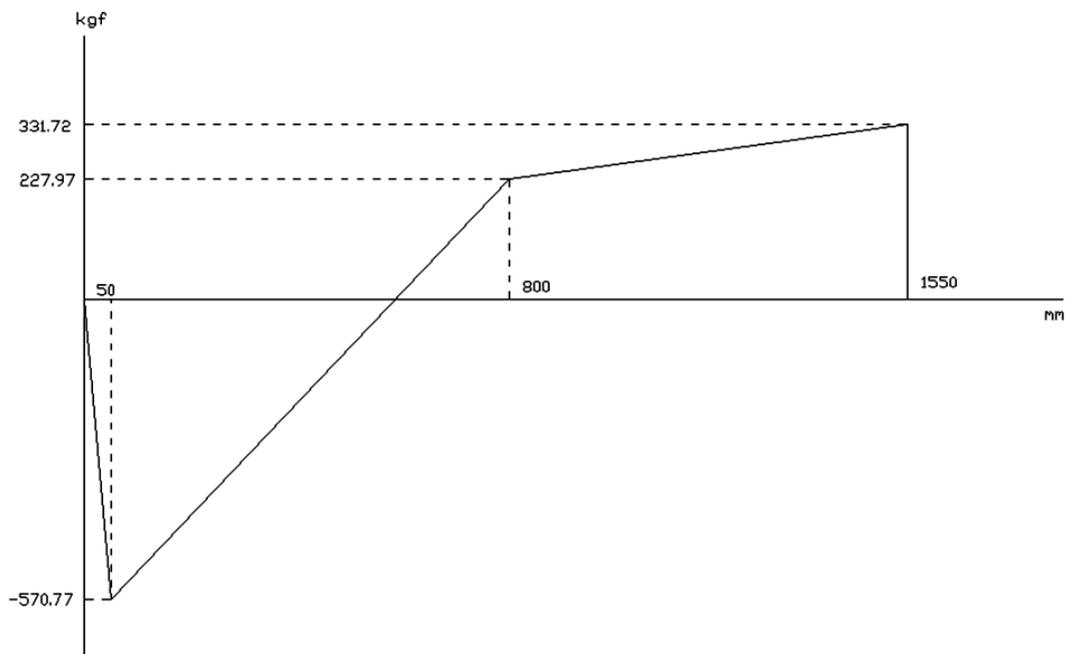
Sumatoria de fuerzas en el eje Y.

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ -T_b + R_{Ay} - W + R_{By} &= 0 \\ -165.87 \text{ kgf} + R_{Ay} - 467 \text{ kgf} + R_{By} &= 0 \\ R_{Ay} + R_{By} &= 632.87 \text{ kgf}\end{aligned}$$

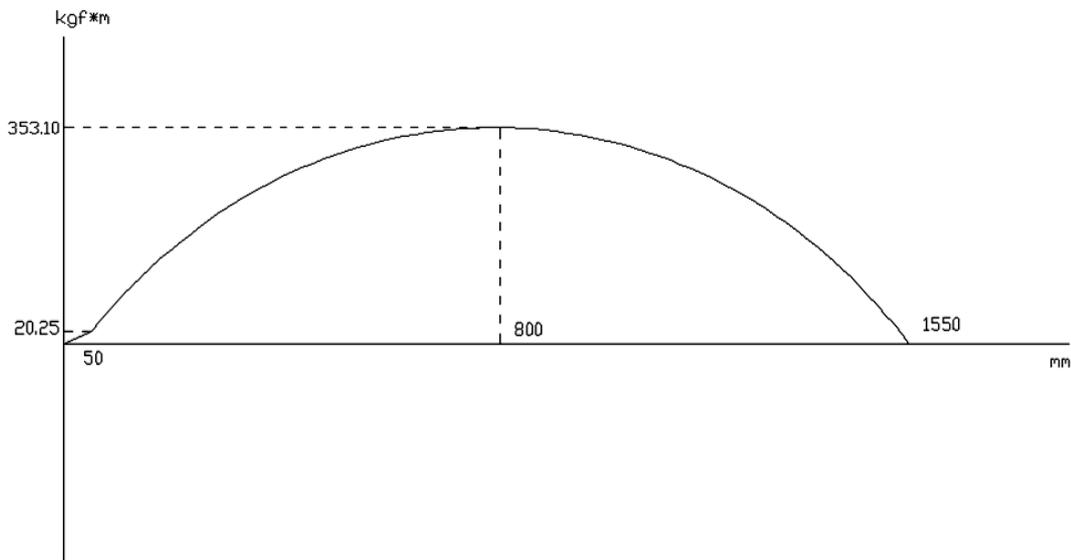
Sumatoria de momentos en el eje Y respecto al punto B.

$$\begin{aligned}\sum MB &= 0 \\ (T_b * 1.55) - (R_{Ay} * 1.50) + (W * 0.75) &= 0 \\ (165.87 * 1.55) - (R_{Ay} * 1.50) + (467 * 0.75) &= 0 \\ R_{Ay} &= 404.9 \text{ kgf} \\ R_{By} &= 227.97 \text{ kgf}\end{aligned}$$

Los diagramas 4.16 y 4.15 muestran el análisis de las fuerzas cortantes y de los momentos en el plano XY respectivamente.



**Figura 4.15** Diagrama Cortante del eje motriz en el plano X-Y.



**Figura 4.16** Diagrama de Momentos del eje motriz en el plano X-Y.

Sumatoria de fuerzas en el eje coordenado Z.

$$\begin{aligned}\sum F_Z &= 0 \\ 2T_c + R_{AZ} + R_{BZ} &= 0 \\ R_{AZ} + R_{BZ} &= -331.74 \text{ kgf}\end{aligned}$$

Sumatoria de momentos en el eje coordenado Z respecto al punto B.

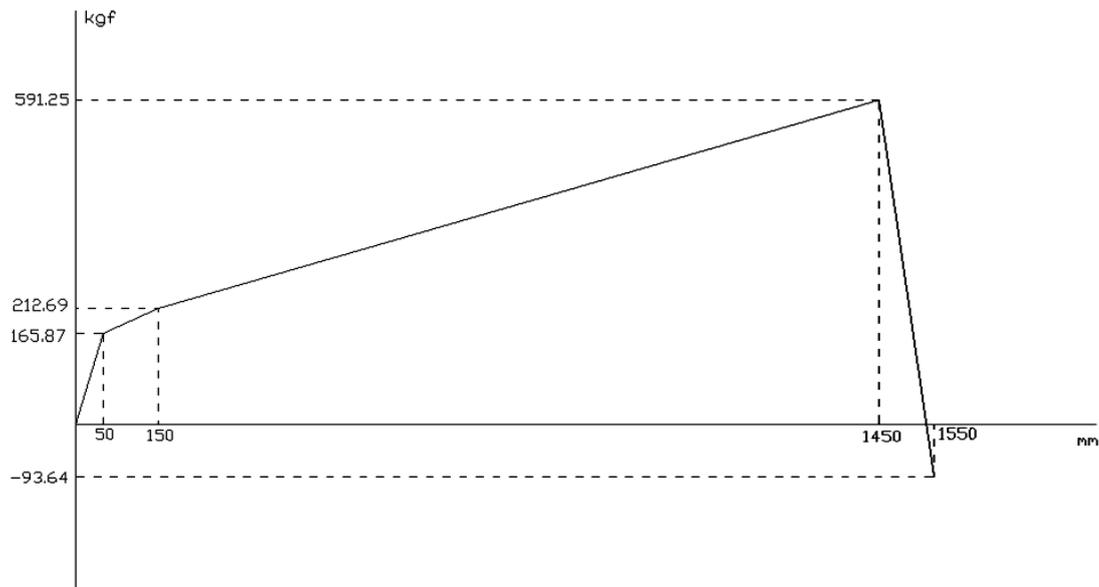
$$\begin{aligned}\sum MB &= 0 \\ -(R_{AZ} * 1.5) - (T_c * 1.4) - (T_c * 0.10) &= 0 \\ -(R_{AZ} * 1.5) - (165.87 * 1.4) - (165.87 * 0.10) &= 0 \\ R_{AZ} &= -165.87 \text{ kgf}\end{aligned}$$

Entonces:

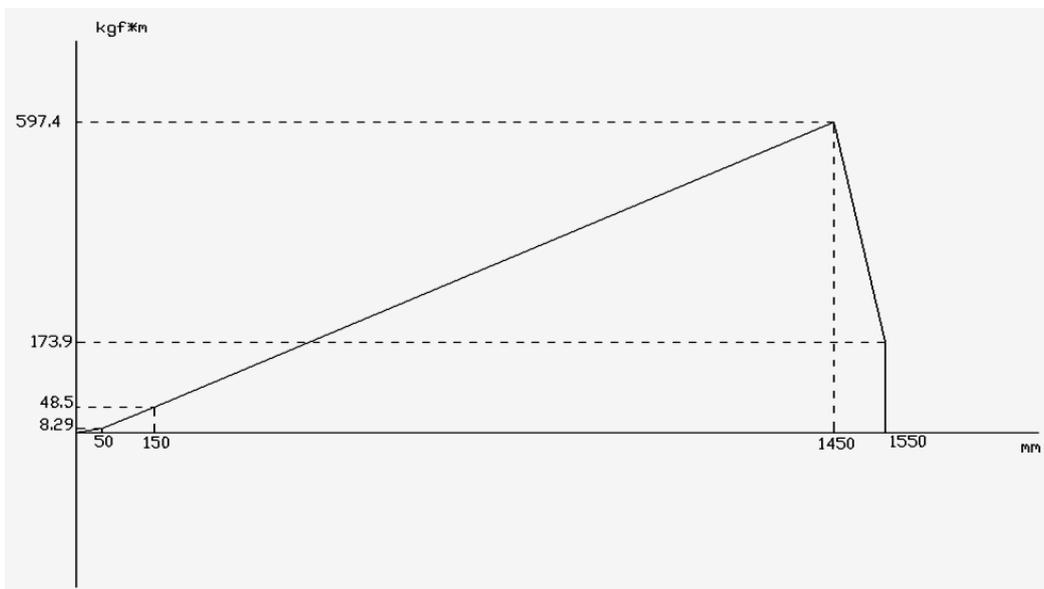
$$R_{BZ} = -497.61 \text{ kgf}$$

Los signos negativos significan que en el diagrama de cuerpo libre se encuentran en sentido contrario.

Los diagramas 4.17 y 4.18 muestran el análisis de las fuerzas cortantes y de los momentos en el plano XZ respectivamente.



**Figura 4.17** Diagrama Cortante del eje motriz en el plano X-Z.



**Figura 4.18** Diagrama de Momentos del eje motriz en el plano X-Z.

Cálculo del momento total:

$$MT = \sqrt{M_z^2 + M_y^2}$$

**[4.51]**

$$MT = 693.95 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 70.74 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Se conoce que el torque en el eje motriz es:

$$T = 1461 \text{ kgf} \cdot \text{cm} = 143,32 \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

Así como las propiedades del material:

- Acero Inoxidable AISI 304
- $S_y = 310 \text{ MPa}$ . (45 Ksi)
- $S_{ut} = 620 \text{ MPa}$ .
- Factor de seguridad propuesto:  $n = 2.5$

Cálculo del diámetro con la ecuación **[4.48]** se tiene:

$$d = \left[ \frac{32n}{\pi * S_y} * \left( M^2 + \frac{3T^2}{4} \right)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d = \left[ \frac{32 * 2.5}{\pi * 310000000} * \left( 70.74^2 + \frac{3 * 143,32^2}{4} \right)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d = 0,0227 \text{ m}$$

$$d = 22.7 \text{ mm} \approx 23 \text{ mm}$$

Por lo tanto se selecciona un eje de acero inoxidable 304 de 25 mm de diámetro.

#### 4.3.1.7 CÁLCULO DE LA LENGÜETA.

Se tiene de datos:

- Material de la lengüeta: Acero Inoxidable 304
- Resistencia a la fluencia:  $\sigma_{fl} = 3161.12 \text{ kgf/cm}^2$
- Diámetro del eje:  $\phi = 25.4 \text{ mm}$
- Torque eje motriz:  $T_{em} = 143,32 \text{ N} * \text{m} = 1461 \text{ kgf} * \text{cm} = 14610 \text{ kgf} * \text{mm}$
- Factor de seguridad:  $F_s = 2,5$

Fuerza de corte:

$$F_c = \frac{2T_{em}}{\phi}$$

[4.52]

$$F_c = \frac{2 * 14610 \text{ kgf} * \text{mm}}{25.4 \text{ mm}}$$

$$F_c = 1150.4 \text{ kgf}$$

Esfuerzo de corte admisible:

$$\tau_{ad} = \frac{0,577 * \sigma_{fl}}{F_s}$$

[4.53]

$$\tau_{ad} = \frac{0,577 * 3161.12 \text{ kgf} * \text{cm}^2}{2,5}$$

$$\tau_{ad} = 729.6 \text{ kgf/cm}^2$$

Esfuerzo de corte admisible:

$$\tau_{ad} = \frac{F_c}{L * b}$$

[4.54]

Con la ayuda del prontuario de metales se tiene que para un eje de diámetro de 25 mm se recomienda las siguientes dimensiones de chaveta o lengüeta:

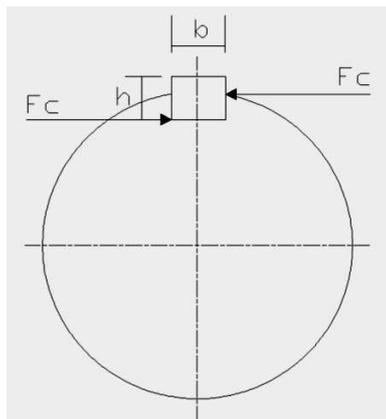
- $b=8\text{mm}$
- $h=7\text{mm}$

Entonces:

$$\tau_{ad} = \frac{F_c}{L * b}$$

$$729.6 \text{ kgf/cm}^2 = \frac{1150.4[\text{kgf}]}{L * 0.8 \text{ cm}}$$

$$L = 2 \text{ cm}$$



**Figura 4.19** Fuerzas que actúan sobre la chaveta.

#### 4.3.1.8 SELECCIÓN DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS.

##### 4.3.1.8.1 CÁLCULO DE LAS CARGAS ESTÁTICAS.

Se realiza un análisis estático que se encuentra sometido a revoluciones menores a 30 r.p.m., así como el factor de servicio  $f_z=1$ , se encuentra bajo sollicitaciones normales.

Entonces se tiene para el apoyo A:

$$F_r = \sqrt{(R_{AZ}^2 + R_{AY}^2)}$$

[4.55]

$$F_r = \sqrt{(165.87^2 + 404.9^2)}$$

$$F_r = 437.56 \text{ kgf} = 4292.46$$

$$F_a = 0$$

Carga estática equivalente:

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a$$

[4.56]

Donde:

$P_o$  → Carga estática equivalente [N].

$F_r$  → Carga radial real [N].

$X_o$  → Factor radial.

$Y_o$  → Factor axial.

Si  $P_o < F_r$ , se toma  $P_o = F_r$

$$P_o = 0.6F_r + 0.5F_a$$

[4.57]

$$P_o = 0.6 * 4292.46$$

$$P_o = 2575 \text{ N}$$

Ahora se calcula la capacidad de carga estática necesaria ( $C_o$ ):

$$C_o = S_o P_o$$

[4.58]

Donde:

$C_o$  → Capacidad de carga estática.

$P_o$  → Carga estática equivalente.

$S_o$  → Factor de seguridad estático  $1 \leq S_o < 1.5$   $S_o = 1.3$

$$C_o = 1,3 * 2575 N$$

$$C_o = 3348 N$$

Se selecciona:

- Rodamiento: 16005
- Chumacera: P205

Con un análisis similar al anterior se determina el rodamiento para el apoyo B del eje motriz.

$$F_r = \sqrt{(R_{BZ}^2 + R_{BY}^2)}$$

$$F_r = \sqrt{(497.61^2 + 227.97^2)}$$

$$F_r = 547.35 \text{ kgf} = 5369.5 N$$

$$F_a = 0$$

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a$$

$$P_o = 0.6 F_r + 0.5 F_a$$

$$P_o = 0,6 * 5369.5$$

$$P_o = 3221.7 N$$

$$C_o = S_o P_o$$

$$C_o = 1,3 * 3221.7 N$$

$$C_o = 4188.2 N$$

Por lo tanto se selecciona:

- Rodamiento: 16005
- Chumacera: P205

Las características de los rodamientos y de las chumaceras se encuentran en el ANEXO XVIII.

Una vez que se finaliza el diseño del prototipo, se proceden a realizar los respectivos planos de taller y de conjunto los mismos que se encuentran en el ANEXO XXI.

## **CAPÍTULO V**

### **CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO**

#### **5.1 GENERALIDADES**

Para la construcción de la máquina lavadora de malanga se debe realizar en un lugar adecuado donde existan las facilidades necesarias como espacio, equipos y herramientas para la construcción de cada uno de los elementos que conforman la máquina.

Cada uno de los elementos que conforman la máquina lavadora de malanga se los construye de acuerdo a los planos de taller establecidos.

#### **5.2 CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA**

Para la construcción de la máquina lavadora de malanga se requiere determinar los siguientes puntos:

- Máquinas y equipos
- Herramientas
- Instrumentos de medición y verificación
- Materia prima
- Elementos normalizados
- Elementos seleccionados
- Elementos a construir
- Hojas de proceso

La construcción de la máquina básicamente consta de procesos de corte, soldadura y doblado los mismos que no necesariamente necesitan de equipos de alta tecnología ni mano de obra calificada.

El motoreductor que se utiliza para el movimiento del sistema de rodillos y la bomba para los sistemas de aspersión son adquiridos en el mercado local.

#### **5.2.1 MÁQUINAS Y EQUIPOS**

- Cizalla
- Dobladora
- Soldadura eléctrica
- Taladro
- Amoladora
- Fresadora
- Torno

#### **5.2.2 HERRAMIENTAS**

- Brocas
- Escuadras
- Limas
- Útiles para tornear
- Martillo
- Rayador
- Llaves

#### **5.2.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN**

- Calibrador
- Graduador
- Nivel
- Escuadra
- Flexómetro

#### **5.2.4 RESUMEN DE MATERIA PRIMA**

- Plancha de acero inoxidable austenítico 304.

- Tubo cuadrado de acero inoxidable austenítico 304, 120\*40\*4
- Eje de acero inoxidable 304.

### **5.2.5 LISTADO DE ELEMENTOS A CONSTRUIR**

- Estructura: Plano 1.2755.101
- Sistemas de aspersión: Plano 1.2755.102
- Tapas de acero inoxidable: Plano 1.2755.104
- Tanque de lavado: Plano 1.2755.103

### **5.3 HOJAS DE PROCESOS**

En el anexo XIX, se presentan las hojas de procesos de los elementos más típicos a construir.

### **5.4 MONTAJE**

Una vez construido todos los elementos que conforman la lavadora, se procede a su respectivo montaje, siguiendo el siguiente orden:

1. Con la estructura ya realizada, se coloca el tanque de lavado; verificando que se encuentre en la posición correcta sin tener holguras excesivas.
2. Se ubica el sistema de transporte (catalinas, rodamientos, chumaceras, poleas, ejes, etc.)
3. Se monta las cadenas en las respectivas catalinas, teniendo en cuenta que los pivotes se encuentren alineados para el siguiente paso.
4. Se instalan los rodillos en los respectivos pivotes, considerando que los rodillos deben de estar paralelos entre sí y con el eje motriz.
5. Se colocan las paredes laterales, de acuerdo a los planos establecidos.
6. Una vez terminado de montar todo el sistema de transporte, se procede a instalar los sistemas de aspersión previamente contruidos. Se toma en cuenta las dimensiones referenciales de los planos.

7. Se sujeta el motoreductor a la base de acuerdo a las dimensiones referenciales establecidas en el plano.
8. Se monta las poleas y bandas de transmisión de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.
9. Se instala el sistema de bombeo con sus respectivas cañerías hacia el tanque de agua.
10. Se verifican que todos los elementos se encuentren de manera óptima para su funcionamiento.

## **5.5 PRUEBAS DE CAMPO**

Las pruebas de campo se realizan en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en el cantón Santo Domingo de los Colorados, en la parroquia Riobambeños de Chilimpe, en presencia del director de tesis, Ing. Jaime Vargas, constatando el funcionamiento correcto de la lavadora de malanga. Las fotos que demuestran constancia de las pruebas de campo, se detallan en el anexo XX.

## **CAPÍTULO VI**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

#### **6.1 COSTOS DE MATERIAL Y EQUIPO**

El análisis de costos tiene por objetivo determinar de los montos que se aplican en la elaboración de algún proyecto. El análisis de costos se lo realiza mediante proformas solicitadas a distribuidores y comercializadoras de las ciudades de Santo Domingo de los Tsáchilas y Quito.

#### **6.2 ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS**

Dentro de los costos directos se tiene los valores parciales de:

- Materiales Directos.
- Elementos Normalizados.
- Costos de Maquinado.
- Costos de Montaje.

##### **6.2.1 COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS.**

Son aquellos materiales que se utiliza para la construcción de los elementos que conformas la maquina a diseñar, son conocidos también como materia prima. Los costos de la materia prima se presentan en la Tabla 6.1

**Tabla 6.1 Costos de Materia Prima**

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Plancha de acero inoxidable 304.	1 plancha de 6'x20'	425	425
	2 planchas de 4'x8'	200	400
Tubo cuadrado de acero inoxidable 304, 40*40*4	1 tubos de 6 m	135	135
Perfil 120*40*4	5 tubos de 6m	220	1100
Eje de acero A-36 de $\Phi = 1"$	3 ejes de 1 m	28	84
Tubos de PVC $\Phi = 4"$	31 unidades	7,54	233,74
<b>SUBTOTAL</b>			<b>2377,74</b>

**Fuente:** Distribuidora ImportCom

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

### **6.2.2 COSTO DE ELEMENTOS NORMALIZADOS.**

Se denominan así, aquellos elementos que son de libre comercialización en el mercado y no son alterados para su uso. Los costos de los elementos normalizados se indican en la siguiente Tabla 6.2

Tabla 6.2 Costos de Elementos Normalizados

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Rodamiento	4 unidades	8	32
Chumacera	4 unidades	8	32
Banda	1 unidad	6	6
Polea	2 unidades	15	30
Pernos	16 unidades	1,2	19,2
Tubería $\Phi = 3''$	4 metros	14,91	59,64
Tubería $\Phi = 2''$	5 metros	9,28	46,4
Tubería $\Phi = 1\frac{1}{2}''$	14 metros	6,61	92,54
Tubería $\Phi = 1''$	8 metros	4,49	35,92
Aspersores $\Phi = 1''$	50 unidades	3	150
Aspersores $\Phi = \frac{1}{2}''$	28 unidades	3	84
Motorreductor	1 unidad	200	200
Bomba Centrífuga	1 unidad	250	250
Catalinas	6 unidades	100	600
Cadena	2 unidades	180	360
SUBTOTAL			<b>1997,7</b>

**Fuente:** Distribuidora ImportCom

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

### 6.2.3 COSTOS DE MAQUINADO

Este costo implica con el valor respecto a la mano de obra directa empleada en las máquinas herramientas y equipamiento eléctrico. Estos valores se muestran en la Tabla 6.3.

Tabla 6.2 Costos de Maquinado

MÁQUINA	COSTO POR MÁQUINA INCLUIDO MANO DE OBRA (USD/h)	TIEMPO TOTAL (h)	COSTO TOTAL POR MÁQUINA (USD)
Torno	8	2	16
Fresadora	12	3	36
Soldadura	15	6	90
Taladradora	8	2	16
Cizalla	6	2	12
Dobladora	7	4	28
SUBTOTAL			<b>198</b>

**Fuente:** Taller de Máquinas y Herramientas

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

#### 6.2.4 COSTOS DE MONTAJE

Estos costos están relacionados con la mano de obra necesaria para el armado y ensamblado de cada una de las partes y la máquina.

Para el montaje, se debe de considerar el trabajo de 4 personas durante 3 días a un costo de 15 dólares por trabajador. Este resultado se muestra en la Tabla 6.4.

**Tabla 6.4 Costos de montaje.**

<b>NÚMERO DE TRABAJADORES</b>	<b>DÍAS DE TRABAJO</b>	<b>COSTO POR DÍA LABORADO (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
4	2	15	120
<b>SUBTOTAL</b>			120

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

### 6.2.5 COSTO DIRECTO TOTAL.

En la Tabla 6.5 se indica la cantidad total del costo directo

**Tabla 6.5 Costo Directo Total.**

<b>COMPONENTE DEL COSTO</b>	<b>VALOR (USD)</b>
Materiales Directos	<b>2377,74</b>
Elementos Normalizados	<b>1997,7</b>
Costo de Maquinado	<b>198</b>
Costo de Montaje	<b>120</b>
<b>Subtotal</b>	<b>4693,44</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

### 6.3. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS

En los costos indirectos se analizan de manera similar que los costos directos:

- Materiales Indirectos.
- Gastos Indirectos

### 6.3.1. COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS

Los costos de materiales indirectos se muestran en la tabla 6.6

**Tabla 6.6 Costos de Materiales Indirectos**

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Electrodos E308L 16 1/8"	2 kg	25	50
Electrodos E6011 1/8"	2 kg	8	16
Discos de Cortar	20 unidades	1.5	30
Lija para Hierro	25 unidades	0,60	15
Guaype	25 unidades	0,20	5
<b>SUBTOTAL</b>			<b>116</b>

**Fuente:** Comercializadoras de Santo Domingo de los Tsáchilas

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

### 6.3.2. GASTOS INDIRECTOS

Estos gastos están relacionados con los costos de movilizaciones de las personas y transporte de materiales. Se estima estos costos aproximadamente en 100 dólares.

### 6.3.3. COSTO TOTAL INDIRECTO

En la tabla 6.7 se indica la cantidad total del costo indirecto.

**Tabla 6.7 Costo Total Indirecto.**

<b>COMPONENTE DEL COSTO</b>	<b>VALOR (USD)</b>
Materiales Indirectos	<b>100</b>
Gastos Indirectos	<b>116</b>
<b>Subtotal</b>	<b>216</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

#### **6.4 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA**

Es el resultado de la suma de los subtotales de los costos directos con los costos indirectos, esto se presenta en la Tabla 6.8

**Tabla 6.8 Costo Total de la Máquina.**

<b>COMPONENTE DEL COSTO</b>	<b>VALOR (USD)</b>
Costo Directo	<b>4693,44</b>
Costo Indirecto	<b>216</b>
<b>Total</b>	<b>4909,44</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado:** Edwin Freire / Felipe Román

El costo total obtenido para una lavadora de malanga como se puede ver en la tabla 6.8 resulta accesible para los pequeños y medianos productores agrícolas.

Esta máquina en comparación con las importadas y las que se producen a nivel nacional, es atractivo para los productores agrícolas.

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 CONCLUSIONES**

Al finalizar tanto el diseño y la construcción de la lavadora de malanga se presentan las siguientes conclusiones que se detallan de la siguiente manera:

- En el país se puede observar, un abandono en el área de la agricultura, y la importación de maquinaria para realizar procesos de lavado son demasiados.
- De los estudios de campo se puede concluir que la mayoría del sector productor de malanga lavan dicho producto de manera manual, realizando costos adicionales de mano de obra.
- El objetivo principal de diseñar y construir se plasma notablemente, cumpliendo con los parámetros funcionales y requerimientos operacionales planteados como necesidades.
- El funcionamiento de la lavadora de malanga puede ser operado por cualquier persona, sin necesidad de experiencia alguna.
- Este diseño da accesibilidad a un fácil desmontaje si la necesidad es de transportar a otro lugar

## 7.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda poner mucha precaución en el momento de ensamblar, tanto en los elementos que van a ser acoplados como en las dimensiones de los mismos.
- Se debe tener mucho cuidado en los aspersores, puesto que éstos pueden sufrir obstrucciones, dañando los mismos.
- Se sugiere continuar con la elaboración de esta clase de proyectos destinados a la mejora del sector agroindustrial.
- Se debe evitar que ingresen sólidos a la bomba, con esto se garantiza la vida útil de la misma.
- Se debe de cumplir con todas las recomendaciones de seguridad industrial para la utilización de la máquina.
- Se debe de hacer una limpieza continua de la materia sedimentada puesto que esta pueda dañar la vida útil de la máquina.

## BIBLIOGRAFÍA

1. MONTALDO, A. 1983, Cultivo de Raíces y Tubérculos Tropicales.
2. BENDAÑA. G. G. 2009. Potencial Agroalimentario y Agroindustrial del Trópico Húmedo de Nicaragua. Libro en prensa. 210 p.
3. HUDSON, Wilbur; Conveyors and Related Equipment; 3ª Edición; New York, 1954
4. INTRALOX; Manual de Ingeniería de las Bandas Transportadoras.
5. SHIGLEY-MISCHKE; Diseño en Ingeniería Mecánica; 6<sup>ta</sup> Edición; Editorial Mc Graw-Hill; México, 2002.
6. DAYCO S.A; Manual de Bandas
7. FAG; Catálogo General WL 41 520/3 SB; Editorial FAG, 2000
8. VARGAS, J; Guía de los Fundamentos de Dibujo Mecánico; E.P.N., Facultad de Ingeniería Mecánica; Quito – Ecuador, 2010.
9. VARGAS, J; Producción por Virutaje; E.P.N., Facultad de Ingeniería Mecánica; Quito – Ecuador, 2010.
10. YUK, Catálogo General de Cadenas; 2004
11. NOZZLES, Catálogo General de Aspersores UG20, 2006
12. VERACRUZ, Monografía de la Malanga, 1988
13. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE VIANDAS TROPICALES; Cultivo de la Malanga, 2001

**REFERENCIAS INTERNET**

- [www.horticom.com](http://www.horticom.com)
- [www.comaexsa.com](http://www.comaexsa.com)
- [www.buenastareas.com/ensayos/Produccion-De-Malanga/354540.html](http://www.buenastareas.com/ensayos/Produccion-De-Malanga/354540.html)
- <http://www.spray.com.mx/techhelp/tutorials/basics.asp.htm>

## **ANEXO I**

1. Protocolo de pruebas.

<b>PROTOCOLO DE PRUEBAS LAVADORA DE MALANGA</b>						
NOMBRE DEL VERIFICADOR			Edwin Freire, Felipe Román			
FECHA			21 de Mayo 2011			
<b>PRUEBAS A REALIZARSE</b>						
<b>DIMENSIONES PRINCIPALES</b>						
DIMENSIONES	DISEÑO	PROTOTIPO	ACEPTACIÓN			
			SI	NO		
Largo total (mm)	6300	6500	X			
Ancho total (mm)	1500	1600	X			
Altura total (mm)	1900	2000	X			
<b>VERIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE FUNCIONAMIENTO</b>						
ELEMENTOS	CONDICIÓN					
	BUENA	REGULAR	MALA			
Motoreductor	X					
Banda de transportación	X					
Sistema de Aspersores	X					
<b>SISTEMA O ELEMENTOS</b>						
TIEMPO (min)	MOTOREDUCTOR		BANDA TRANSPORTADORA		SISTEMA DE ASPERSORES	
	FALLA	NO FALLA	FALLA	NO FALLA	FALLA	NO FALLA
10		X		X		X
20		X		X		X
30		X		X		X
40		X		X		X
50		X		X		X
60		X		X		X
<b>LAVADORA DE MALANGA</b>						
TIEMPO	CAPACIDAD DE LAVADO		CALIDAD DE LAVADO			
(min)	(kg/min)		BUENA		MALA	
10	30		X			
20	35		X			
30	40		X			
40	30		X			
50	30		X			
60	35		X			
<b>Observaciones:</b>						
_____			_____			
Firma Responsable			Firma Aceptacion			

## **ANEXO II**

1. Características del aspersor plano.

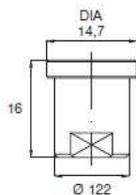


**FLAT JET NOZZLES**

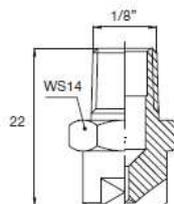
**F**

**OUTER DIMENSIONS OF F TYPE NOZZLES AND FX NOZZLE TIPS**

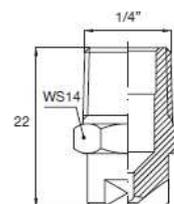
US Gals	PNR Code
02	1460
03	1686
04	1930
045	2103
05	2116
055	2126
06	2138
065	2149
07	2160
075	2170
08	2181
09	2204
10	2226
12	2272
12.5	2280
13	2296
15	2341
20	2456
30	2682



FX



FA



FB

**High pressure washing accessories**

We supply a range our range of quality guns and lances designed for high pressure washing applications in our Accessories Catalog CTG AC20.



UMW 0010 D4



UMW 0020 D4



UMW 0030 B3



UMW 0045 B3

**Flow straightener**

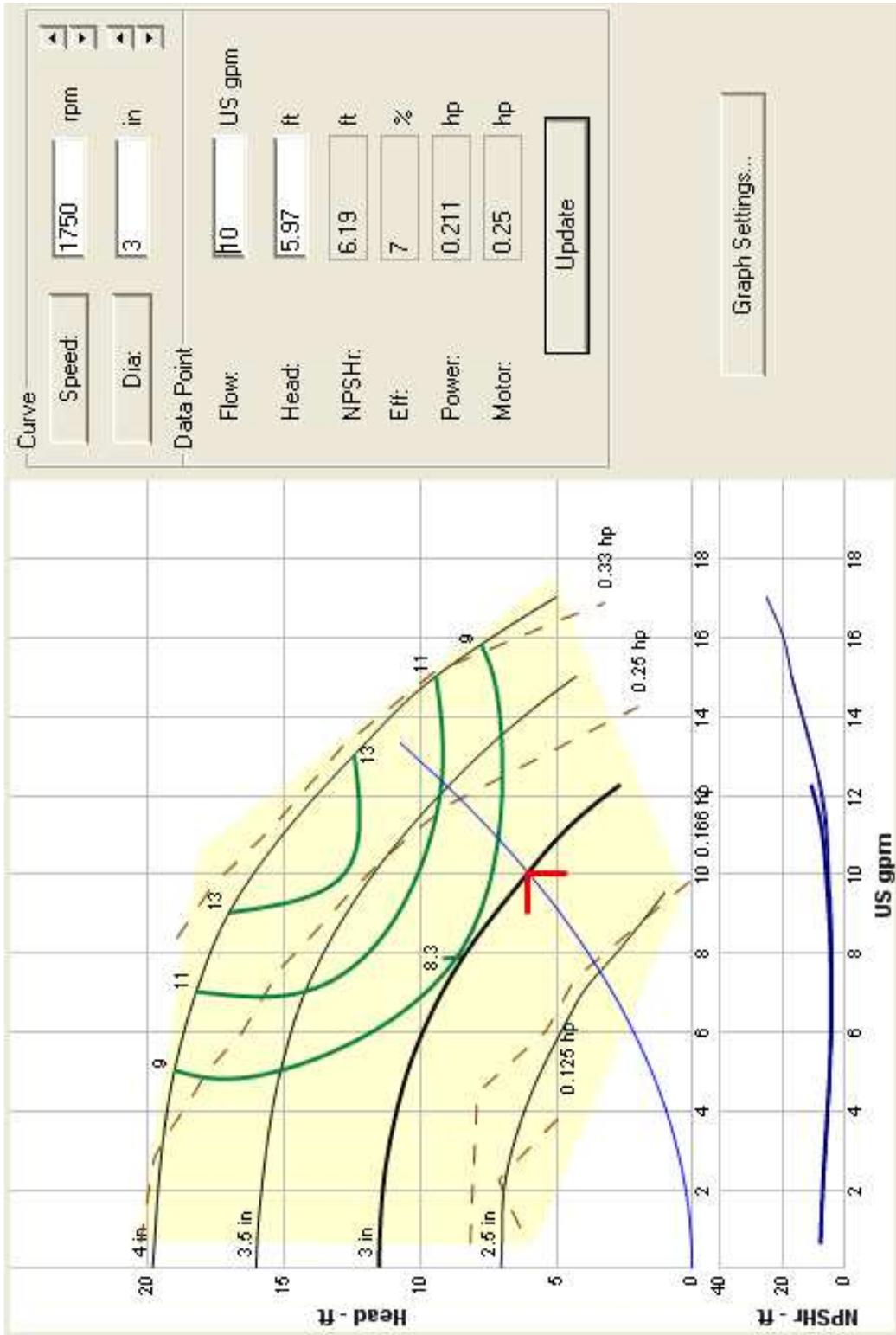
We can supply on request our FX tips complete with an inside stainless steel flow straightener to improve jet efficiency.



## **ANEXO III**

1. Características de la bomba centrífuga.

	...	320_SUMP_SOSMR\1L1.5x3-6RV	CS-17305	...	1150	4.125	6.28	35	60	0.351	0.046	0.0907	0.166	48	...	2.87	0.5625	1214	6233
	...	460_ANSI_LOP	CS-17502	...	1150	4.125	6.11	18	30	0.347	0.0755	0.0839	0.166	48	...	1.93	0.406	931	7871
	...	320_SUMP_SOSMOP\1L1x1.5-6OP	CS-17502	...	1150	4.125	6.11	18	30	0.347	0.0755	0.0839	0.166	48	...	1.93	0.406	931	7871
	...	320_SUMP_SOSMR\1L1x1.5-6RV	CS-17302	...	1150	4	6.51	19	26	1.07	0.0655	0.117	0.166	48	...	1.77	0.375	902	5672
	...	460_ANSI_RV	CS-17302	...	1150	4	6.51	19	26	1.07	0.0655	0.117	0.166	48	...	1.77	0.375	902	5672
	...	460_ANSI_LOP	CS-17372	...	1750	3.125	7.42	9	10	5.77	0.207	0.236	0.25	48	...	...	0.25	762	4555
	...	320_SUMP_SOSMOP\1L1x1.5LF-4	CS-17372	...	1750	3.125	7.42	9	10	5.77	0.207	0.236	0.25	48	...	...	0.25	762	4555
	...	320_SUMP_SOSMR\1L2x3-6RV	CS-17308	...	1150	4.25	6.08	14	53	0.317	0.11	0.136	0.166	48	...	5.56	0.4375	1674	7204
	...	460_ANSI_RV	CS-17308	...	1150	4.25	6.08	14	53	0.317	0.11	0.136	0.166	48	...	5.56	0.4375	1674	7204
	...	460_ANSI_LOP	CS-17520	...	1150	5.125	6.6	4	23	0.135	0.41	0.532	0.75	1437	...	8.33	0.5	1514	9654
	...	320_SUMP_SOSMOP\2L3x4-6OP	CS-17520	...	1150	5.125	6.6	4	23	0.135	0.41	0.532	0.75	1437	...	8.33	0.5	1514	9654
	...	310_VRT_INLINE_REI\2x2-6 REI	CS-17003	...	1150	4.125	6.53	22	32	1.27	0.0628	0.0891	0.166	48	...	4.65	0.0625	1142	3965



## **ANEXO IV**

1. Características técnicas de la tubería de acero.



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO**  
API 5L / ASTM A53 / A106

[www.vemacero.com](http://www.vemacero.com)

Diámetro Nominal DN		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197
5	125	5.563	141.3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
				0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
				0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197
6	150	6.625	168.3	0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
				0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197
				0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197

## **ANEXO V**

1. Características técnicas de los pernos de sujeción seleccionados para los sistemas de aspersión.

### Designaciones para pernos según DIN

Clase		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
Denominación antigua		4A	4D	4S	5D	5S	6S	6G	8G	10K	12K	
Resistencia estática $R_m = \sigma_B$ en N/mm <sup>2</sup>	nom mín.	300 330	400 400	400 420	500 500	500 520	600 600	600 600	800 800	1,000 1,040	1,200 1,220	1,400
Límite de fluencia $R_{el} = \sigma_S$ en N/mm <sup>2</sup>	nom mín.	180 190	240 240	320 340	300 300	400 420	480 480	540 540				
Límite 0.2 % $R_{p0.2} = \sigma_{0.2\%}$ en N/mm <sup>2</sup>	nom mín.								640 640	900 940	1,080 1,100	1,260
Trabajo de resiliencia en Joule	mín.				25				30	20	15	
Alargamiento de rotura (probeta corta) en %		25	22	14	20	10	8	12	12	9	8	7
Dureza Brinell HB	mín. máx.	90 209	114 209	124 209	147 209	152 209	181 238	183 238	219 285	295 363	353 412	
Dureza Vickers HV	mín. máx.	95 220	120 220	130 220	155 220	160 220	190 250	194 250	230 300	310 382	372 434	
Dureza Rockwell HRB	mín. máx.	52 95	67 95	71 95	79 95	82 95	89 99	90 99				
Dureza Rockwell HRC	mín. máx.								20 30	31 39	38 44	

Otras marcas en los pernos se refieren mayormente al fabricante.

### Material para pernos y tuercas

Clase	Fabricación del perno en:			Fabricación de la tuerca en:		Clase
	Caliente	Frío	Torno	Caliente	Torno	
3.6	St34	St34	St34KG			
4.6	St37, C15	St34, St37	St37KG, 9S20KG	St37	St37KG, 9S20KG	4
5.6	St 50, C35	Cq22, Cq35	C35KG, 35S20KG	St50, C35	St50KG, 35S20KG	5
6.8			St50K, C35K	C35, C45	St50K, C35K	6
8.8	C35, C45	Cq35, Cq45	C35, C45		C35, C45, 35S20	8
10.9	41Cr4	41Cr4				
12.9	42CrMo4	42CrMo4				

## Convenciones

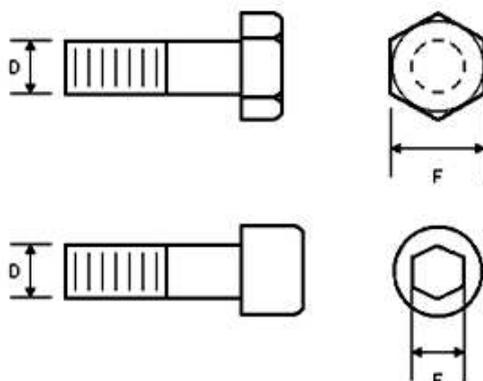
### Pernos

- la primera cifra da el 1 % de la resistencia mínima a la tracción  $R_m$  (equivalente a la resistencia estática  $\sigma_B$ ) en  $N/mm^2$
- la segunda cifra da el décuplo de la relación entre la fluencia mínima  $R_{eL}$  (equivalente al límite de fluencia  $\sigma_S$ ) y la resistencia mínima a la tracción
- ambas cifras multiplicadas entre sí dan el 10% del límite de fluencia mínima
- aparte de llevar estos dos grupos de números (separados por un punto), puede llevar la marca y/ ó logotipo del fabricante

### Tuercas

- la única cifra da el 1% de la tensión de prueba  $\sigma_L$  en  $N/mm^2$ , que equivale a la resistencia mínima a la tracción  $R_m$  (resistencia estática  $\sigma_B$ ) de un perno que se puede emparejar con esta tuerca, sin destruir la rosca durante la prueba.
- la mayor capacidad de carga (al menor costo) de un conjunto perno-tuerca está dada cuando coinciden el primer grupo de las marcas del perno y el de la tuerca.

## Dimensión de las cabezas hexagonales y Allen

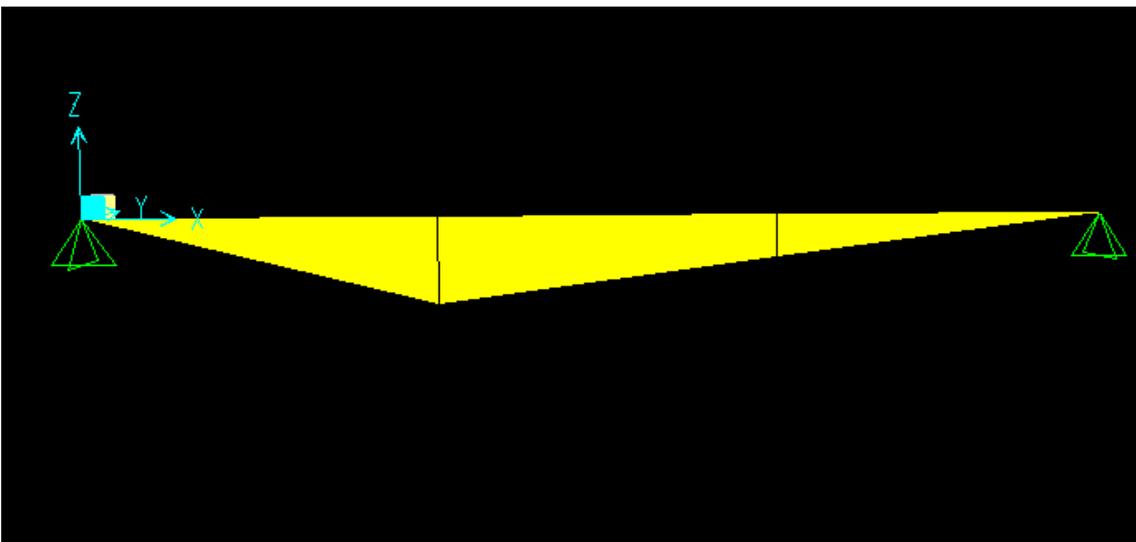
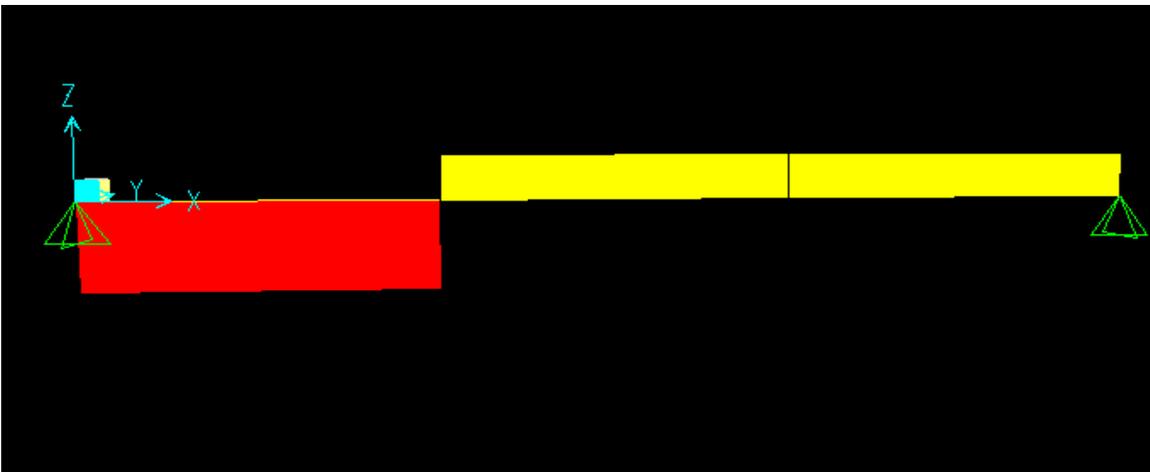


DIN 272 Normal	Llave	
	Para tuercas	Allen
D	F	F
M 2	4	1.5
M 2.3	4.5	
M 2.6	5	
M 3	5.5	2.5
M 3.5	6	
M 4	7	3
M 5	7, 8, 9	4
M 6	8, 10	5
M 7	11	6
M 8	10, 13	6

## **ANEXO VI**

1. Momento máximo en las paredes que convergen a un mismo segmento.

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major Moment	23262,803	1554025,538	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000
Minor Moment	0,000	246721,923	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	
<b>SHEAR DESIGN</b>								
	Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion			
Major Shear	288,308	36740,984	0,008	OK	0,000			
Minor Shear	0,000	38782,150	0,000	OK	0,000			



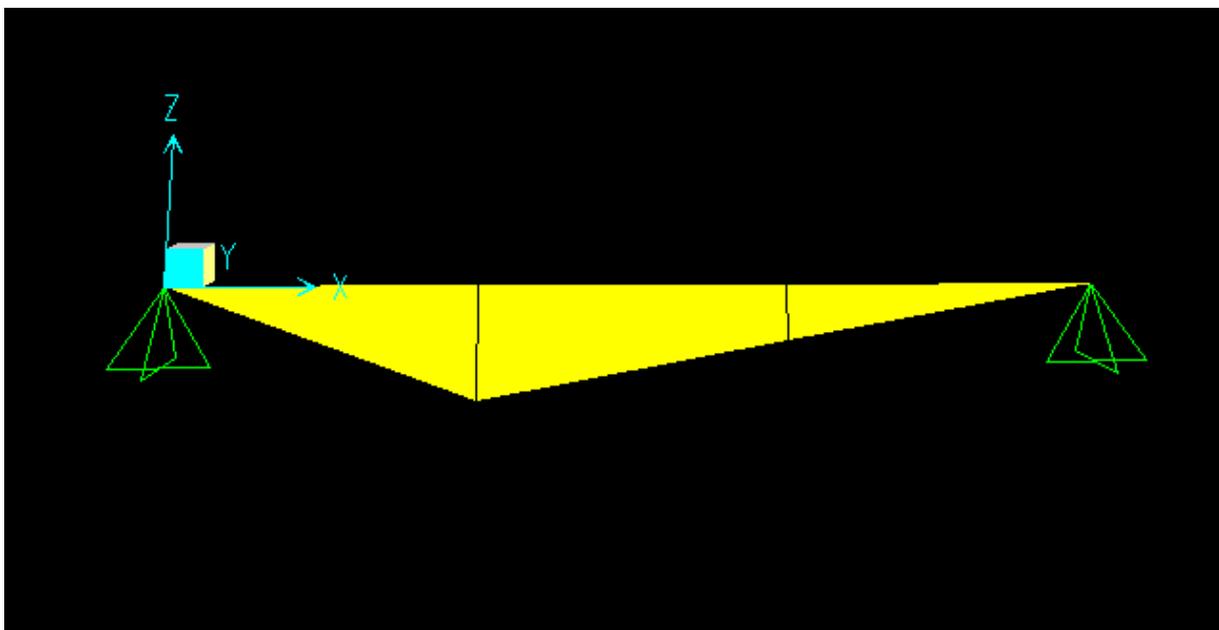
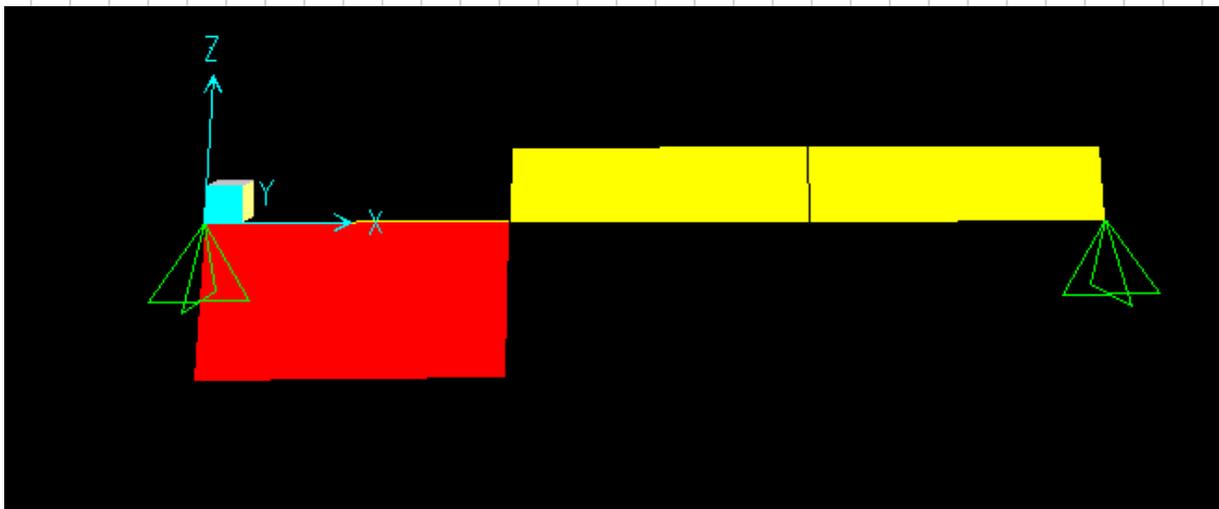
## **ANEXO VII**

1. Momento máximo en las paredes paralelas.

MOMENT DESIGN									
		Mu Moment	phi*Mn Capacity	Cm Factor	B1 Factor	B2 Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor
Major	Moment	17505,803	1554025,538	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000
Minor	Moment	0,000	246721,923	1,000	1,000	1,000	1,000	3,000	

SHEAR DESIGN						
		Uu Force	phi*Un Capacity	Stress Ratio	Status Check	Tu Torsion
Major	Shear	290,176	36740,984	0,008	OK	0,000
Minor	Shear	0,000	38782,150	0,000	OK	0,000



## **ANEXO VIII**

1. Análisis de la estructura de la lavadora de malanga.



## **ANEXO IX**

1. Características técnicas de los rodillos de PVC.



### TUBERÍA PVC FECAL-APLICACIÓN B

REFERENCIA	DIÁMETRO EXTERIOR mm.	COLOR RAL 7003	E	PESO TUBO Kgrs.	L. TOT. TUBO mts.
200.032.030	32	Gris	3,0	1,23	3,00
200.032.058	32	Gris	3,0	2,38	5,80
200.032.058.010	(1) 32	Bianco	3,0	2,38	5,80
200.040.030	40	Gris	3,0	1,57	3,00
200.040.058	40	Gris	3,0	3,04	5,80
200.040.058.010	(1) 40	Bianco	3,0	3,04	5,80
200.050.030	50	Gris	3,0	2,00	3,00
200.050.058	50	Gris	3,0	3,86	5,80
100.083.030	(2) 83	Gris	3,2	3,60	3,00
100.083.058	(2) 83	Gris	3,2	6,96	5,80
100.110.030	110	Gris	3,2	4,93	3,00
100.110.058	110	Gris	3,2	9,53	5,80
100.125.030	125	Gris	3,2	5,54	3,00
100.125.058	125	Gris	3,2	10,70	5,80
100.160.030	160	Gris	3,2	7,24	3,00
100.160.058	160	Gris	3,2	14,00	5,80
100.200.058	*(3) 200	Gris	3,9	21,25	5,80
100.250.058	*(3) 250	Gris	4,9	33,28	5,80
100.315.058	*(3) 315	Gris	6,2	52,63	5,80

Fabricada según norma UNE - EN 1.329-1, capaz de resistir descargas intermitentes de agua a 95°C (ensayo, con expediente N° 12656 del instituto Eduardo Torroja)

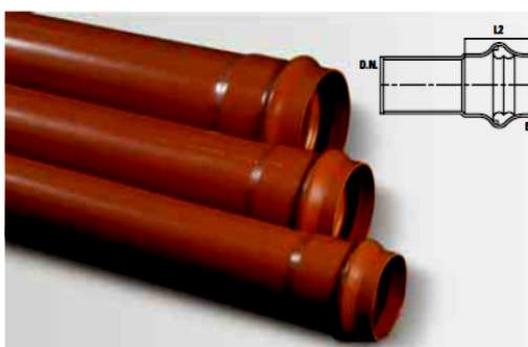


### TUBERÍA PVC PARA SANEAMIENTO

Fabricada según espesores exigidos en la norma UNE - EN 1.401-1, para la aplicación UD en canalizaciones subterráneas o no y empleadas para evacuación y desagües. Esta serie puede ser utilizada para los fines de la aplicación B.

#### UNIÓN POR ENCOLADO

REFERENCIA	DIÁMETRO EXTERIOR mm.	COLOR RAL 7003	E	PESO TUBO Kgrs.	L. TOT. TUBO mts.
100.110.030	110	Gris	3,2	4,928	3,00
100.110.058	110	Gris	3,2	9,527	5,80
100.125.030	125	Gris	3,2	5,536	3,00
100.125.058	125	Gris	3,2	10,703	5,80
600.160.058	160	Gris	4,0	17,332	5,80
600.200.058	(3) 200	Gris	4,9	26,580	5,80
600.250.058	(3) 250	Gris	6,2	41,971	5,80
600.315.058	(3) 315	Gris	7,7	65,791	5,80
600.400.058	(3) 400	Gris	9,8	106,238	5,80



#### UNIÓN JUNTA ELÁSTICA

REFERENCIA	DIÁMETRO EXTERIOR mm.	COLOR RAL 7003	E	PESO TUBO Kgrs.	L. TOT. TUBO mts.
600.125.058.001	(3) 125	Teja (RAL 2010)	3,2	10,703	5,80
600.160.058.001	(3) 160	Teja (RAL 2010)	4,0	16,919	5,80
600.200.058.001	(3) 200	Teja (RAL 2010)	4,9	26,580	5,80
600.250.058.001	(3) 250	Teja (RAL 2010)	6,2	41,971	5,80
600.315.058.001	(3) 315	Teja (RAL 2010)	7,7	65,791	5,80
600.400.058.001	(3) 400	Teja (RAL 2010)	9,8	106,238	5,80

## **ANEXO X**

1. Propiedades del material Acero Inoxidable 304.

## ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

**1. Descripción:** éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

**2. Normas involucradas:** ASTM A 276

**3. Propiedades mecánicas:** Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)  
Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)  
Elongación 30 % (en 50mm)  
Reducción de área 40 %  
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

**4. Propiedades físicas:** Densidad 7.8 g/cm<sup>3</sup> (0.28 lb/in<sup>3</sup>)

**5. Propiedades químicas:** 0.08 % C min  
2.00 % Mn  
1.00 % Si  
18.0 – 20.0 % Cr  
8.0 – 10.5 % Ni  
0.045 % P  
0.03 % S

**6. Usos:** sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

**7. Tratamientos térmicos:** éste acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, caliente entre 1010 y 1120°C y enfríe rápidamente

**NOTA:**

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

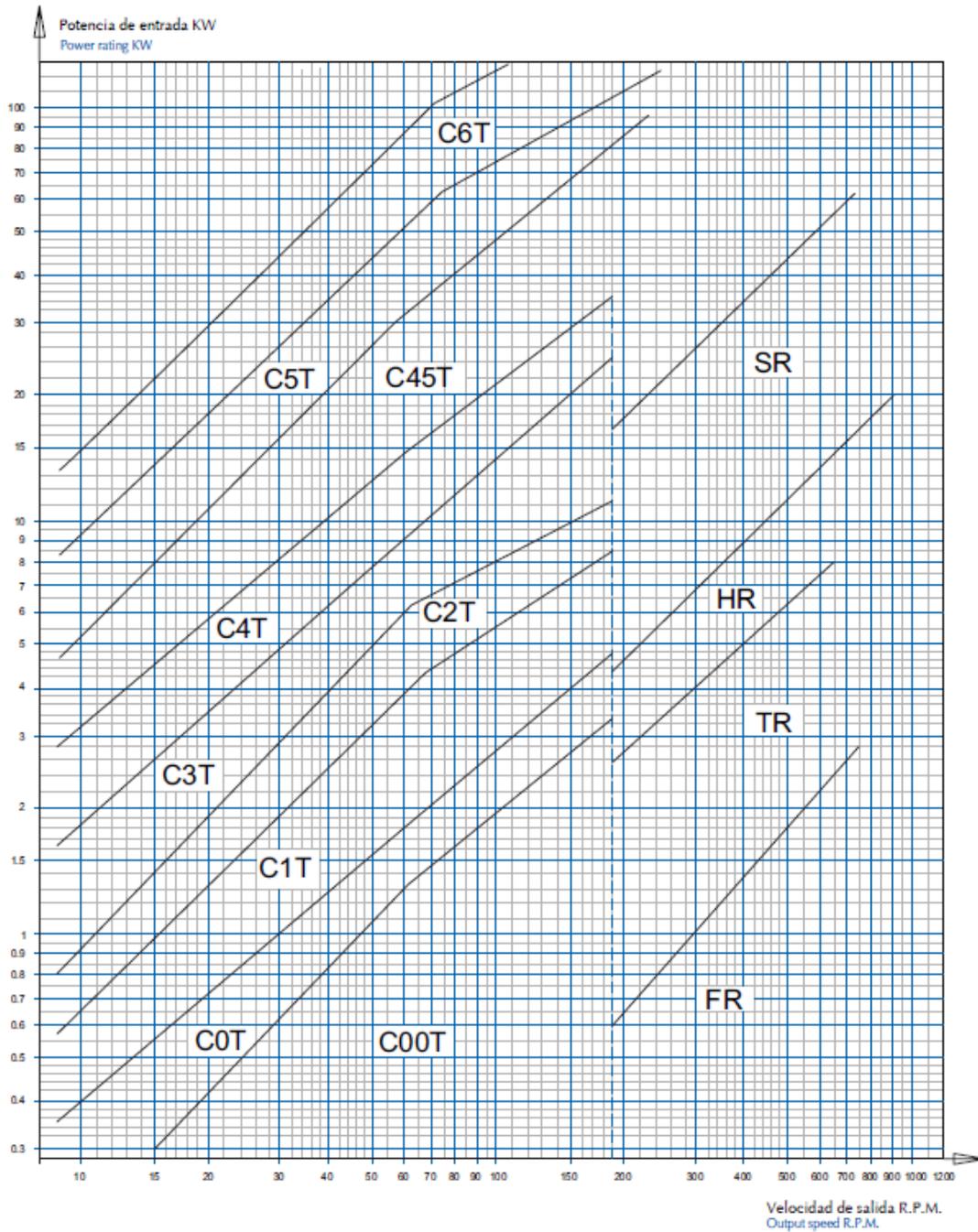
## ACERO INOXIDABLE- AISI 304

## **ANEXO XI**

1. Selección del motoreductor.
2. Características técnicas Motoreductor.

# 1. Selección del Motoreductor

DIAGRAMA DE SELECCION RAPIDA  
 QUICK SELECTION DIAGRAM

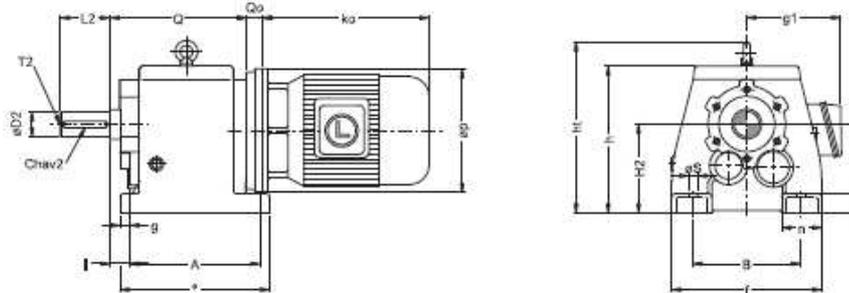


Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada aprox. HP	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (Nm)	Potencia Entrada kW	Velocidad Entrada aprox. HP	Velocidad Salida aprox. (RPM)	Relación (i)	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util (Nm)				
		504.0	1.81	FR	0.25	10.05			7.2	192.22	C0FR	0.33	1.25	309			
	1380	242.0	5.69	FR	0.25	4.80		680	5.9	114.84	C0T3	0.33	1.05	381			
		311.0	4.44	FR	0.25	6.15			6.4	106.41	C0T3	0.33	1.15	353			
		386.0	3.58	FR	0.25	7.60			6.6	102.64	C0T3	0.33	1.15	341			
		467.0	2.96	FR	0.25	9.20			7.1	95.16	C0T3	0.33	1.25	316			
		556.0	2.48	FR	0.25	11.00			7.7	88.17	C0T3	0.33	1.40	293			
		655.0	2.11	FR	0.25	12.90											
		764.0	1.81	FR	0.25	15.05											
0.24	0.33	1380	0.9	1501.52	C4TR	0.33	1.30	2417		880	5.2	168.13	C0T3	0.33	0.95	431	
			1.2	1178.86	C4TR	0.33	1.65	1898			6.2	141.90	C0T3	0.33	1.10	364	
			1.4	958.10	C4TR	0.33	2.00	1542			6.7	131.48	C0T3	0.33	1.25	337	
			1.7	797.76	C4TR	0.33	2.40	1284			7.7	114.84	C0T3	0.33	1.35	295	
			2.0	675.52	C4TR	0.33	2.85	1088		1380	7.6	181.45	C0T3	0.33	1.30	297	
			2.2	626.33	C4TR	0.33	3.05	1008			8.2	168.13	C0T3	0.33	1.45	275	
			2.7	509.04	C4TR	0.33	3.80	819			9.7	141.90	C0T3	0.33	1.65	232	
	680	3.1	219.32	C4T3	0.33	4.00	728			10.5	131.48	C0T3	0.33	1.85	215		
										12.0	114.84	C0T3	0.33	2.05	188		
	1380	1.4	1007.26	C1TR	0.33	0.95	1622			13.0	106.41	C0T3	0.33	2.25	174		
		1.6	838.46	C1TR	0.33	1.15	1350			13.4	102.64	C0T3	0.33	2.35	168		
		1.9	714.97	C1TR	0.33	1.35	1151			14.5	95.16	C0T3	0.33	2.50	156		
		2.3	609.38	C1TR	0.33	1.60	981			15.7	88.17	C0T3	0.33	2.75	144		
		2.5	561.33	C1TR	0.33	1.70	904			17.2	80.20	C0T3	0.33	2.95	131		
		3.0	456.21	C1TR	0.33	2.10	734			18.6	74.31	C0T3	0.33	3.25	122		
		3.6	379.76	C1TR	0.33	2.55	611			11.8	117.43	C00T3	0.33	0.95	192		
		4.3	321.65	C1TR	0.33	3.00	518			12.7	108.33	C00T3	0.33	1.05	177		
		5.0	276.00	C1TR	0.33	3.50	444			14.2	96.95	C00T3	0.33	1.20	159		
	680	2.9	230.58	C1T3	0.33	2.25	765			14.7	94.10	C00T3	0.33	1.25	154		
		3.2	211.33	C1T3	0.33	2.45	701			15.7	88.14	C00T3	0.33	1.30	144		
										17.0	81.30	C00T3	0.33	1.40	133		
	1380	2.2	628.09	C2FR	0.33	0.95	1011			19.4	71.16	C00T3	0.33	1.65	116		
		2.7	518.51	C2FR	0.33	1.15	835			22.0	63.01	C00T3	0.33	1.90	103		
		2.9	472.28	C2FR	0.33	1.25	760			25.0	54.74	C00T3	0.33	2.15	90		
		3.2	435.23	C2FR	0.33	1.40	701			27.0	50.49	C00T3	0.33	2.45	83		
		3.7	368.17	C2FR	0.33	1.65	593			31.0	44.87	C00T3	0.33	2.65	73		
		4.4	317.02	C2FR	0.33	1.90	510			33.0	41.39	C00T3	0.33	2.95	68		
		4.6	296.94	C2FR	0.33	2.00	478			40.0	34.47	C00T3	0.33	3.45	56		
		5.6	245.13	C2FR	0.33	2.45	395			44.0	31.48	C00T3	0.33	3.80	51		
		6.7	205.76	C2FR	0.33	2.90	331			48.0	29.04	C00T3	0.33	4.20	47		
		7.9	174.83	C2FR	0.33	3.45	281			56.0	24.65	C00T3	0.33	4.90	40		
		9.2	149.88	C2FR	0.33	4.00	241			60.0	22.95	C00T2	0.33	5.35	38		
	680	3.9	175.50	C2T3	0.33	1.55	583			73.0	18.99	C00T2	0.33	6.40	32		
		5.0	137.24	C2T3	0.33	2.00	456			86.0	15.97	C00T2	0.33	7.75	27		
		5.2	131.09	C2T3	0.33	2.25	435			101.0	13.60	C00T2	0.33	9.10	23		
		6.1	111.07	C2T3	0.33	2.45	369			110.0	12.56	C00T2	0.33	9.80	21		
		6.8	100.41	C2T3	0.33	2.90	333			118.0	11.69	C00T2	0.33	10.60	19		
		7.4	92.04	C2T3	0.33	3.40	305			131.0	10.56	C00T2	0.33	11.05	18		
		8.2	82.97	C2T3	0.33	3.65	275			153.0	9.00	C00T2	0.33	11.40	15		
										179.0	7.73	C00T2	0.33	13.25	13		
	880	5.0	175.50	C2T3	0.33	2.05	450		680	119.0	5.69	FR	0.33	1.80	19		
		6.4	137.24	C2T3	0.33	2.65	352			153.0	4.44	FR	0.33	2.30	15		
		6.7	131.09	C2T3	0.33	3.00	336			190.0	3.58	FR	0.33	2.90	12		
		7.9	111.07	C2T3	0.33	3.25	285			230.0	2.96	FR	0.33	3.50	10		
		8.8	100.41	C2T3	0.33	3.85	258										
	1380	8.0	175.50	C2T3	0.33	3.10	287		880	155.0	5.69	FR	0.33	2.40	15		
		10.0	137.24	C2T3	0.33	3.95	224			198.0	4.44	FR	0.33	3.10	12		
		3.7	370.60	C1FR	0.33	0.95	597			418.0	2.11	FR	0.33	6.50	6		
		4.0	348.47	C1FR	0.33	1.05	561			487.0	1.81	FR	0.33	7.60	5		
		4.7	292.50	C1FR	0.33	1.25	471		1380	242.0	5.69	FR	0.33	3.60	10		
		5.6	248.53	C1FR	0.33	1.45	400			311.0	4.44	FR	0.33	4.65	7		
	680	3.6	186.95	C1T3	0.33	0.95	621			386.0	3.58	FR	0.33	5.75	6		
		4.2	162.50	C1T3	0.33	1.15	539			467.0	2.96	FR	0.33	7.00	5		
		4.6	148.08	C1T3	0.33	1.20	492			556.0	2.48	FR	0.33	8.30	4		
										655.0	2.11	FR	0.33	9.80	4		
										764.0	1.81	FR	0.33	11.40	3		
	880	4.3	205.16	C1T3	0.33	1.20	526		0.37	0.50	1405	1.2	1178.86	C4TR	0.50	1.10	2024
		4.7	186.95	C1T3	0.33	1.25	479				1.5	958.10	C4TR	0.50	1.30	2295	
		5.4	162.50	C1T3	0.33	1.50	417				1.8	797.76	C4TR	0.50	1.60	1911	
		5.9	148.08	C1T3	0.33	1.60	380				2.1	675.52	C4TR	0.50	1.90	1618	
		6.0	145.98	C1T3	0.33	1.80	374				2.2	626.33	C4TR	0.50	2.05	1501	
	1380	6.7	205.16	C1T3	0.33	1.80	336				2.8	509.04	C4TR	0.50	2.50	1220	
		7.4	186.95	C1T3	0.33	1.90	306				3.3	423.73	C4TR	0.50	3.00	1015	
		8.5	162.50	C1T3	0.33	2.25	266				3.9	358.90	C4TR	0.50	3.55	860	
		9.3	148.08	C1T3	0.33	2.40	242			690	3.1	219.32	C4T3	0.50	2.65	1087	
		9.5	145.98	C1T3	0.33	2.70	239				3.8	182.77	C4T3	0.50	3.30	906	
		11.7	117.94	C1T3	0.33	2.80	193				4.0	172.13	C4T3	0.50	3.40	853	
		11.9	115.63	C1T3	0.33	3.05	189			910	4.1	219.32	C4T3	0.50	3.50	824	
		12.7	108.73	C1T3	0.33	3.35	178										
		13.9	99.08	C1T3	0.33	3.50	162			1405	2.3	609.38	C1TR	0.50	1.05	1460	
		14.8	93.42	C1T3	0.33	4.00	153				2.5	561.33	C1TR	0.50	1.15	1345	
											3.1	456.21	C1TR	0.50	1.40	1093	
											3.7	379.76	C1TR	0.50	1.65	910	



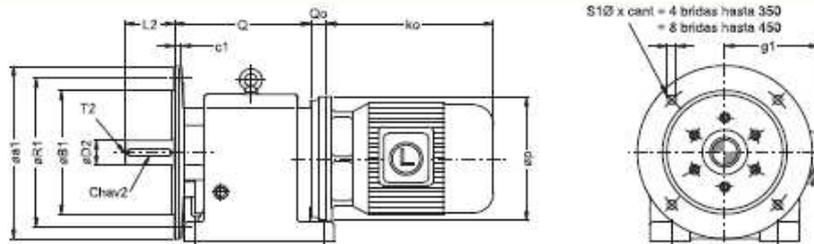
## **2. Características técnicas motoreductor**

**TABLA DE MEDIDAS - SERIE "C"**  
**OVERALL DIMENSIONS - TYPE "C"**



Modelo	D2ø	L2	chav 2	T2	H2	A	B	S0	I	Q0					
Model			keyway 2							IEC 71	IEC 80-90	IEC 100-112	IEC 132	IEC160-200	IEC 225-280
C00T	mm	25	50	8x7	M10	90	110	110	9	20	35	---	---	---	---
	inch	1.000	2	1/4x1/8	UNC3/8"	3.543	5.18	4.11/32	1/8"	1	25/32	1 3/8	---	---	---
C07	mm	30	60	8x7	M10	115	165	135	14	30	35	---	---	---	---
	inch	1.188	2 3/8	1/4x1/8	UNC3/8"	4.528	6.12	5.576	9/16	1 1/16	25/32	1 3/8	---	---	---
C17	mm	35	70	10x8	M12	130	195	150	14	30	35	42	64	---	---
	inch	1.375	2 3/4	5/16x 3/32	UNC1/2"	5.118	7.11/16	5.29/32	9/16	1 1/16	25/32	1 3/8	1 11/32	2 17/32	---
C27	mm	40	80	12x8	M16	140	205	170	18	35	35	42	64	---	---
	inch	1.625	3 1/8	3/8x 3/16	UNC5/8"	5.512	8.1/16	6.11/16	23/32	1 3/8	25/32	1 3/8	1 11/32	2 17/32	---
C37	mm	50	100	14x9	M16	180	260	215	18	40	---	32	52	82	---
	inch	2.000	4	1/2x1/4	UNC5/8"	7.087	10.1/4	8.15/32	23/32	1 9/16	---	1 1/4	1 1/4	2 1/16	3 7/32
C47	mm	60	120	18x11	M20	225	310	250	22	40	---	32	52	82	---
	inch	2.375	4 3/4	5/8x 5/16	UNC3/4"	8.858	12.7/32	9.27/32	7/8	1 9/16	---	1 1/4	1 1/4	2 1/16	3 7/32
C45T	mm	70	140	20 x 12	M20	250	370	290	26	45	---	45	45	75	105
	inch	2.750	5 1/2	5/8x 5/16	UNC3/4"	9.843	14.9/16	11.7/16	1 1/32	1 3/4	---	1 25/32	1 25/32	2 15/16	4 1/8
C57	mm	90	170	25 x 14	M24	315	410	340	33	50	---	45	45	75	105
	inch	3.500	6 3/4	7/8x7/8	UNC1"	12.402	16.1/8	13.3/8	15/16	1 31/32	---	1 25/32	1 25/32	2 15/16	4 1/8
C67	mm	110	210	28 x 16	M24	355	500	380	39	50	---	---	45	75	105
	inch	4.313	8 3/4	1 x 1	UNC1"	13.976	19.11/16	14.31/32	1 17/32	1 31/32	---	---	1 25/32	2 15/16	4 1/8

Modelo	Q	B1ø	R1ø	S1ø	a1ø	c	cl	e	f	g	h	ht	n	Peso	acele	
Model														kg	ft	
														lb	oil	
														lb	fl.oz.	
C00T	mm	151	110	130	9	160	20	10	155	150	115	155	165	40	12	0.65
	inch	5.15/16	4.331	5 1/8	3/8	6.576	13/16	3/8	6.1/8	5.78	7/16	6.1/8	6.1/2	1.5/8	26	22
C07	mm	186	130	165	11	200	25	12	195	195	15	190	200	57.5	21	0.8
	inch	7.5/16	5.118	6.1/2	7/16	7.7/8	1	1/2	7.3/4	7.3/4	5/8	7.1/2	7.7/8	2.1/4	46	28
C17	mm	210.5	180	215	14	250	30	12	230	215	18.5	218	270	62.5	31	1.1
	inch	8.9/32	7.087	8.15/32	9/16	9.7/8	1.3/16	1/2	9.1/8	8.1/2	3/4	8.5/8	10.5/8	2.1/2	68	38
C27	mm	232	230	265	14	300	30	14	245	240	19	240	290	65	44	1.9
	inch	9.1/8	9.055	10.7/16	9/16	11.7/8	1.3/16	9/16	9.5/8	9.1/2	3/4	9.1/2	11.1/2	2.5/8	97	66
C37	mm	273	250	300	18	350	40	18	300	300	20	300	370	80	75	3.1
	inch	10.3/4	9.843	11.13/16	11/16	13.13/16	1.9/16	11/16	11.7/8	11.7/8	3/4	1.7/8	14.1/2	3.1/16	165	107
C47	mm	335	350	400	18	450	50	18	358	350	23	375	440	95	130	6.0
	inch	13.3/16	13.780	15.3/4	11/16	17.3/4	2	11/16	14.1/8	13.13/16	7/8	14.3/4	17.3/8	3.3/4	287	207
C45T	mm	392	230	400	18	450	60	18	430	400	27	426	496	110	208	10.0
	inch	15.7/16	13.780	15.3/4	11/16	17.3/4	2.1/8	11/16	16.15/16	15.3/4	1.1/8	16.3/4	19.1/2	4.3/8	459	345
C57	mm	457	450	500	18	550	70	24	490	450	32	490	560	110	320	15
	inch	18	17.7/16	19.11/16	11/16	21.5/8	2.3/4	15/16	19.5/16	17.3/4	1.1/4	19.5/16	22.1/8	4.3/8	795	517
C67	mm	522	450	500	18	550	80	28	590	530	36	565	635	150	532	24
	inch	20.9/16	17.7/16	19.11/16	11/16	21.5/8	3.1/8	1.1/8	23.1/4	20.7/8	1.7/16	22.1/4	25	5.7/8	1173	826



NOTA 1: Las dimensiones son aproximadas pudiendo modificarse sin previo aviso.  
NOTE 1: Dimensions are for reference only, unless certified.  
NOTA 2: Las capacidades de lubricante son para posición B3.  
NOTE 2: Oil capacity valid only for mounting position B3.

NOTA 3: Para dimensiones ko, F y g1 ver pag. 38 ó catálogo de motores ( I.E.C.).  
NOTE 3: To determine ko, F and g1 see page 38, or electrical motors catalogue ( I.E.C.).  
NOTA 4: Los pesos no incluyen peso del motor.  
NOTE 4: Motor weight is not included.

## **ANEXO XII**

1. Selección del  $f_s$ .

MAQUINA ACCIONADA TIPO DE MAQUINA	FACTOR fs fs FACTOR hs. de Servicio Service hrs. 8      16      24			APPLICATIONS AND INDUSTRY DRIVEN MACHINE
<b>EXCAVADORAS Y DRAGAS</b>				<b>DREDGERS</b>
Excavadoras de cangilones (cadena fija)	1.65	1.8	1.8	Bucket excavator
Excavadoras de cangilones (cadena suelta)	1.5	1.6	1.6	Trench machine
Traslación por orugas	1.65	1.8	1.8	Travelling gear (caterpillar)
Traslación por rieles	1.5	1.6	1.6	Travelling gear (rails)
Bombas de aspiración	1.4	1.5	1.6	Suction pumps
Apiladoras de cangilones	1.4	1.5	1.6	Bucket loader
Ruedas de cangilones	1.65	1.8	1.8	Bucket wheels
Cabezales de corte	1.65	1.8	1.8	Cutter heads
Dispositivo de viraje	1.65	1.8	1.8	Manoeuvring winches
<b>TRITURACION Y MOLIENDA (cemento-cal-yeso)</b>				<b>STONE AND CLAY WORKING MACHINES</b>
Trituradoras de mandíbulas	1.65	1.8	1.8	Jaw crushers
Trituradoras de cono	1.65	1.8	1.8	Cone crushers
Trituradoras rotativas	1.65	1.8	1.8	Gyratory crushers
Quebrantadoras rotativas	1.65	1.8	1.8	Rotary breakers
Hornos rotativos	1.8	2	2	Rotary ovens
Sopladores	1.4	1.5	1.5	Blowers
Zarandas vibratorias	1.5	1.6	1.6	Vibrating screens
Molinos de martillos	1.8	2	2	Hammer mills
Molinos de bolas	1.65	1.8	1.8	Ball mills
Molinos de percusión	1.9	2.1	2.1	Beater mills
Molinos tubulares	1.8	2	2	Tube mills
Machacadoras	1.8	2	2	Breakers
<b>MAQUINAS PARA EL CAUCHO</b>				<b>RUBBER MACHINERY</b>
Calandras	1.5	1.6	1.6	Calenders
Amasadoras	1.65	1.8	1.8	Pugmills
Extrusoras	1.65	1.8	1.8	Extruders
Laminadoras	1.65	1.8	1.8	Rolling mills
Mezcladoras	1.5	1.6	1.6	Mixers
<b>TRANSPORTE Y ALMACENAJE</b>				<b>CONVEYORS</b>
Montacargas	1.5	1.6	1.6	Hoists
Elevadores de personas	1.8	2.0	2.0	Passenger lifts
Elevadores inclinados	1.65	1.8	1.8	Inclined hoists
Elevadores de cangilones (rocas)	1.65	1.8	1.8	Bucket elevators (piece goods)
Elevadores de cangilones (granos)	1.5	1.6	1.6	Bucket elevators (bulk material)
Transportadores a cadena (redlers)	1.5	1.6	1.6	Chain conveyors
Transportadores de cangilones	1.5	1.6	1.6	Bucket conveyors
Transportadores circulares	1.5	1.6	1.6	Circular conveyors
Roscas transportadoras	1.15	1.4	1.5	Screw conveyors
Bandas transportadoras (granel)	1.15	1.4	1.5	Belt conveyors (bulk material)
Transportadores de banda (articulados)	1.3	1.5	1.7	Apron conveyors
Transportadores de cinta de acero	1.5	1.6	1.6	Steel belt conveyors
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1.3	1.5	1.7	Belt conveyors (piece goods)
Transportadores de placas	1.5	1.6	1.6	Band pocket conveyors
Tornos de elevación	1.5	1.6	1.6	Ballast elevators

## **ANEXO XIII**

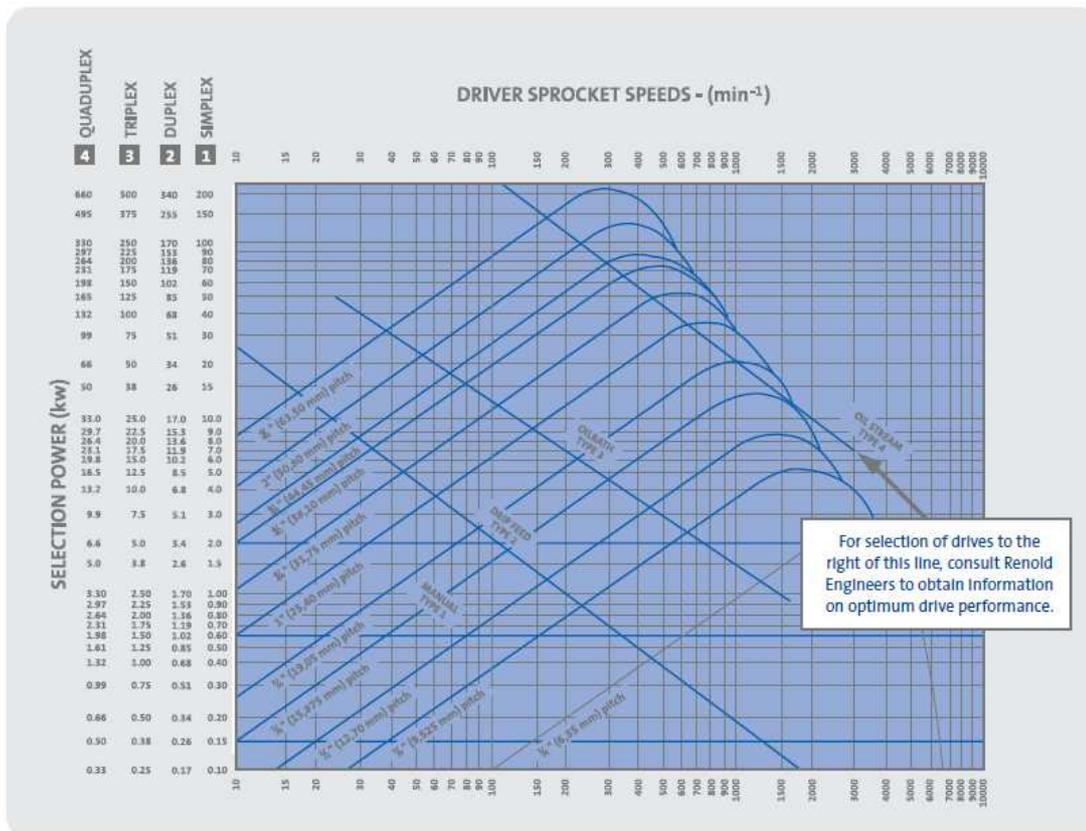
1. Selección de cadena transportadora.

# Renold Chain Designer Guide

## ANSI Rating Chart

American Standard Chain Drives  
Rating Chart using 19T Driver Sprocket

Section 3



### Transmission Equations

The following equations give the relationships between power, torque and velocity for various drive arrangements.

$$\text{Torque } Md = \frac{F1 \times d1}{2000} \text{ or } \frac{9550 \times Pr}{n1} \text{ (Nm)}$$

$$\text{Power } Pr = \frac{Md \times n1}{9550} \text{ or } \frac{F1 \times v}{1000} \text{ (kW)}$$

$$\text{Force } F1 = \frac{1000 \times Pr}{v} \text{ or } \frac{2000 \times Md}{d1} \text{ (N)}$$

$$\text{Velocity } v = \frac{n1 \times Z1 \times P}{60000} \text{ (m/s)}$$

### Where:

- Md = Torque of the driver sprocket Nm
- Pr = Power kW
- d1 = Pitch circle diameter of the driver sprocket in mm
- n1 = Driver sprocket speed rpm
- Z1 = Number of teeth in the driver sprocket
- Z2 = Number of teeth in the driven sprocket
- v = Linear speed of the chain m/s
- F1 = Chain pull N
- P = Pitch of the chain mm

### Centripetal Acceleration

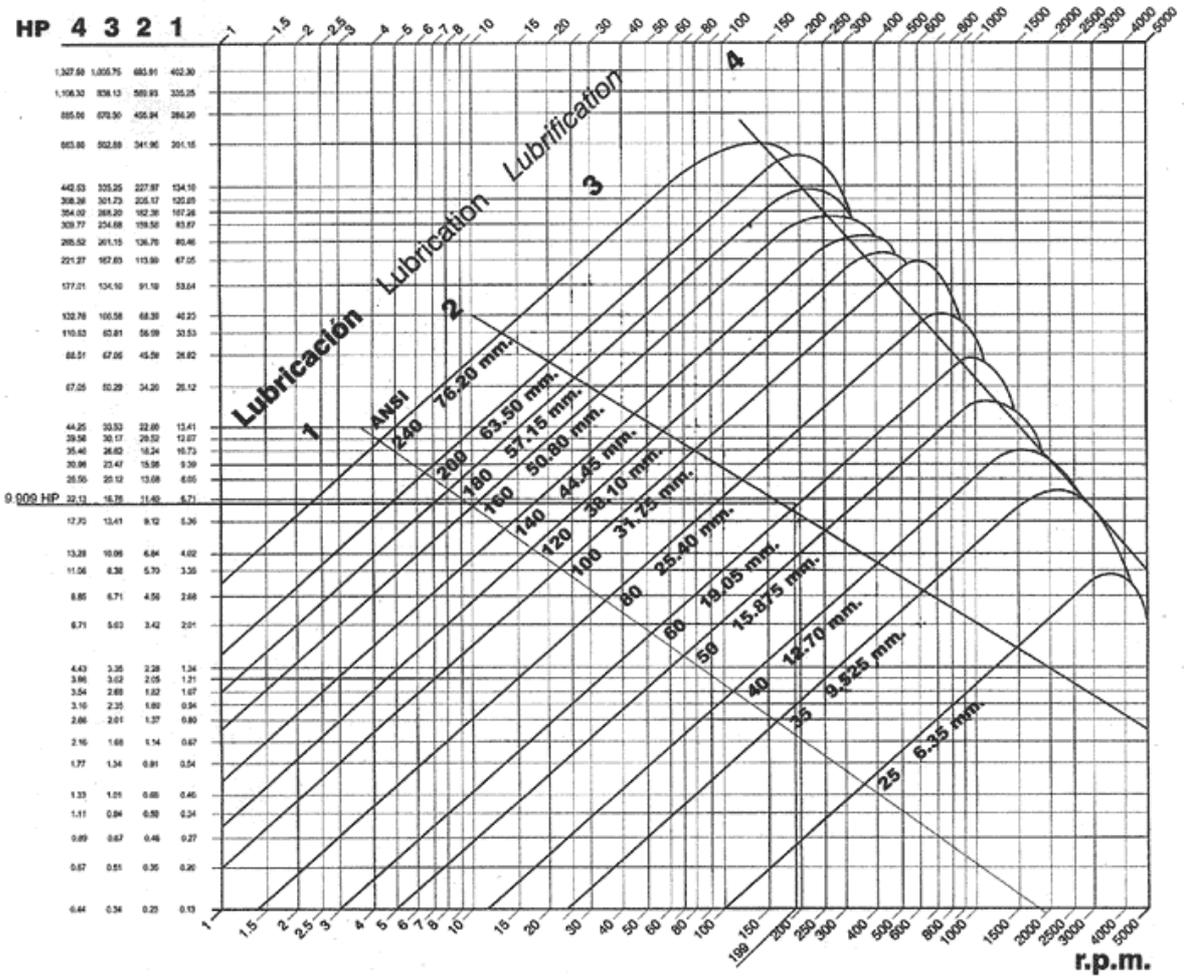
Centripetal acceleration affecting parts of the chain engaged on the sprockets is determined by:

$$F_2 = qv^2 \text{ (N)}$$

### Where:

- F2 = Force in N
- q = Mass of the chain in kg/m

From this formula we can see that at high speed, this force is not negligible and is the main reason for speed limitation.



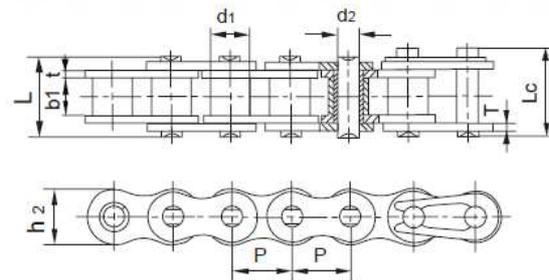
## **ANEXO XIV**

1. Características técnicas de la cadena seleccionada.





## Cadenas de Rodillos en Acero Inoxidable



REFERENCIA	PASO	DIAMETRO DE RODILLO	ANCHO INTERIOR	DIAMETRO EJE	LONGITUD DEL EJE		ANCHO MALLAS	GROSOR DE MALLAS	FUERZA DE TENSION TOTAL	FUERZA DE TENSION MEDIA	PESO POR METRO
DIN/ISO	P mm.	d1 máx mm.	b1 mín mm.	d2 máx mm.	L máx mm.	Lc máx mm.	hz máx mm.	t/T máx mm.	Q mín. kN	Qo kN	q kg/m.
*25SS	6.350	3.30	3.18	2.31	7.9	8.4	6.00	0.8	2.5	2.8	0.15
*35SS	9.525	5.08	4.77	3.58	12.4	13.17	9.00	1.30	5.5	6.6	0.33
40SS	12.700	7.95	7.85	3.96	16.6	17.8	12.00	1.50	9.6	10.8	0.63
50SS	15.875	10.16	9.40	5.08	20.7	22.2	15.09	2.03	15.2	17.2	1.03
60SS	19.050	11.91	12.57	5.94	25.9	27.7	18.00	2.42	21.7	26.4	1.51
80SS	25.400	15.88	15.75	7.92	32.7	35.0	24.00	3.25	38.9	46.6	2.62
100SS	31.750	19.05	18.90	9.53	40.4	44.7	30.00	4.00	60.0	70.2	3.94
120SS	38.100	22.23	25.22	11.10	50.3	54.3	35.70	4.8	88.9	104.8	5.72
04BSS	6.000	4.00	2.80	1.85	6.80	7.8	5.00	0.60	2.0	2.4	0.11
05BSS	8.000	5.00	3.00	2.31	8.20	8.9	7.10	0.80	3.5	4.1	0.20
#06BSS	9.525	6.35	5.72	3.28	13.15	14.1	8.20	1.30	6.2	6.8	0.41
08BSS	12.700	8.51	7.75	4.45	16.7	18.2	11.80	1.60	12.0	14.3	0.70
10BSS	15.875	10.16	9.65	5.08	19.5	20.9	14.70	1.70	14.5	17.2	0.94
12BSS	19.050	12.07	11.68	5.72	22.5	24.2	16.00	1.85	18.5	20.9	1.16
16BSS	25.400	15.88	17.02	8.28	36.1	37.4	21.00	4.15/3.1	40.0	47.6	2.73
20BSS	31.750	19.05	19.56	10.19	41.3	45.0	26.40	4.5/3.5	59.0	69.6	3.73
24BSS	38.100	25.40	25.40	14.63	53.4	57.8	33.20	6.0/4.8	112.0	126.6	7.20

\* Cadenas de casquillo fijo

# Mallas rectas

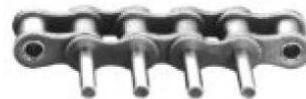
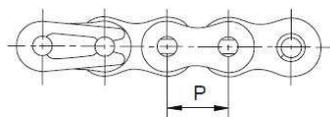
También en cadenas dobles y triples



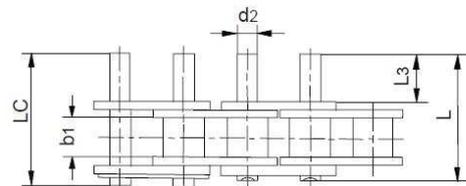
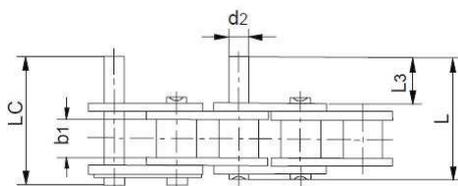
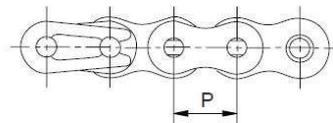
## Cadenas de Rodillos con Pivotes / SERIE B



Cada 2 pasos



Todos los pasos



REFERENCIA DIN/ISO	P mm.	b <sub>1</sub> mm.	d <sub>2</sub> mm.	L <sub>3</sub> mm.	L mm.	L <sub>c</sub> mm.
*06B	9.52	5.72	3.28	11.3	23.4	24.4
08B	12.700	7.75	4.45	15.5	31.2	32.2
10B	15.875	9.65	5.08	17.8	36.1	37.5
12B	19.050	11.68	5.72	20.7	42.0	43.6
16B	25.400	17.02	8.28	33.2	68.0	69.3

\* Mallas rectas

Al solicitarse cadenas con ejes, deberá indicarse la alternancia o distribución de los mismos en la cadena, así como el tipo de eje (corto, normal o largo) que se desea.



## **ANEXO XV**

### 1. Coeficientes de Corrección.

## Renold Chain Designer Guide

### 2 - Establish Selection Factors

The following factors will be used later on to determine the selection power.

#### Application Factor f1

Factor f1 takes account of any dynamic overloads depending on the chain operating conditions. The value of factor f1 can be chosen directly or by analogy using chart 2.

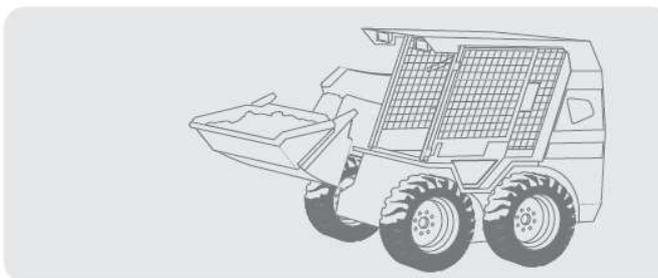


Chart 2

Section 3

DRIVEN MACHINE CHARACTERISTICS		CHARACTERISTICS OF DRIVER		
		SMOOTH RUNNING Electric Motors, Steam and Gas Turbines, Internal Combustion Engines with Hydraulic coupling	SLIGHT SHOCKS Internal Combustion Engines with 6 cyls or more with mechanical Coupling, Electric Motors with frequent starts	MODERATE SHOCKS Internal Combustion Engines with less than 6 cyls, with mechanical coupling
SMOOTH RUNNING	Centrifugal Pumps and Compressors, Printing Machines, Paper Colanders, Uniformly Loaded Conveyors, Escalators, Liquid Agitators and Mixers, Rotary Driers, Fans	1	1.1	1.3
MODERATE SHOCKS	Pumps and Compressors (3+ cyls), Concrete Mixing Machines, Non uniformly Loaded Conveyors, Solid Agitators and Mixers	1.4	1.5	1.7
HEAVY SHOCKS	Planers, Excavators, Roll and Ball Mills, Rubber Processing Machines, Presses and Shears 1 & 2 Cyl Pumps and Compressors, Oil Drilling Rigs	1.8	1.9	2.1

#### Tooth Factor f2

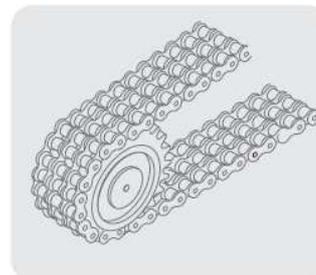
The use of a tooth factor further modifies the final power selection. The choice of a smaller diameter sprocket will reduce the maximum power capable of being transmitted since the load in the chain will be higher.

Tooth factor f2 is calculated using the formula

$$f2 = \frac{19}{Z1}$$

Note that this formula arises due to the fact that selection rating curves shown in the rating charts (see pages 105 and 106) are those for a 19 tooth sprocket.

f2 factors for standard sprocket sizes	
Z1	f2
15	1.27
17	1.12
19	1.00
21	0.91
23	0.83
25	0.76



## **ANEXO XVI**

1. Selección de catalina.



## Diámetros Primitivos para Ruedas de Cadena con paso normalizado

Z	6	8	9,525	10	12,7	15	15,875	19,05	20	25	25,4	30	31,75	35	38,1
7	13,83	18,44	21,95	23,05	29,27	34,57	36,59	43,91	46,10	57,62	58,54	69,14	73,18	80,67	87,81
8	15,68	20,29	24,89	26,13	33,19	39,20	41,48	49,78	52,26	65,33	66,37	78,39	82,97	91,46	99,56
9	17,54	23,39	27,85	29,24	37,13	43,86	46,42	55,70	58,48	73,10	74,26	87,71	92,83	102,33	111,40
10	19,42	25,89	30,82	32,36	41,10	48,54	51,37	61,55	64,72	80,90	82,20	97,08	102,75	113,26	123,30
11	21,30	28,40	33,81	35,50	45,08	53,24	56,35	67,62	70,99	88,74	90,16	106,49	112,70	124,23	135,24
12	23,18	30,91	36,80	38,64	49,07	57,96	61,34	73,60	77,27	96,59	98,14	115,91	122,67	135,23	147,21
13	25,07	33,43	39,80	41,79	53,07	62,68	66,34	79,60	83,57	104,47	106,14	125,36	132,67	146,25	159,20
14	26,96	35,95	42,81	44,94	57,07	67,41	71,34	85,61	89,88	112,35	114,15	134,82	142,68	157,29	171,22
15	28,86	38,48	45,81	48,10	61,08	72,15	76,35	91,62	96,19	120,24	122,17	144,29	152,71	168,34	183,25
16	30,75	41,01	48,82	51,26	65,10	76,89	81,34	97,65	102,52	128,15	130,20	153,77	162,74	179,40	195,29
17	32,65	43,54	51,84	54,42	69,12	81,83	86,39	103,67	108,84	136,06	138,23	163,27	172,79	190,48	207,35
18	34,55	46,07	54,85	57,59	73,14	86,38	91,42	109,71	115,18	143,97	146,27	172,76	182,84	201,56	219,41
19	36,45	48,60	57,87	60,76	77,16	91,13	96,45	115,74	121,51	151,89	154,32	182,27	192,90	212,64	231,44
20	38,36	51,14	60,89	63,93	81,18	95,89	101,48	121,78	127,85	159,81	162,37	191,78	202,96	223,47	243,55
21	40,26	53,68	63,91	67,10	85,21	100,64	106,51	127,82	134,19	167,74	170,42	201,29	213,03	234,83	255,63
22	42,16	56,21	66,93	70,27	89,24	105,40	111,55	133,86	140,53	175,67	178,48	210,80	223,10	245,93	267,72
23	44,06	58,75	69,95	73,44	93,27	110,16	116,58	139,90	146,88	183,60	186,54	220,32	233,17	257,04	279,80
24	45,97	61,29	72,97	76,61	97,30	114,92	121,62	145,95	153,23	191,53	194,60	229,84	243,25	268,15	291,90
25	47,87	63,83	76,00	79,79	101,33	119,58	126,66	151,99	159,57	199,47	202,66	239,36	253,32	279,25	303,99
26	49,78	66,37	79,02	82,96	105,36	124,44	131,70	158,04	166,92	207,41	210,72	248,89	263,40	290,37	316,09
27	51,68	68,91	82,05	86,14	109,40	129,21	136,74	164,09	172,28	215,35	218,79	258,41	273,49	301,48	328,19
28	53,59	71,45	85,07	89,31	113,43	133,97	141,79	170,14	178,63	223,29	226,86	267,94	283,57	312,60	340,29
29	55,49	73,99	88,10	92,49	117,46	138,74	146,83	176,20	184,98	231,23	234,93	277,47	293,66	323,72	352,39
30	57,40	76,53	91,12	95,67	121,50	143,50	151,87	182,25	191,34	239,17	243,00	287,00	303,75	334,84	364,50
31	59,31	79,08	94,15	98,85	125,53	148,27	153,92	188,30	197,69	247,11	251,07	296,54	313,83	345,96	376,60
32	61,21	81,62	97,18	102,02	129,57	153,03	161,96	194,35	204,05	255,06	259,14	306,07	323,92	357,08	388,71
33	63,12	84,16	100,20	105,20	133,61	157,80	167,01	200,41	210,40	263,00	267,21	315,60	334,01	368,20	400,82
34	65,03	86,70	103,23	108,38	137,64	162,57	172,05	206,46	216,76	270,95	275,29	325,14	344,11	379,33	412,93
35	66,93	89,25	106,26	111,56	141,68	167,34	177,10	212,52	223,12	278,90	283,36	334,67	354,20	390,45	425,04
36	68,84	91,79	109,29	114,74	145,72	172,11	182,14	218,57	229,47	286,84	291,43	344,21	364,29	401,58	437,15
37	70,75	94,33	112,31	117,92	149,75	176,87	187,19	224,63	235,83	294,79	299,51	353,75	374,38	412,71	449,26
38	72,66	96,88	115,34	121,10	153,79	181,54	192,24	230,69	242,19	302,74	307,58	363,29	384,48	423,84	461,38
39	74,57	99,42	118,37	124,28	157,83	186,41	197,29	236,74	248,55	310,69	315,66	372,83	394,57	434,96	473,49
40	76,47	101,96	121,40	127,46	161,87	191,18	202,33	242,80	254,91	318,64	323,74	382,37	404,67	446,09	485,60
41	78,38	104,51	124,43	130,64	165,91	195,95	207,38	248,86	261,27	326,59	331,81	391,91	414,77	457,22	497,72
42	80,29	107,05	127,46	133,82	169,95	200,72	212,43	254,92	267,63	334,54	339,89	401,45	424,86	468,35	509,84
43	82,20	109,60	130,49	137,00	173,98	205,49	217,48	260,98	273,99	342,49	347,98	410,99	434,96	479,48	521,95
44	84,11	112,14	133,52	140,18	178,02	210,26	222,53	267,04	280,35	350,44	356,05	420,53	445,06	490,62	534,07
45	86,01	114,68	136,55	143,36	182,06	215,03	227,58	273,09	286,71	358,39	364,12	430,07	455,16	501,75	546,19
46	87,92	117,23	139,58	146,54	186,10	219,81	232,63	279,15	293,07	366,34	372,20	439,61	465,25	512,88	558,31
47	89,83	119,77	142,61	149,72	190,14	224,58	237,68	285,21	299,43	374,29	380,28	449,15	475,35	524,01	570,42
48	91,74	122,32	145,64	152,90	194,18	229,35	242,73	291,27	305,80	382,25	388,36	458,69	485,45	535,14	582,54
49	93,65	124,86	148,67	156,08	198,22	234,12	247,78	297,33	312,16	390,20	396,44	468,24	495,55	546,28	594,66
50	95,56	127,41	151,70	159,26	202,26	238,89	253,83	303,39	318,52	398,15	404,52	477,78	505,65	557,41	606,78
51	97,46	129,95	154,73	162,44	206,30	243,66	257,88	309,45	324,88	406,10	412,60	487,32	515,75	568,54	618,90
52	99,37	132,50	157,75	165,62	210,34	248,43	262,92	315,51	331,24	414,06	420,68	496,87	525,85	579,68	631,02
53	101,28	135,04	160,78	168,80	214,38	253,20	267,97	321,57	337,61	422,01	428,76	506,41	535,95	590,81	643,14
54	103,19	137,59	163,81	171,98	218,42	257,98	273,02	327,63	343,97	429,96	436,84	515,95	546,05	601,94	655,26
55	105,10	140,13	166,85	175,17	222,46	262,75	278,08	333,69	350,33	437,92	444,92	525,50	556,15	613,08	667,38
56	107,01	142,68	169,88	178,35	226,50	267,52	283,13	339,75	356,69	445,87	453,00	535,04	566,25	624,21	679,50
57	108,92	145,22	172,91	181,53	230,54	272,29	288,18	345,81	363,06	453,82	461,08	544,59	576,35	635,35	691,63
58	110,83	147,77	175,94	184,71	234,58	277,07	293,23	351,87	369,42	461,78	469,16	554,13	586,45	646,69	703,75
59	112,74	150,31	178,97	187,89	238,62	281,84	298,28	357,93	375,78	469,73	477,25	563,68	596,56	657,62	715,87
60	114,64	152,86	182,00	191,07	242,66	286,61	303,33	363,99	382,15	477,68	485,33	573,22	606,66	668,76	727,99
61	116,55	155,40	185,03	194,26	246,70	291,38	308,38	370,06	388,51	485,64	493,41	582,77	616,76	679,89	740,11
62	118,46	157,95	188,06	197,44	250,74	296,16	313,43	376,12	394,87	493,59	501,49	592,31	626,86	691,03	752,23
63	120,37	160,50	191,09	200,62	254,79	300,93	318,48	382,18	401,24	501,55	509,57	601,86	636,97	702,17	764,36
64	122,28	163,04	194,12	203,80	258,83	305,70	323,53	388,24	407,60	509,50	517,65	611,40	647,07	713,30	776,48
65	124,19	165,59	197,15	206,98	262,87	310,47	328,58	394,30	413,96	517,46	525,73	620,95	657,17	724,44	788,60
66	126,10	168,13	200,18	210,16	266,91	315,25	333,64	400,36	420,33	525,41	533,82	630,42	667,27	735,57	800,72
67	128,01	170,68	203,21	213,35	270,95	320,02	338,69	406,42	426,69	533,37	541,90	640,04	677,37	746,71	812,85
68	129,92	173,22	206,24	216,53	274,99	324,79	343,74	412,49	433,06	541,32	549,98	649,58	687,48	757,85	824,97
69	131,83	175,77	209,27	219,71	279,03	329,57	348,79	418,55	439,42	549,28	558,06	659,13	697,58	768,99	837,10
70	133,74	178,31	212,31	222,89	283,07	334,34	353,84	424,61	445,79	557,23	566,15	668,68	707,69	780,13	849,22
71	135,64	180,86	215,34	226,07	287,11	339,11	358,89	430,67	452,15	565,19	574,23	678,22	717,78	791,26	861,34
72	137,55	183,40	218,37	229,26	291,16	343,88	363,94	436,73	458,51	573,14	582,31	687,77	727,89	802,40	873,47
73	139,46	185,95	221,40	232,44	295,19	348,66	368,99	442,79	464,87	581,09	590,39	697,31	737,99	813,53	885,58
74	141,37	188,50	224,43	235,62	299,24	353,43	374,05	448,86	471,24	589,05	598,41	706,86	748,09	824,67	897,71
75	143,28	191,04	227,46	238,80	303,28	358,20	379,10	454,92	477,60	597,01	606,56	716,41	758,20	835,81	909,84
76	145,19	193,59													



PIÑONES 3/4" x 7/16" 19,05 x 11,68 mm 12 B - 1 - 2 - 3	Z	d <sub>e</sub>	d <sub>p</sub>	S			D			T			
				d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	A	d <sub>m</sub>	D <sub>2</sub>	A	d <sub>m</sub>	D <sub>3</sub>	A	
8	58,0	49,78	31	12	30	31	12	45	31	16	65		
9	63,9	55,70	37	12	30	37	12	45	37	16	65		
10	69,8	61,64	42	12	30	42	12	45	42	16	65		
11	75,8	67,61	46	16	35	47	16	50	47	20	70		
12	81,8	73,60	52	16	35	53	16	50	53	20	70		
13	87,8	79,59	58	16	35	59	16	50	59	20	70		
14	93,8	85,61	64	16	35	65	16	50	65	20	70		
15	99,8	91,63	70	16	35	71	16	50	71	20	70		
16	105,8	97,65	75	16	35	77	20	50	77	20	70		
17	111,9	103,67	80	16	35	83	20	50	83	20	70		
18	117,9	109,71	80	16	35	89	20	50	89	20	70		
19	123,9	115,71	80	16	35	95	20	50	95	20	70		
20	130,0	121,78	80	16	35	100	20	50	100	20	70		
21	136,0	127,82	90	20	40	100	20	50	100	20	70		
22	142,0	133,86	90	20	40	100	20	50	100	20	70		
23	148,1	139,90	90	20	40	110	20	50	110	20	70		
24	154,1	145,94	90	20	40	110	20	50	110	20	70		
25	160,2	152,00	90	20	40	120	20	60	120	20	70		
26	166,2	158,04	95	20	40	120	20	60	120	20	70		
27	172,3	164,09	95	20	40	120	20	60	120	20	70		
28	178,3	170,13	95	20	40	120	20	60	120	20	70		
29	184,4	176,19	95	20	40	120	20	60	120	20	70		
30	190,4	182,25	95	20	40	120	20	60	120	20	70		
31	196,5	188,31	95	20	40	*120	20	60	*130	25	70		
32	202,5	194,35	95	20	40	*120	20	60	*130	25	70		
33	208,6	200,40	95	20	40	*120	20	60	*130	25	70		
34	214,6	206,46	95	20	40	*120	20	60	*130	25	70		
35	220,7	212,52	95	20	40	*120	20	60	*130	25	70		
36	226,8	218,58	100	20	40	*120	25	60	*130	25	70		
37	232,8	224,64	100	20	40	*120	25	60	*130	25	70		
38	238,9	230,69	100	20	40	*120	25	60	*130	25	70		
39	244,9	236,75	100	20	40	*120	25	60	*130	25	70		
40	251,0	242,81	100	20	40	*120	25	60	*130	25	70		

PIÑONES 1" x 17,02 mm 25,4 X 17,02 mm 16 B - 1 - 2 - 3	Z	d <sub>e</sub>	d <sub>p</sub>	S			D			T			
				d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	A	d <sub>m</sub>	D <sub>2</sub>	A	d <sub>m</sub>	D <sub>3</sub>	A	
8	77,9	66,37	42	16	35	42	20	65	42	20	95		
9	85,8	74,27	50	16	35	50	20	65	50	20	95		
10	93,8	82,19	55	16	35	56	20	65	56	20	95		
11	101,7	90,14	61	16	40	64	20	70	64	25	100		
12	109,7	98,14	69	16	40	72	20	70	72	25	100		
13	117,7	106,12	78	16	40	80	20	70	80	25	100		
14	125,7	114,15	84	16	40	88	20	70	88	25	100		
15	133,7	122,17	92	16	40	96	20	70	96	25	100		
16	141,8	130,20	100	20	45	104	20	70	104	25	100		
17	149,8	138,22	100	20	45	112	20	70	112	25	100		
18	157,8	146,28	100	20	45	120	20	70	120	25	100		
19	165,9	154,33	100	20	45	128	20	70	128	25	100		
20	173,9	162,38	100	20	45	130	20	70	130	25	100		
21	182,0	170,43	110	20	50	130	25	70	*130	25	100		
22	190,1	178,48	110	20	50	*130	25	70	*130	25	100		
23	198,1	186,53	110	20	50	*130	25	70	*130	25	100		
24	206,2	194,59	110	20	50	*130	25	70	*130	25	100		
25	214,2	202,66	110	20	50	*130	25	70	*130	25	100		
26	222,3	210,72	120	20	50	*130	25	70	*130	30	100		
27	230,4	218,79	120	20	50	*130	25	70	*130	30	100		
28	238,4	226,85	120	20	50	*130	25	70	*130	30	100		
29	246,5	234,92	120	20	50	*130	25	70	*130	30	100		
30	254,6	243,00	120	20	50	*130	25	70	*130	30	100		
31	262,6	251,08	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
32	270,7	259,13	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
33	278,8	267,21	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
34	286,9	275,28	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
35	294,9	283,36	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
36	303,0	291,44	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
37	311,1	299,51	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
38	319,2	307,59	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
39	327,2	315,67	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		
40	335,3	323,73	*120	25	50	*140	25	70	*140	30	100		

## **ANEXO XVII**

1. Selección de la banda de transmisión de potencia.
2. Selección de polea.

## DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES (Continued)

Table 2 - SERVICE FACTORS

APPLICATION	FACTOR	APPLICATION	FACTOR	APPLICATION	FACTOR
AGITATORS		GENERATORS		PULVERIZERS	
paddle or propeller (Vert. or Horiz.), Screw	A	even load	A	hammer mill - light duty	C
BOTTLING MACHINERY	A	hoist, railway service	C	hammermill - heavy duty	D
CAR DUMPER	B	welder load	D	hog	B
CAR PULLER	B	LAUNDRY MACHINES		roller	B
CLARIFIER	A	tumbler, washer	B	PUMPS	
CLASSIFIER	A	extractor	D	centrifugal	A
CLAY WORKING MACHINES		LINE SHAFTS		gear type	B
brick press, briquette mach.	C	driving processing machine	B	Oil well pumping unit (not over 150% peak torque)	C
pug mill	C	LUMBER INDUSTRY		rotary	B
COMPRESSORS		band resaw, circular resaw	B	reciprocating -	
lobe, rotary	C	edger, head rig, hog, log haul	C	1 cylinder - single acting	D
reciprocating	T	planer	B	1 cylinder - double acting	C
1 cylinder - single acting	E	rolls - non-reversing	C	2 cylinder - single acting	C
1 cylinder - double acting	E	rolls - reversing	C	2 cylinder - double acting	C
2 cylinder - single acting	E	sawdust conveyor	A	3 cylinder (or more)	C
2 cylinder - double acting	E	slab conveyor, sorting table	B	single acting	C
3 cylinder (or more) -	D	debarker, chipper	B	double acting	C
3 cylinder (or more) -	D	MACHINE TOOLS		RUBBER AND PLASTICS	
single acting	D	auxiliary	A	INDUSTRY	
3 cylinder (or more) -	D	main drive, notching press	A	calender, extruder, mills	D
double acting	C	planer (reversing) plate planer	B	SCREENS	
CONVEYORS		punch press,	B	coal and sand (rotary)	C
light duty	A	punch press,	B	vibrating	D
sand, grain	B	traverse	A	SEWAGE DISPOSAL EQUIPT.	A
screw, drag, pan	B	METAL FORMING MACHINES		SHREDDER	C
CRANES AND HOISTS		draw bench, carriage	C	STEEL INDUSTRY	
hoist - medium duty	C	main drive, wire drawing	C	cold mills, coiler (up or down)	B
hoist - heavy duty	D	flattening machine	C	strip, temper	C
skip hoist, travel motion	D	MILLS (ROTARY TYPE)		hot mills, coiler (up or down)	B
trolley motion, slope	C	ball or pebble	C	edger drive	B
CRUSHERS		dryer and cooler	B	feed roll (blooming), roughing	E
gyratory, jaw, roll	D	rod or tube	B	mill delivery (non-reversing)	E
DREDGES		tumbling barrel	B	sheet, strip	D
cable reel, conveyor	B	MIXERS		rod mill	D
cutter head drive, jig drive	D	concrete (continuous or	C	STOKER	B
pump, screen drive, stacker	B	intermittant)	C	TEXTILE MACHINERY	
utility wench	B	PAPER MILLS		batcher, calender, dry can	C
DYNAMOMETER	A	agitator	A	card machine, dyeing	C
ELEVATORS		barking drum	D	machinery, loom, mangle	C
bucket, freight	C	beater and pulper	B	napper, soaper, spinner	C
FANS		chipper	D	tenter frame	C
up to 10 HP	A	dryer	B	WOODWORKING MACHINES	C
over 10 HP	B	press	C		
FOOD INDUSTRY		pulp grinder	C		
slicers	B	winder	B		
dough mixer, meat grinder	B	PRINTING PRESS	B		

## DRIVE SELECTION USING PRE-ENGINEERED TABLES (Continued)

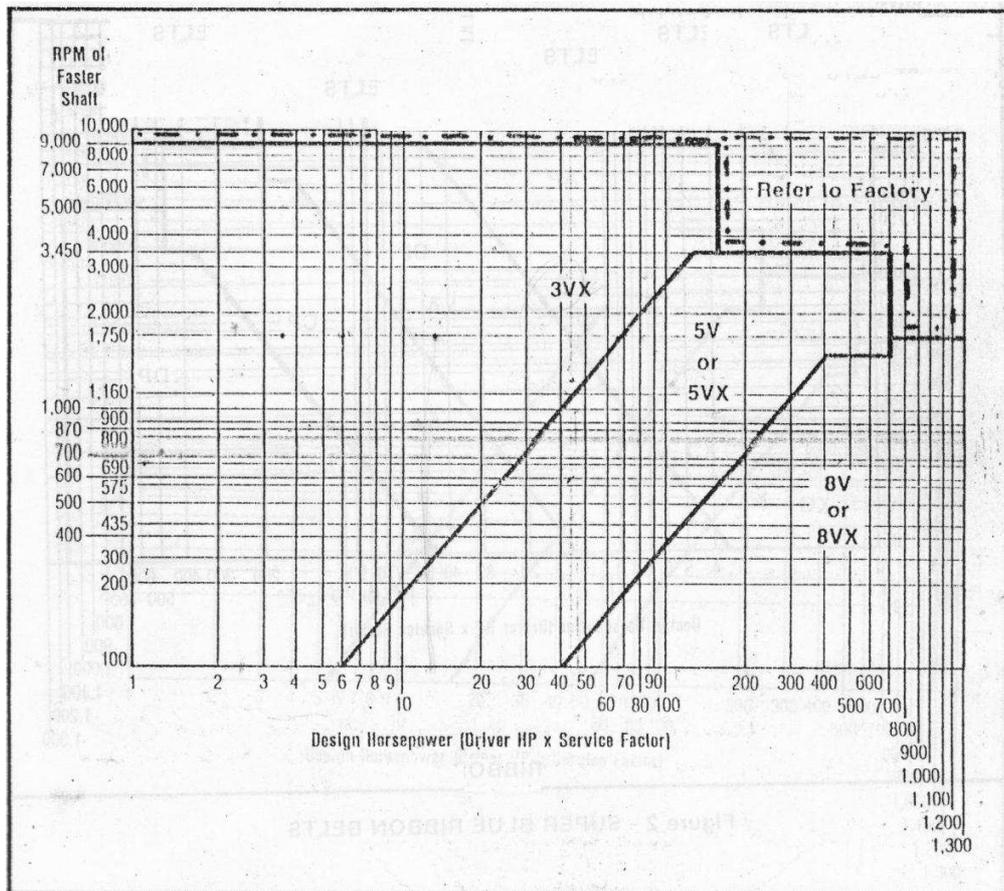
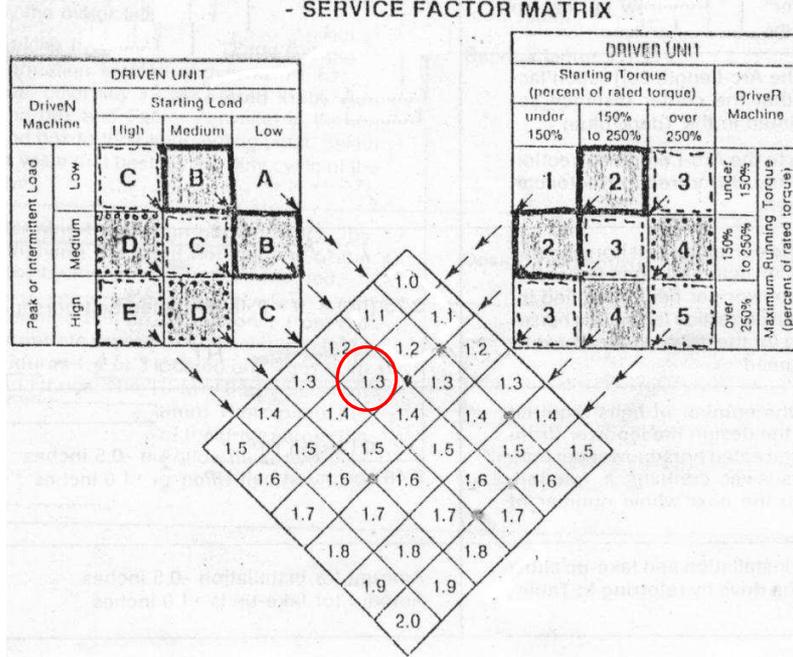
Table 3 - SERVICE FACTORS - DRIVING MACHINES

SOURCE OF POWER	MOMENTARY PEAK LOAD % OF RATED LOAD		
	UNDER 150%	150-250%	OVER 250%
Squirrel Cage NEMA design A 3600 RPM 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM	40 HP up 100 HP up 15 HP up 5 HP up	1½ thru 30 HP 5 thru 75 HP ¾ thru 10 HP ½ thru 3 HP	1 thru 3 HP
NEMA Design B 3600 RPM 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM		5 HP up 5 HP up 5 HP up 2 HP up	1½ thru 3 HP 1 thru 3 HP ¾ thru 3 HP ½ thru 1½ HP
NEMA design C 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM		15 HP up 7½ HP up ALL	5 thru 10 HP 3 and 5 HP
NEMA design D			ALL
NEMA design F	ALL		
Wound Rotor 1800 RPM 1200 RPM 900 RPM		20 HP 15 HP 7½ HP	2 thru 15 HP 2 thru 10 HP 1 thru 5 HP
AC Motors Single phase			ALL
Synchronous		Normal torque	High torque
DC Electric Motors	Shunt	Compound	Series
Engines (int. combust.)	8 Cyl. up	6 Cyl.	4 Cyl. or less
Line Shafts			ALL



COLOR KEY

- SERVICE FACTOR MATRIX



- SUPER POWER-WEDGE AND POWER-WEDGE COG-BELT

DESIGN GUIDE FOR DAYCO INDUSTRIAL V-BELTS

DRIVE PARAMETER OR CONDITION	BELT TYPE AND RATING								
	V-BELT			VEE-BAND			SPECIAL		
	POWER-WEDGE	SUPER BLUE RIBBON	GOLD LABEL COG-BELT	WEDGE-BAND	SUPER VEE-BAND	GOLD LABEL COG-BAND	DOUBLE ANGLE	CONNECTOR BELTING	THORO-LINK
<b>General Ratings</b>									
Normal HP Limit (X100 HP)	10	5	5	10	5	5	2	3	3
Normal Ambient Temp. Range (°F) Min (-)	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Max. ①	130	120	130	130	120	130	120	120	130
Maximum Belt Speed (x 1000 FPM) ②	6.5	6	6	6.5	6	6	5	4	5 ③
<b>Space Limitations</b>									
Minimum Face Width	A	C	A	A	C	A	C	C	C
Extremely Long Centers	B	B	B	A	A	A	C	C	C
Extremely Short Centers	A	C	B	B	C	D	C	C	C
Small Sheave Diameters	A	C	A	A	C	A	C	X	C
Overall Compactness	A	C	B	A	C	B	C	X	C
Light Weight Drive	A	C	B	A	C	B	C	C	C
No Take-Up, Non-Std. Length	X	X	X	X	X	X	X	D	A
<b>Design Factors</b>									
Backside Idler	X	C	B	X	C	B	C	X	X
Clutching, Overload Slip ④	B	B	X	B	B	X	C	X	X
Energy Efficiency	B	B	A	B	B	A	B	X	B
High Speed Ratio	A	C	B	A	C	B	C	X	C
Minimum Slip	B	C	A	B	C	A	C	C	C
Multi-Pitch Sheave	X	B	A	X	X	X	C	C	C
Machine-Induced Pulsation	B	B	B	A	A	A	A	X	B
Quarter-Turn Drive	C	B	X	X	X	X	X	X	C
Serpentine Drive	X	X	X	X	X	X	A	X	X
Shock Loads	B	B	C	A	B	C	C	X	C
Small Arc of Contact	B	C	A	C	C	A	C	X	C
Speed-Up Drive	A	B	A	A	B	A	C	C	C
Vee-Flat Drive (No Crown)	X	B	B	B	B	B	X	C	X
(Crown)	X	B	B	X	X	X	X	C	X
<b>Environmental Conditions</b>									
Chemicals, Ozone ④	A	B	A	A	B	A	C	C	POC ⑤
Dust, Abrasives	B	C	A	B	C	A	C	C	C
Excessive Heat	A	C	A	A	C	A	C	C	PO ⑤
Excessive Moisture	A	C	A	A	C	A	C	X	U ⑤
Excessive Oil, Grease	A	B	A	A	B	A	B	C	PO ⑤
Inaccessible for Maintenance	B	C	A	B	C	A	C	C	C
Static Dissipation	B	B	A	B	B	A	X	X	PS ⑤

Key to Ratings: A - Excellent  
 B - Satisfactory  
 C - Use only if necessary to meet other conditions.  
 X - Not recommended

- NOTES: ① Expect little or no life loss from heat.  
 ② Normally limited by sheave materials.  
 ③ Minimum 1000 FPM.  
 ④ May require special construction if severe.  
 ⑤ Must specify type of Thoro-Link Belting.  
 (See page 196)

## DRIVE SELECTOR POWER-WEDGE PRE-ENGINEERED 3VX RATIO 1.00-1.16

Speed Ratio	SHEAVE OUTSIDE DIAMETERS		APPROXIMATE DRIVEN SPEEDS AND HORSEPOWER PER BELT								NOMINAL CENTER DISTANCES											
			3450 RPM DRIVER		1750 RPM DRIVER		1160 RPM DRIVER		870 RPM DRIVER		BELT NUMBER											
	▲ Driver	▲ Driven	Driven Speed	Horse-power	Driven Speed	Horse-power	Driven Speed	Horse-power	Driven Speed	Horse-power	3VX 250	3VX 265	3VX 280	3VX 300	3VX 315	3VX 335	3VX 355	3VX 375	3VX 400	3VX 425	3VX 450	
1.00	2.20	2.20	3450	2.30	1750	1.37	1160	0.98	870	0.77	9.0	9.8	10.5	11.5	12.3	13.3	14.3	15.3	16.5	17.8	19.0	
1.00	2.35	2.35	3450	2.78	1750	1.63	1160	1.16	870	0.91	8.8	9.6	10.3	11.3	12.1	13.1	14.1	15.1	16.3	17.6	18.8	
1.00	2.50	2.50	3450	3.26	1750	1.89	1160	1.34	870	1.05	8.6	9.3	10.1	11.1	12.0	13.0	14.0	15.1	16.1	17.3	18.6	
1.00	2.65	2.65	3450	3.74	1750	2.15	1160	1.52	870	1.18	8.3	9.1	9.8	10.8	11.6	12.6	13.6	14.6	15.8	17.1	18.3	
1.00	2.80	2.80	3450	4.21	1750	2.41	1160	1.69	870	1.32	8.1	8.9	9.6	10.6	11.4	12.4	13.4	14.4	15.6	16.9	18.1	
1.00	3.00	3.00	3450	4.82	1750	2.75	1160	1.93	870	1.50	7.8	8.5	9.3	10.3	11.0	12.0	13.0	14.0	15.3	16.5	17.8	
1.00	3.15	3.15	3450	5.28	1750	3.01	1160	2.10	870	1.63	7.6	8.3	9.1	10.1	10.8	11.8	12.8	13.8	15.1	16.3	17.6	
1.00	3.35	3.35	3450	5.89	1750	3.34	1160	2.34	870	1.81	7.2	8.0	8.7	9.7	10.5	11.5	12.5	13.5	14.7	16.0	17.2	
1.00	3.65	3.65	3450	6.78	1750	3.85	1160	2.68	870	2.08	6.8	7.5	8.3	9.3	10.0	11.0	12.0	13.0	14.3	15.5	16.8	
1.00	4.12	4.12	3450	8.15	1750	4.63	1160	3.22	870	2.49	6.0	6.8	7.5	8.5	9.3	10.3	11.3	12.3	13.5	14.8	16.0	
1.00	4.50	4.50	3450	9.21	1750	5.25	1160	3.65	870	2.82	—	6.2	6.9	7.9	8.7	9.7	10.7	11.7	12.9	14.2	15.4	
1.00	4.75	4.75	3450	9.90	1750	5.65	1160	3.93	870	3.04	—	5.8	6.5	7.5	8.3	9.3	10.3	11.3	12.5	13.8	15.0	
1.00	5.00	5.00	3450	10.60	1750	6.06	1160	4.21	870	3.26	—	—	6.2	7.2	7.9	8.9	9.9	10.9	12.2	13.4	14.7	
1.00	5.30	5.30	3450	11.40	1750	6.53	1160	4.55	870	3.51	—	—	—	6.7	7.4	8.4	9.4	10.4	11.7	12.9	14.2	
1.00	5.60	5.60	3450	12.10	1750	7.01	1160	4.88	870	3.77	—	—	—	—	7.0	8.0	9.0	10.0	11.2	12.5	13.7	
1.00	6.00	6.00	3450	13.10	1750	7.63	1160	5.32	870	4.11	—	—	—	—	7.3	8.3	9.3	10.6	11.8	13.1	14.3	
1.00	6.50	6.50	3450	14.30	1750	8.40	1160	5.87	870	4.53	—	—	—	—	—	7.5	8.5	9.8	11.0	12.3	13.5	
1.00	6.90	6.90	3450	15.20	1750	9.01	1160	6.30	870	4.87	—	—	—	—	—	—	7.9	9.2	10.4	11.7	12.9	
1.00	8.00	8.00	3450	17.40	1750	10.60	1160	7.47	870	5.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.9	
1.05	3.00	3.15	3286	4.82	1667	2.75	1105	1.93	829	1.50	7.7	8.4	9.2	10.2	10.9	11.9	12.9	13.9	15.2	16.4	17.7	
1.05	4.75	5.00	3286	9.90	1667	5.65	1105	3.93	829	3.04	—	—	6.3	7.3	8.1	9.1	10.1	11.1	12.3	13.6	14.8	
1.06	2.50	2.65	3255	3.26	1651	1.89	1094	1.34	821	1.05	8.5	9.2	10.0	11.0	11.7	12.7	13.7	14.7	16.0	17.2	18.5	
1.06	2.65	2.80	3255	3.74	1651	2.15	1094	1.52	821	1.18	8.2	9.0	9.7	10.7	11.5	12.5	13.5	14.5	15.7	17.0	18.2	
1.06	3.15	3.35	3255	5.28	1651	3.01	1094	2.10	821	1.63	7.4	8.1	8.9	9.9	10.6	11.6	12.6	13.6	14.9	16.1	17.4	
1.06	4.50	4.75	3255	9.21	1651	5.25	1094	3.65	821	2.82	—	6.0	6.7	7.7	8.5	9.5	10.5	11.5	12.7	14.0	15.2	
1.06	5.00	5.30	3255	10.60	1651	6.06	1094	4.21	821	3.26	—	—	—	6.9	7.7	8.7	9.7	10.7	11.9	13.2	14.4	
1.06	5.30	5.60	3255	11.40	1651	6.53	1094	4.55	821	3.51	—	—	—	—	7.2	8.2	9.2	10.2	11.4	12.7	13.9	
1.06	6.50	6.90	3255	14.30	1651	8.40	1094	5.87	821	4.53	—	—	—	—	—	7.2	8.2	9.5	10.7	12.0	13.2	
1.07	2.20	2.35	3224	2.30	1636	1.37	1084	0.98	813	0.77	8.9	9.7	10.4	11.4	12.2	13.2	14.2	15.2	16.4	17.7	18.9	
1.07	2.35	2.50	3224	2.78	1636	1.63	1084	1.16	813	0.91	8.7	9.4	10.2	11.2	11.9	12.9	13.9	14.9	16.2	17.4	18.7	
1.07	2.80	3.00	3224	4.21	1636	2.41	1084	1.69	813	1.32	7.9	8.7	9.4	10.4	11.2	12.2	13.2	14.2	15.4	16.7	17.9	
1.07	5.60	6.00	3224	12.10	1636	7.01	1084	4.88	813	3.77	—	—	—	—	—	7.6	8.6	9.6	10.9	12.1	13.4	
1.08	6.00	6.50	3194	13.10	1620	7.63	1074	5.32	806	4.11	—	—	—	—	—	—	7.9	8.9	10.2	11.4	12.7	
1.09	3.35	3.65	3165	5.89	1606	3.34	1064	2.34	798	1.81	7.0	7.8	8.5	9.5	10.3	11.3	12.3	13.3	14.5	15.8	17.0	
1.09	4.12	4.50	3165	8.15	1606	4.63	1064	3.22	798	2.49	5.7	6.5	7.2	8.2	9.0	10.0	11.0	12.0	13.2	14.5	15.7	
1.11	4.50	5.00	3108	9.21	1577	5.25	1045	3.65	784	2.82	—	5.8	6.5	7.5	8.3	9.3	10.3	11.3	12.5	13.8	15.0	
1.12	2.50	2.80	3080	3.26	1563	1.89	1036	1.34	777	1.05	8.3	9.1	9.8	10.8	11.6	12.6	13.6	14.6	15.8	17.1	18.3	
1.12	3.00	3.35	3080	4.82	1563	2.75	1036	1.93	777	1.50	7.5	8.3	9.0	10.0	10.8	11.8	12.8	13.8	15.0	16.3	17.5	
1.12	4.75	5.30	3080	9.90	1563	5.65	1036	3.93	777	3.04	—	—	6.1	7.1	7.9	8.9	9.9	10.9	12.1	13.4	14.6	
1.12	5.00	5.60	3080	10.60	1563	6.06	1036	4.21	777	3.26	—	—	—	6.7	7.4	8.4	9.4	10.4	11.7	12.9	14.2	
1.13	2.35	2.65	3053	2.78	1549	1.63	1027	1.16	770	0.91	8.6	9.3	10.1	11.1	11.8	12.8	13.8	14.8	16.1	17.3	18.6	
1.13	2.65	3.00	3053	3.74	1549	2.15	1027	1.52	770	1.18	8.1	8.8	9.6	10.6	11.3	12.3	13.3	14.3	15.6	16.8	18.1	
1.13	2.80	3.15	3053	4.21	1549	2.41	1027	1.69	770	1.32	7.8	8.6	9.3	10.3	11.1	12.1	13.1	14.1	15.3	16.6	17.8	
1.13	3.65	4.12	3053	6.78	1549	3.85	1027	2.68	770	2.08	6.4	7.1	7.9	8.9	9.6	10.6	11.7	12.7	13.9	15.2	16.4	
1.13	5.30	6.00	3053	11.40	1549	6.53	1027	4.55	770	3.51	—	—	—	—	6.9	7.9	8.9	9.9	11.1	12.4	13.6	
1.14	2.20	2.50	3026	2.30	1535	1.37	1018	0.98	763	0.77	8.8	9.6	10.3	11.3	12.1	13.1	14.1	15.1	16.3	17.6	18.8	
1.15	4.12	4.75	3000	8.15	1522	4.63	1009	3.22	757	2.49	5.5	6.3	7.0	8.0	8.8	9.8	10.8	11.8	13.0	14.3	15.5	
1.15	6.00	6.90	3000	13.10	1522	7.63	1009	5.32	757	4.11	—	—	—	—	—	—	7.6	8.6	9.9	11.1	12.4	
1.16	3.15	3.65	2974	5.28	1509	3.01	1000	2.10	750	1.63	7.2	7.9	8.7	9.7	10.4	11.4	12.4	13.4	14.7	15.9	17.2	
1.16	5.60	6.50	2974	12.10	1509	7.01	1000	4.88	750	3.77	—	—	—	—	—	—	7.2	8.2	9.2	10.5	11.7	13.0

▲ Check tables beginning on page 140 to determine if sheaves are available from stock with no. of grooves required.

## INSTALLATION AND TAKE-UP DATA

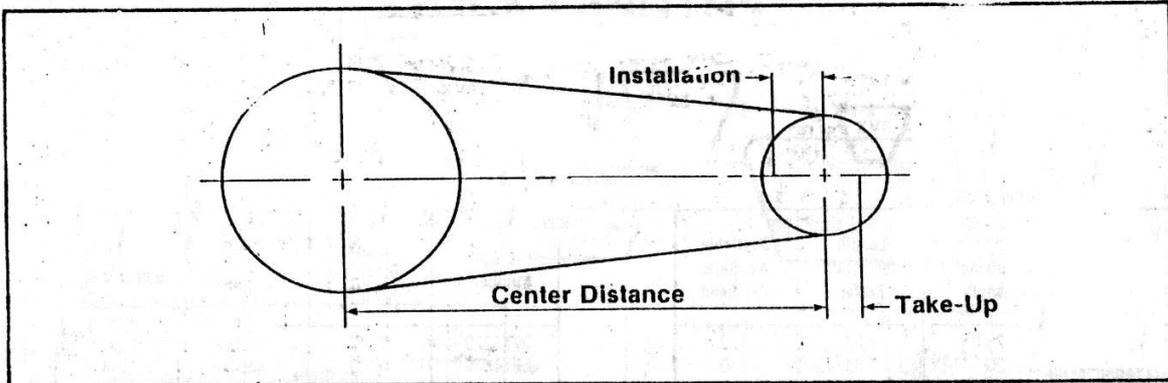


Figure 4 - INSTALLATION AND TAKE-UP

**Table 5 - POWER-WEDGE V-BELTS CENTER DISTANCE ALLOWANCE FOR INSTALLATION AND TAKE-UP (INCHES)**

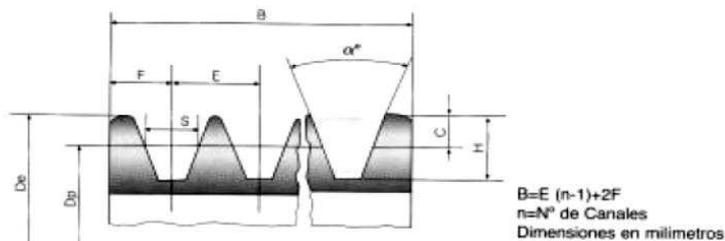
Standard Length Designation	For Installation (Subtract)						For Take-Up (Add)
	3VX & 3V	3V Banded	5VX & 5V	5V Banded	8VX & 8V	8V Banded	All Cross Sections
250 thru 475	0.5	1.2	—	—	—	—	1.0
500 thru 710	0.8	1.4	1.0	2.1	—	—	1.2
750 thru 1060	0.8	1.4	1.0	2.1	1.5	3.4	1.5
1120 thru 1250	0.8	1.4	1.0	2.1	1.5	3.4	1.8
1320 thru 1700	0.8	1.4	1.0	2.1	1.5	3.4	2.2
1800 thru 2000	—	—	1.0	2.1	1.8	3.6	2.5
2120 thru 2360	—	—	1.2	2.4	1.8	3.6	3.0
2500 thru 2650	—	—	1.2	2.4	1.8	3.6	3.2
2800 thru 3000	—	—	1.2	2.4	1.8	3.6	3.5
3150 thru 3550	—	—	1.2	2.4	2.0	4.0	4.0
3750	—	—	—	—	2.0	4.0	4.5
4000 thru 5000	—	—	—	—	2.0	4.0	5.5

1. Selección de polea.

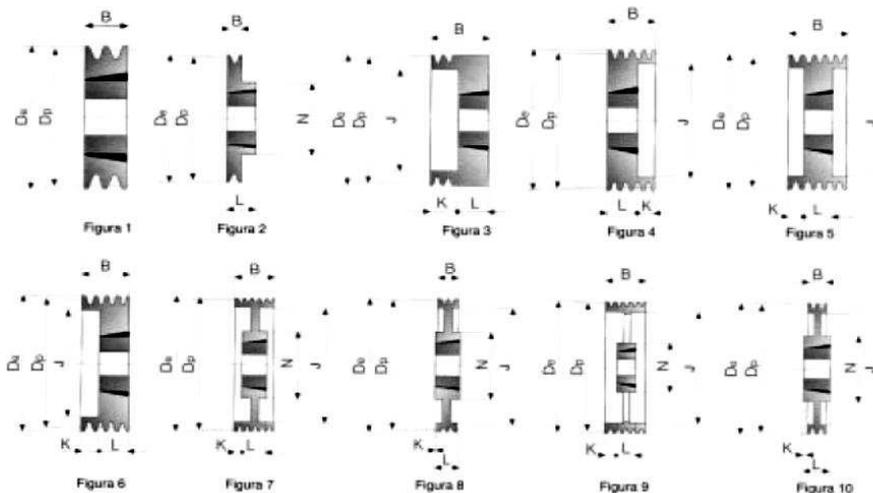


**POLEAS DE CASQUILLO CÓNICO**

Diseñadas para ser utilizadas con correas en V de sección estrecha y correas de sección clásica.



Perfil	Dp	$\alpha^\circ$	S	F	E	C	H
SPZ	$\leq 80$	34					
	$> 80$	38	8,5	8	12	2	11
SPA	$\leq 118$	34					
	$> 118$	38	11	10	15	2,8	13,8
SPB	$\leq 190$	34					
	$> 190$	38	14	12,5	19	3,5	17,5
SPC	$\leq 315$	34					
	$> 315$	38	19	17	25,5	4,8	23,8



Por necesidades de fabricación, las especificaciones de este catálogo pueden ser variadas sin previo aviso.



SPZ/XPZ/Z

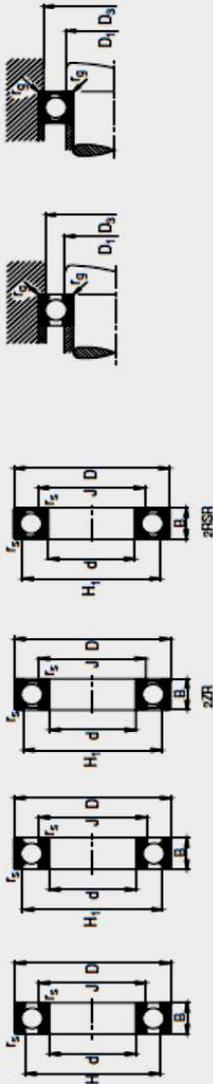
Dp	Canales	Casquillo	Eje Ø máx	Figura	B	J	K	L	N	De	Peso
<b>56</b>	1	1008	25	3	16			37		60.6	0.50
	2	1008	25	3	49	33.0	27.0	22		60.6	0.57
<b>60</b>	1	1008	25	3	16			22		64.6	0.31
	2	1108	28	3	59	35.0	27.0	22		64.6	0.66
<b>63</b>	1	1108	28	2	16			22	62	67.6	0.27
	2	1108	28	1	28			28		67.6	0.31
	3	1108	28	6	40	38.0	18.0	22		67.6	0.44
<b>67</b>	1	1108	28	2	16			22	62	71.6	0.32
	2	1108	28	1	28			28		71.6	0.40
	3	1108	28	6	40	38.0	18.0	22		71.6	0.53
<b>71</b>	1	1108	28	2	16			22	62	75.6	0.36
	2	1108	28	1	28			28		75.6	0.56
	3	1108	28	6	40	42.0	18.0	22		75.6	0.62
<b>75</b>	1	1108	28	2	16			22	62	79.6	0.44
	2	1210	32	1	28			28		79.6	0.42
	3	1210	32	6	40	48.0	15.0	25		79.6	0.58
<b>80</b>	1	1210	32	2	16			25	75	84.6	0.50
	2	1210	32	1	28			28		84.6	0.54
	3	1210	32	6	40	52.0	15.0	25		84.6	0.73
	4	1210	32	6	52	51.0	27.0	25		84.6	0.90
<b>85</b>	1	1210	32	2	16			25	86	89.6	0.77
	2	1610	42	1	28			28		89.6	0.53
	3	1610	42	6	40	57.0	15.0	25		89.6	0.72
	4	1610	42	6	52	56.0	27.0	25		89.6	0.96
	5	1610	42	6	64	56.0	39.0	25		89.6	1.15
<b>90</b>	1	1210	32	2	16			25	86	94.6	0.86
	2	1610	42	1	28			28		94.6	0.81
	3	1610	42	6	40	62.0	15.0	25		94.6	0.87
	4	1610	42	6	52	61.0	27.0	25		94.6	1.10
	5	1610	42	6	64	61.0	39.0	25		94.6	1.29
<b>95</b>	1	1210	32	2	16			25	86	99.6	0.84
	2	1610	42	1	28			28		99.6	0.81
	3	1610	42	6	40	67.0	15.0	25		99.6	0.99
	4	1610	42	6	52	66.0	27.0	25		99.9	1.26
	5	1610	42	6	64	66.0	39.0	25		99.9	1.46
<b>100</b>	1	1210	32	2	16			25	86	104.6	0.92
	2	1610	42	1	28			28		104.6	0.97
	3	1610	42	4	40	72.0	15.0	25		104.6	1.17
	4	1610	42	4	52	74.0	27.0	25		104.6	1.36
	5	2012	50	6	64	71.0	32.0	32		104.6	1.61
	6	2012	50	6	76	71.0	44.0	32		104.6	1.71
<b>106</b>	1	1610	42	2	16			25	92	110.6	0.95
	2	1610	42	1	28			28		110.6	1.14
	3	1610	42	4	40	78.0	15.0	25		110.6	1.35
	4	1610	42	4	52	80.0	27.0	25		110.6	1.88
	5	2012	50	6	64	77.0	32.0	32		110.6	2.03
	6	2012	50	6	76	77.0	44.0	32		110.6	2.00
<b>112</b>	1	1610	42	2	16			25	92	116.6	1.07
	2	1610	42	1	28			28		116.6	1.34
	3	2012	50	4	40	84.0	8.0	32		116.6	1.42
	4	2012	50	4	52	86.0	20.0	32		116.6	1.66
	5	2012	50	6	64	83.0	32.0	32		116.6	2.01
	6	2012	50	6	76	83.0	44.0	32		116.6	2.62
<b>118</b>	1	1610	42	2	16			25	92	122.6	1.20
	2	1610	42	1	28			28		122.6	1.52
	3	2012	50	4	40	90.0	8.0	32		122.6	1.70
	4	2012	50	4	52	92.0		32		122.6	1.94
	5	2012	50	4	64	89.0	32.0	32		122.6	2.29
	6	2517	60	6	76	89.0	31.0	45		122.6	2.27
<b>125</b>	1	1610	42	2	16			25	92	129.6	1.51
	2	1610	42	1	28			28		129.6	1.83
	3	2012	50	4	40	97.0	8.0	32		129.6	2.00
	4	2012	50	4	52	99.0		32		129.6	2.77
	5	2012	50	4	64	96.0	32.0	32		129.6	3.12
	6	2517	60	6	76	96.0	31.0	45		129.6	2.71
<b>132</b>	1	1610	42	2	16			25	92	136.6	1.69
	2	1610	42	1	28			28		136.6	2.02
	3	2012	50	4	40	104.0	8.0	32		136.6	2.32
	4	2012	50	4	52	104.0	20.0	32		136.6	2.80
	5	2517	60	4	64	103.0	19.0	45		136.6	3.00
	6	2517	60	4	76	103.0	31.0	45		136.6	3.20
<b>140</b>	1	1610	42	2	16			25	92	144.6	1.87
	2	1610	42	1	28			28		144.6	2.41
	3	2012	50	4	40	112.0		32		144.6	2.73
	4	2012	50	4	52	112.0		32		144.6	3.10
	5	2517	60	4	64	111.0		45		144.6	3.45
	6	2517	60	4	76	111.0		45		144.6	3.85
	8	2517	60	5	100	110.0	27.5	45		144.6	4.63
	<b>150</b>	1	1610	42	2	16			25	92	154.6
2		2012	50	8	28	128.5		32	106	154.6	3.03
3		2012	50	4	40	122.0		32		154.6	3.20
4		2517	60	4	52	122.0		45		154.6	3.80
5		2517	60	4	64	121.0		45		154.6	4.20
6		2517	60	4	76	121.0		45		154.6	4.58
8		2517	60	5	100	120.0	27.5	45		154.6	5.48
<b>160</b>		1	1610	42	2	16			25	92	164.6
	2	2012	50	8	28	138.5		32	106	164.6	3.73
	3	2012	50	4	40	132.0		32		164.6	4.32
	4	2517	60	4	52	132.0		45		164.6	4.91
	5	2517	60	4	64	131.0		45		164.6	5.06
	6	2517	60	4	76	131.0		45		164.6	5.51
	8	2517	60	5	100	130.0	27.5	45		164.6	6.39

## **ANEXO XVIII**

1. Características Técnicas de Rodamientos y Chumaceras Seleccionadas.

### Rodamientos FAG rígidos de bolas de una hilera

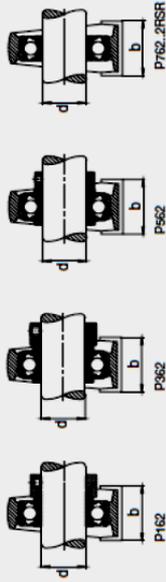
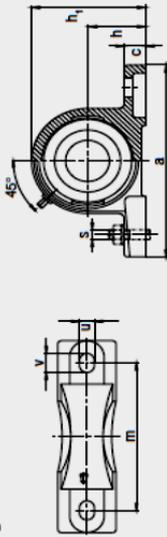
Los rodamientos pueden dimensionar una distancia de vida limitada,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ , ver Pág.41.



Eje	Dimensiones		f <sub>s</sub> min	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	J	J <sub>2</sub>	Peso m	Capacidad de carga		Velocidad límite min <sup>-1</sup>	Velocidad de referencia	Denominación abreviada	Medidas auxiliares			
	d	D							d <sub>yn</sub> C	C <sub>0</sub> stat.				D <sub>1</sub> min	D <sub>2</sub> max	f <sub>r</sub> max	f <sub>a</sub> max
20	20	47	14	38,4	41	28,8	0,105	0,105	12,7	0,55	18000	19000	6204	25,0	41,4	1	
	20	47	14	38,4	41	28,8	0,105	0,105	12,7	0,55	18000	19000	6204 WZ08	25,0	41,4	1	
	20	47	14	38,4	41	28,8	0,109	0,109	12,7	0,55	15000	18000	6204 ZRH	25,0	41,4	1	
	20	47	14	38,4	41	28,8	0,109	0,109	12,7	0,55	10000	15000	6204 ZRSR	25,0	41,4	1	
	20	47	14	38,4	41	28,8	0,108	0,108	12,7	0,55	10000	15000	6204 ZRSR WZ08	25,0	41,4	1	
	20	47	18	38,4	41	28,8	0,139	0,139	12,7	0,55	10000	10000	6204 ZRSR	25,0	41,4	1	
	20	52	15	41,9	44,4	30,3	0,151	0,151	16	7,8	54000	18000	6304	27	45	1	
	20	52	15	41,9	44,4	30,3	0,153	0,153	16	7,8	54000	18000	6304 WZ08	27	45	1	
	20	52	15	41,9	44,4	30,3	0,152	0,152	16	7,8	48000	18000	6304 ZRH	27	45	1	
	20	52	15	41,9	44,4	30,3	0,152	0,152	16	7,8	48000	18000	6304 ZRSR	27	45	1	
	20	52	21	42,1	44,4	30,3	0,209	0,209	16	7,8	9000	9000	6204 ZRSR	27	45	1	
	20	72	19	56	56	37	0,415	0,415	30,5	15	26000	15000	6404	29	63	1	
	25	25	47	8	39,7	41,1	32,2	0,095	0,095	7,2	4,05	18000	14000	18006	27	45	0,3
		25	47	12	40,2	42,5	32	0,08	0,08	10	5,85	90000	17000	6006	28,2	43,8	0,6
		25	47	12	40,2	42,5	32	0,082	0,082	10	5,85	90000	17000	6006 WZ08	28,2	43,8	0,6
25		47	12	40,2	42,5	32	0,083	0,083	10	5,85	15000	17000	6006 ZRH	28,2	43,8	0,6	
25		47	12	40,2	42,5	32	0,083	0,083	10	5,85	10000	17000	6006 ZRSR	28,2	43,8	0,6	
25		47	12	40,2	42,5	32	0,083	0,083	10	5,85	10000	10000	6006 ZRSR WZ08	28,2	43,8	0,6	
25		52	15	43,0	45,4	33,5	0,128	0,128	14	7,8	17000	17000	6206	30,6	46,4	1	
25		52	15	43,0	45,4	33,5	0,128	0,128	14	7,8	17000	17000	6206 WZ08	30,6	46,4	1	
25		52	15	43,0	45,4	33,5	0,132	0,132	14	7,8	14000	17000	6206 ZRH	30,6	46,4	1	
25		52	15	43,0	45,4	33,5	0,132	0,132	14	7,8	9000	17000	6206 ZRSR	30,6	46,4	1	
25		52	15	43,0	45,4	33,5	0,132	0,132	14	7,8	9000	9000	6206 ZRSR WZ08	30,6	46,4	1	
25		52	18	43,0	45,4	33,5	0,150	0,150	14	7,8	9000	9000	6206 ZRSR	30,6	46,4	1	
25		62	17	50,2	52,5	36,4	0,254	0,254	22,4	11,4	28000	15000	6306	32	55	1	
25		62	17	50,2	52,5	36,4	0,257	0,257	22,4	11,4	28000	15000	6306 WZ08	32	55	1	
25		62	17	50,2	52,5	36,4	0,252	0,252	22,4	11,4	15000	15000	6306 ZRH	32	55	1	
25	62	17	50,2	52,5	36,4	0,252	0,252	22,4	11,4	7000	15000	6306 ZRSR	32	55	1		
25	62	17	50,2	52,5	36,4	0,245	0,245	22,4	11,4	7000	7000	6306 ZRSR WZ08	32	55	1		
25	62	24	50,2	52,5	36,4	0,272	0,272	22,4	11,4	7000	7000	6206 ZRSR	32	55	1		
25	60	21	45,1	45,1	45,4	0,56	0,56	36	19,3	22000	14000	6406	36	69	1,5		
30	30	50	9	47,5	49,8	37,7	0,062	0,062	11,2	7,35	10000	12000	18006	32	63	0,3	
	30	50	13	47,2	49,2	38,3	0,122	0,122	12,7	8	30000	15000	6006	34,0	50,4	1	
	30	50	13	47,2	49,2	38,3	0,109	0,109	12,7	8	30000	15000	6006 WZ08	34,0	50,4	1	
	30	50	13	47,2	49,2	38,3	0,125	0,125	12,7	8	15000	15000	6006 ZRH	34,0	50,4	1	
	30	50	13	47,2	49,2	38,3	0,125	0,125	12,7	8	8000	15000	6006 ZRSR	34,0	50,4	1	

Bajo demanda también son suministrables otras especificaciones: no dadas en omnicartrix.

**Unidades FAG de rodamientos S**  
Series P162, P362, P562, P762...2RSR  
Soporte de pie de fundición gris



Eje	Dimensiones		Tornillos de fijación										Denominación abreviada		Peso	
	d	mm	a	b	c	h	h <sub>1</sub>	m	u	v	s	mm	in	Unidad de soporte FAC	Rodamiento con dispositivo de seguridad FAG	Soporte FAG
1	25.4	140	38	15	36.5	71	105	11.5	15	16	M10	3/4	P205	6205.100	P205	0.917
	25.4	140	38	15	36.5	71	105	11.5	16	16	M10	3/4	P205	6205.100	P205	0.965
	25.4	140	38	15	36.5	71	105	11.5	16	16	M10	3/4	P205	6205.100	P205	0.888
1 1/16	30.985	155	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.101	P206	1.33
	30.985	155	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.101	P206	1.33
	30.985	155	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.101	P206	1.35
1 1/8	38.575	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.102	P206	1.31
	38.575	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.102	P206	1.34
	38.575	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.102	P206	1.35
3/8	30	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.103	P206	1.3
	30	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.103	P206	1.42
	30	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.103	P206	1.31
1 1/4	30	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.104	P206	1.28
	30	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.104	P206	1.4
	30	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.104	P206	1.28
1 1/2	31.75	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.104	P207	1.78
	31.75	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.104	P207	1.94
	31.75	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.104	P207	1.79
1 5/16	33.338	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.105	P207	1.77
	33.338	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.105	P207	1.92
	33.338	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.105	P207	1.76
1 3/8	31.75	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.104	P206	1.4
	31.75	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.104	P206	1.28
	31.75	165	48	17	42.9	83	121	14	19	19	M12	7/8	P206	6206.104	P206	1.28
1 3/4	34.925	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.106	P207	1.75
	34.925	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.106	P207	1.89
	34.925	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.106	P207	1.73
3/5	35	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.107	P207	1.75
	35	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.107	P207	1.89
	35	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.107	P207	1.64
1 7/16	38.575	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.108	P207	1.73
	38.575	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.108	P207	1.87
	38.575	167	48	18	47.6	93	126	14	19	19	M12	7/8	P207	6207.108	P207	1.7

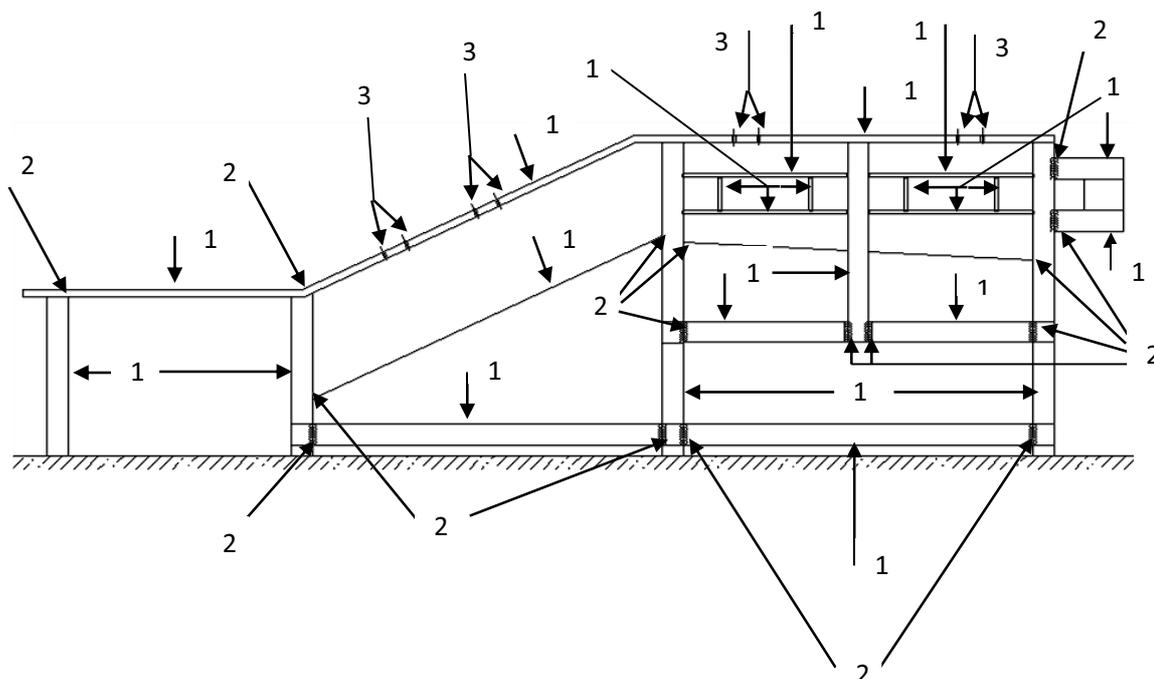
Por favor, verifique cualquier cambio de las dimensiones al reemplazar soportes viejos por nuevos.

Bajo demanda también son suministrables otras ejecuciones; no duden en contactarnos.

## **ANEXO XIX**

1. Hojas de Procesos.

<b>LAVADORA DE MALANGA</b>	<b>ELEMENTO: ESTRUCTURA</b>	<b>N° DE PLANO: 1.2755.101</b>	<b>CANTIDAD DE PIEZAS: 1</b>	<b>MATERIAL: Ac. Inox. 304</b>
------------------------------------	---------------------------------	--	----------------------------------	--



Superficie	Operación	Electrodo AWS	N° Pasadas	Profundidad (mm)	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		30
1	Corte de perfiles		1		150
1	Medir perfiles				30
2	Puntear perfiles	E308L 16		4	120
2	Soldar perfiles	E308L 16	1	4	180
3	Medir y trazado de centros				30
3	Agujeros pasantes		1		30

LAVADORA DE MALANGA	ELEMENTO: SISTEMA ASPERSIÓN 1	N° DE PLANO: 1.2755.102	CANTIDAD DE PIEZAS: 1	MATERIAL: A36	
Superficie	Operación	Electrodo AWS	N° Pasadas	Profundidad (mm)	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		30
1	Corte de tubería		1		140
1	Medir tubería				20
2	Medir y trazado de centros				45
2	Agujeros ciegos		1		30
3	Puntear tubería	E6011	1	3	30
3	Soldar tubería	E6011	1	3	90

LAVADORA DE MALANGA	ELEMENTO: SISTEMA DE ASPERSIÓN 2	N° DE PLANO: 1.2755.102	CANTIDAD DE PIEZAS: 1	MATERIAL: A36	
Superficie	Operación	Electrodo AWS	N° Pasadas	Profundidad	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		40
1	Corte de tubería		1		160
1	Medir tubería				30
2	Medir y trazado de centros				60
2	Agujeros ciegos		1		45
3	Puntear tubería	E6011	1	3	45
3	Soldar tubería	E6011	1	3	105

LAVADORA DE MALANGA	ELEMENTO: TANQUE	N° DE PLANO: 1.2755.103	CANTIDAD DE PIEZAS: 1	MATERIAL: Ac. Inox. 304	
Superficie	Operación	Electrodo AWS	N° Pasadas	Profundidad (mm)	Tiempo (min.)
1	Trazado				30
1	Corte de la plancha				30
1	Doblado				30
2	Soldar	E308L 16	1	1.5	45
3	Medida y trazo de centro				10
3	Agujero		1		10

LAVADORA DE MALANGA	ELEMENTO: TAPA	N° DE PLANO: 1.2755.104	CANTIDAD DE PIEZAS: 2	MATERIAL: Ac. Inox. 304	
Superficie	Operación	Electrodo AWS	N° Pasadas	Profundidad (mm)	Tiempo (min.)
1	Trazado		1		15
1	Corte de la plancha y tubo		1		20
2	Doblado				30
3	Soldar	E308L 16	1	1.5	20

## **ANEXO XX**

### **1. Fotografías de Estudio de Campo**



Foto 1. Lavadora de Malanga



Foto 2. Lavadora de Malanga



**Foto 3.** Puesta en funcionamiento de la Lavadora



**Foto 4.** Malangas previas al proceso de lavado



**Foto 5.** Lavado de Malanga



**Foto 6.** Verificación del funcionamiento de la Lavadora



**Foto 7.** Malangas después del proceso de lavado.



**Foto 8.** Malanga antes de ser empacada



**Foto 9.** Malanga lista para la exportación.