



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

" Diseño, Construcción, Instalación y Puesta en Marcha de un
Sistema de Transportación para Planta Alimenticia"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

JORGE ALBERTO CHACHA MORA

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

A mis padres que me guían desde el cielo, a mi esposa que día a día es mi apoyo y mi fortaleza, a mis hijos que son mi inspiración, a todos ellos que me animan a concluir con éxito esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

ESTE TRABAJO LO DEDICO A;

MIS PADRES; OFELIA Y RAFAEL

MI ESPOSA; ANA MARIA

MIS HIJOS; CARITO, JORGE Y JOSITA

MIS HERMANOS TODOS

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Julián Peña E.', written over a horizontal blue line.

M.Sc. Julián Peña E.
Director

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Kleber Barcia V.', written over a horizontal blue line.

Dr. Kleber Barcia V., Ph.D.
Vocal

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Examen Complexivo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Jorge Alberto Chacha Mora

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	ii
ABREVIATURA Y SIMBOLOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE PLANOS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
1.1 Programación de Actividades.....	5
1.2 Cronograma del Proyecto.....	6
CAPÍTULO 2	
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	7
2.1 Levantamiento y Medidas Donde se Instalarán Equipos.....	8
2.2 Selección de Transportadores de Acuerdo al Ancho de las Bandas.....	9
2.3 Selección por Longitud de Transportadores.....	12
2.4 Selección de Transportadores y Bandas.....	13
2.5 Selección de Ejes y Piñones	16
2.6 Selección de Transportadores Según las Velocidades.....	20
2.7 Selección de Motor Reductores por Velocidad (rpm)	23
2.8 Selección de Motor Reductores por Capacidad (hp)	24
2.9 Selección de Equipos de Seguridad.....	29
2.10 Selección del Sistema Eléctrico y de Control.....	33
2.11 Panel de Control Eléctrico.....	34
2.12 Parada de Emergencia	35

2.13 Panel de Control de Pantalla Táctil.....	36
2.14 Elaboración de Planos y Aprobación	40
2.15 Proceso de Construcción de los Transportadores	42

CAPÍTULO 3

3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA Y PUESTA EN MARCHA.....	44
3.1 Cronograma para la Instalación de los Transportadores.....	44
3.2 Proceso para el Inicio de Producción.....	45
3.3 Operación antes de Puesta en Marcha.....	45
3.4 Mantenimiento.....	49

CAPÍTULO 4

4. FACTIBILIDAD ECONÓMICA	55
4.1 Análisis del Costo del Proyecto.....	55
4.2 Análisis de Ventas vs. Costos.....	59

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1 Conclusiones.....	61
5.2 Recomendaciones.....	62

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS MOTORES

ANEXOS BANDAS

ANEXOS PLANOS

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

“A”	Máquina que elabora el producto	1
“B”	Máquina que elabora el producto	2
“C”	Máquina que congela los productos	1 y 2
“u”	Unidades	
“u/min”	Unidades por minuto de producción	
“°C”	Grados centígrados	
“pulg”	Pulgadas	
“mm”	Milímetros	
“m/min”	Metros por minuto	
“db”	Decibeles	
“IP55”	Norma eléctrica	
“clase F”	Norma eléctrica	
“gr “	gramo	
“Kg/m ² ”	kilogramo/metro cuadrado	
“HP”	potencia (horse power)	
“Hz”	frecuencia Hertz	
“rpm”	revoluciones por minuto	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Salida del Producto 1 y 2 desde las Máquinas A y B.....	8
Figura 2.2 Salida de los Productos desde la Máquina C.....	9
Figura 2.3 Vista General de los Transportadores.....	14
Figura 2.4 Sistema Paro de Emergencia por Cable.....	29
Figura 2.5 Paro de Emergencia Botón Pulsador.....	30
Figura 2.6 Interruptor Tipo IO para Mantenimiento.....	30
Figura 2.7 Protección Transparente Parte Inferior.....	31
Figura 2.8 Soporte al Piso; Minimizan Acumulación de Polvos.....	32
Figura 2.9 Panel de Control de Pantalla Táctil.....	36
Figura 2.10 Pantalla Panel View: Entrada de los Productos a la Máquina... 38	38
Figura 2.11 Pantalla Panel View: Salida de los Productos de la Máquina C.38	38
Figura 2.12 Pantalla Panel View: Barra de Menú.....	39
Figura 2.13 Pantalla Panel View: Barra de Mantenimiento.....	39
Figura 2.14 Pantalla Panel View: Barra de Mantenimiento Paro - Marcha...39	39
Figura 2.15 Panel View: Barra de Seguridad.....	40
Figura 2.16 Distribución de los Productos 1 y 2.....	40
Figura 2.17 Vista del Sistema Empujador Neumático.....	41
Figura 2.18 Distribución Doble del Producto 1.....	41
Figura 2.19 Salida de los Productos desde la Máquina C.....	42
Figura 2.20 Proceso de Construcción de los Transportadores.....	43
Figura 3.1 Panel View: Barra de Recetas	48
Figura 3.2 Pantalla para Cambio de Recetas	49
Figura 3.3 Ingreso de Clave para Cambiar Recetas	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Programación de Actividades.....	5
Tabla 2 Cronograma del Proyecto.....	6
Tabla 3 Selección de Transportadores.....	11
Tabla 4 Selección de Bandas.....	12
Tabla 5 Selección de Velocidades Lineales.....	15
Tabla 6 Selección de Piñones y Ejes.....	20
Tabla 7 Selección de Motores Reductores por Capacidad.....	22
Tabla 8 Selección de Velocidades de los Motores.....	24
Tabla 9 Ficha Técnica Motor Reductor ½ HP.....	28
Tabla 10 Ficha Técnica Motor Reductor 2 HP.....	44
Tabla 11 Pasos para Puesta en Marcha.....	46
Tabla 12 Cuadro de Diagnostico de Fallas y Soluciones.....	52
Tabla 13 Costos de Suministro de Materiales y Equipos.....	56
Tabla 14 Costos de Instalación y Montaje	57
Tabla 15 Costos del Proyecto.....	58
Tabla 16 Análisis de Ventas vs. Costo.....	59

ÍNDICE DE PLANOS

Planos de los Transportadores T1

Planos de los Transportadores T3

Planos de los Transportadores T7

Planos de los Transportadores T17

Planos de los Transportadores T20

Planos de los Transportadores de rodillos T 21

INTRODUCCIÓN

Una empresa líder y con más de 20 años en el mercado local tiene como su principal objetivo incrementar el 60% su capacidad de producción, esto es desde 21 millones de litros de producto terminado a 35 millones de litros anuales, esto se debe al incremento de la demanda del consumo local y a la necesidad de exportar a países vecinos, para lo cual adquieren dos equipos "A" y "B" que cumplen con el requerimiento, además adquirieron una máquina "C" para que le proporcionen características físicas al producto para su facilidad de transportación hacia la parte externa de la planta, esto es almacenaje y despacho al exterior. El proyecto consiste en, construir, instalar y puesta en marcha de un sistema de transportación del producto desde los equipos "A" y "B", pasando por la máquina "C", hasta la bodega.

El proyecto consistió en realizar el levantamiento del área a instalar los transportadores, seleccionar los transportadores, construirlos o importar aquellos que por tiempo o por costo era más convenientes traerlos.

Los equipos A, B y C fueron adquiridos con anterioridad por el cliente.

El proyecto incluye la puesta en marcha del sistema de transportación, por lo tanto, se realizaron trabajos mecánicos eléctricos y de automatización.

Los transportadores cumplen con las normas; alimentaria, seguridad, fácil operación y mantenimiento.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Una empresa multinacional radicada en el país, seleccionó entre sus constructores técnicos industriales a 5 compañías; 2 de Guayaquil, 2 de Quito y 1 de Brasil, entre estas compañías escogerían a la que tenía que desarrollar el proyecto de construcción e instalación de transportadores para su planta, el proyecto consistió en; Diseñar construir y poner en marcha un sistema completo de transportación para productos alimenticios.

El objetivo específico de este proyecto fue, instalar los transportadores en la planta de la empresa, en máximo 15 días calendarios, aprovechando el periodo de vacaciones que la empresa proporciona a sus trabajadores, por el tiempo corto que se dispuso los equipos se construyeron y se probaron en talleres externos, para tenerlos listos y únicamente tener que instalarlos en la planta de la empresa. Para poder cumplir con este objetivo se realizó una organización y planificación muy estricta, partiendo desde un levantamiento de medidas del área actual

disponible, de los equipos actuales y de los equipos por adquirir, así como de la logística para trabajar las 24 horas durante los 15 días programados. Los transportadores cumplen con las normas; alimentaria, seguridad, fácil operación y mantenimiento.

El equipo "A" elabora el producto 1 a una velocidad de 70 u/minutos. Y el equipo "B" elabora el producto 2 a una velocidad de 120 u/minuto; estos dos productos deberán ser transportados al mismo tiempo y pasar por la máquina "C", la misma que tiene una velocidad de 2.5 metros/minutos, con estos datos y manteniendo la misma área para no paralizar la línea actual de producción, se debe instalar el nuevo sistema de transportación. Además, se debe tener en cuenta que a futuro la máquina A elaborara un tercer producto con mayor tamaño y peso, esto es 40 Cm. de diámetro y 3 Kg. de peso.

Para poder realizar este sistema de transportación, se tiene que utilizar parte de la altura del área de producción y recomendar al fabricante que la máquina "C" tenga la entrada del producto por la parte superior y, que la descarga sea por la parte inferior, de esta manera se aprovecha el espacio disponible y se reduce el tiempo de parada para la instalación de los equipos, además de aprovechar los días libres de producción como feriados y domingos para realizar el montaje de los transportadores.

El producto 1 tiene las siguientes dimensiones: 180 x 100 x 100 mm con peso de; 1000 gr.

El producto 2 tiene las siguientes dimensiones: 120x 50 x50 mm con peso de; 200 gr.

El sistema de transportación debe cumplir con las normas alimenticias HACCP de fabricación y de seguridad tanto para el producto como para el operador, además las bandas deben resistir una temperatura de -18 °C El proyecto es llave en mano, quiere decir incluye parte mecánica, eléctrica y de automatización (control).

El proyecto demandó la presencia de varias disciplinas de la ingeniería, que acompañaron en la construcción, montaje e instalación de la planta:

- Componentes mecánicos
- Componentes eléctricos
- Componentes electrónicos
- Componentes neumáticos

1.1 Programación de Actividades

Para la programación se considera los tiempos de cada disciplina, además de los tiempos de importación, construcción de equipos hasta la entrega de información y planos.

.

Tabla 1: Programación de Actividades

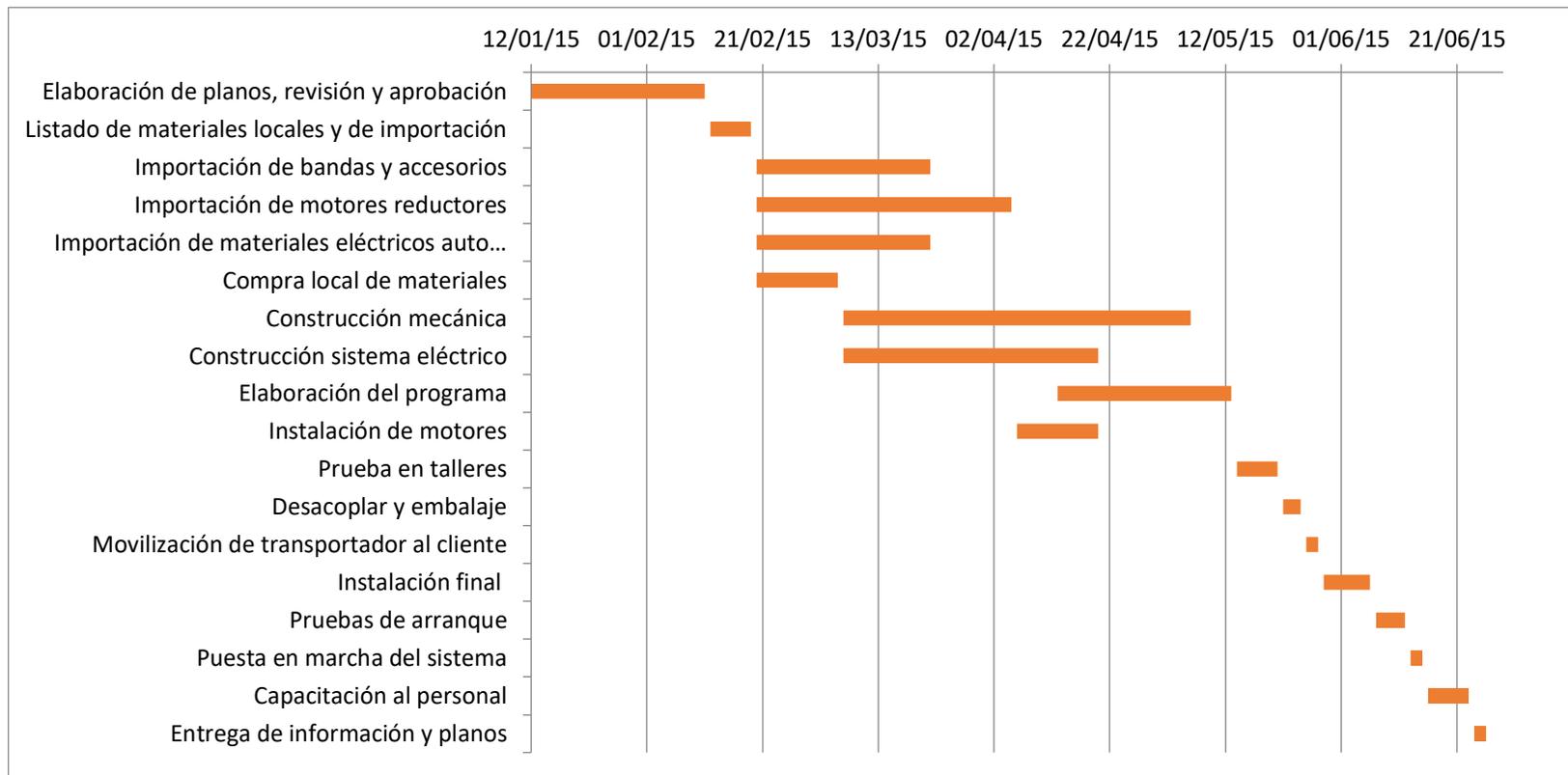
Actividades	Inicio	Duración (días)	Fin
Elaboración de planos, revisión y aprobación	12/01/2015	30	11/02/2015
Listado de materiales locales y de importación	12/02/2015	7	19/02/2015
Importación de bandas y accesorios	20/02/2015	30	22/03/2015
Importación de motores reductores	20/02/2015	44	05/04/2015
Importación de materiales eléctricos auto...	20/02/2015	30	22/03/2015
Compra local de materiales	20/02/2015	14	06/03/2015
Construcción mecánica	07/03/2015	60	06/05/2015
Construcción sistema eléctrico	07/03/2015	44	20/04/2015
Elaboración del programa	13/04/2015	30	13/05/2015
Instalación de motores	06/04/2015	14	20/04/2015
Prueba en talleres	14/05/2015	7	21/05/2015
Desacoplar y embalaje	22/05/2015	3	25/05/2015
Movilización de transportador al cliente	26/05/2015	2	28/05/2015
Instalación final	29/05/2015	8	06/06/2015
Pruebas de arranque	07/06/2015	5	12/06/2015
Puesta en marcha del sistema	13/06/2015	2	15/06/2015
Capacitación al personal	16/06/2015	7	23/06/2015
Entrega de información y planos	24/06/2015	2	26/06/2015

1.1 Cronograma del Proyecto

Después de obtener los tiempos en la programación de actividades, se realiza el cronograma del proyecto, el cual lo se adjunta a continuación.

1.2 Cronograma del Proyecto

Tabla 2: Cronograma del Proyecto



CAPÍTULO 2

2.- DESARROLLO DEL PROYECTO

El nuevo Sistema de transportación para los productos 1 y 2 se ha realizado bajo las especificaciones de normas HACCP, buenas prácticas de manufactura y necesidades de producción.

El proyecto inicia en dos puntos de producción, que son las máquinas A y B, luego pasa por sus respectivos detectores de metales. Se instala un sistema de Neumático para el conteo de productos con sus respectivos sensores de acumulación. Los Productos 1 y 2 ingresarán a la nueva máquina C para la previa congelación de los mismos. Después de salir los productos 1 y 2 por la máquina C, estos se dirigen a un transportador vertical tipo espiral para subir los productos, hasta 2 y 2,5 metros de altura respectivamente, inmediatamente después se enviarán hasta el área de almacenamiento (bodega). Además, se considera un producto 2 especial, que ingresa a una máquina selladora de cartones, la función de este equipo es de contar, acumular, sellar y encartonar el producto 2 especial, posteriormente, los productos entran a un transportador vertical

tipo espiral para ganar altura, e inmediatamente se transportan hacia el área de bodega para su congelación y despacho.

2.1 Levantamiento de Gráficos y Medidas donde se Instalarán Equipos

En el levantamiento de medidas se encontraron dimensiones que no iban a permitir la instalación de los transportadores, por tal razón se reubicaron algunos equipos actuales. Además, se tuvo que recomendar a los fabricantes del equipo C, realizar ciertos cambios como posición de la entrada y salida de los productos.

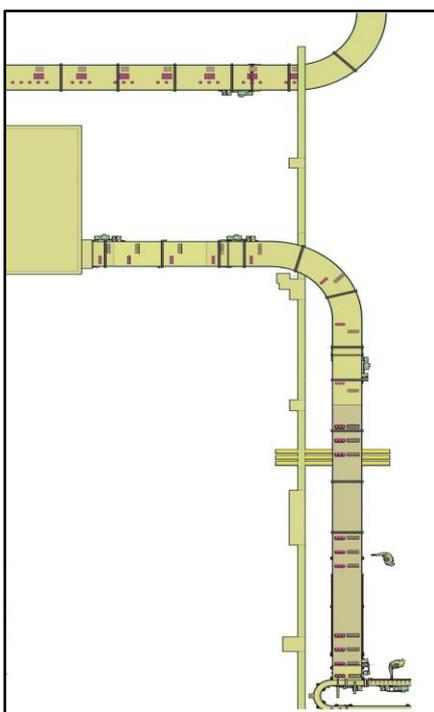


Figura 2.1 Salida del Producto 1 y 2 desde las Máquinas A y B

Fuente: autor

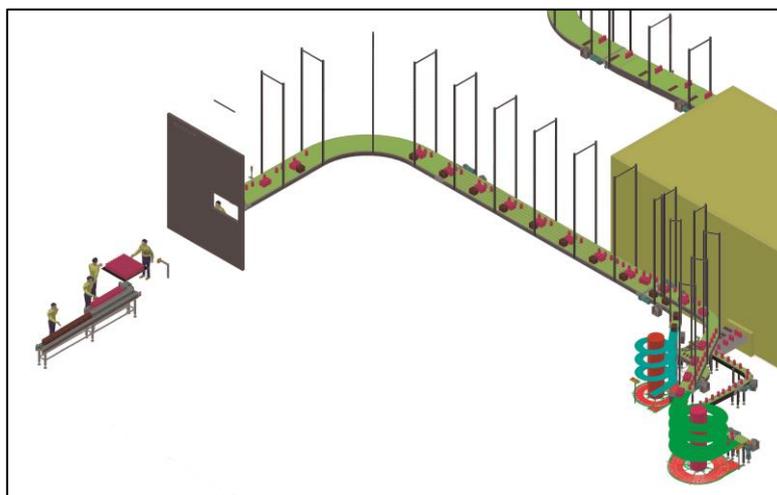


Figura 2.2 Salida de los Productos desde la Máquina C

Fuente: Autor

2.2 Selección de Transportadores Según el Ancho de Bandas

De acuerdo a las dimensiones de los productos 1 y 2; se selecciona el ancho de las bandas. Además, se considera que en algunos tramos se unen los dos productos y a futuro la máquina A producirá un tercer producto con mayor tamaño.

Por ejemplo # 1.- La máquina A elabora el producto 1 con las siguientes dimensiones;

Diámetro Inferior = 100 mm

Diámetro Superior = 80 mm

Altura = 180 mm

Además, esta máquina a futuro elaborará un producto # 3 con diámetro de 400 mm, con estos datos se selecciona el ancho de la banda del transportador 1 en 600 mm.

Ejemplo # 2.- La máquina 2 elabora el producto 2 con las siguientes dimensiones:

Largo = 120 mm

Ancho = 50 mm

Alto = 50 mm

Con esta longitud del producto 1 se selecciona el ancho de la banda del transportador # 4 en 200 mm.

En la tabla 3 se enumera el ancho de banda de cada uno de los transportadores, considerando el producto que va a transportar.

Tabla 3: Selección de Bandas

Transportador	Transporta	Ancho seleccionado (mm)
T1	Producto 1 de manera continua	600
T2	Producto 1 de manera continua	200
T3	Producto 1 de manera continua	200
T4	Producto 2 de manera continua	200
T5	Producto 1 de manera continua	200
T6	3 unidades del producto 1 y 8 unidades del producto 2	1000
T7	3 unidades del producto 1 y 8 unidades del producto 2	1000
T8	3 unidades del producto 1 y 8 unidades del producto 2	1000
T9	3 unidades del producto 1 y 8 unidades del producto 2	1000
T10	8 unidades producto 2	500
T11	8 unidades producto 2	500
T12	Producto 1 de manera continua	200
T13	Producto 1 de manera continua	200
T14	Producto 1 de manera continua	200
T15	Producto 1 de manera continua	200
T16	Producto 1 de manera continua	300
T17	Producto 1 de manera continua y empaquetado	300
T18	Producto 2 empaquetado en cartón	500
T19	Producto 1 de manera continua y Producto 2 empaquetado en cartón	800
T20	Producto 1 de manera continua y Producto 2 empaquetado en cartón	800
T21	Producto 1	300
T22	Producto 2	300

2.3 Selección por Longitud de los Transportadores

En el levantamiento de dimensiones en sitio, se sugirió construir 22 transportadores, esto se concluye considerando el recorrido de los productos, en la siguiente tabla se anotaron las longitudes seleccionadas.

Tabla 4: Longitud de los Transportadores

Transportador	Longitud (mm)
T1	2.000
T2	8.000
T3	4.000
T4	3.500
T5	4.800
T6	1.000
T7	12.800
T8	6.500
T9	7.400
T10	1.200
T11	2.500
T12	6.250
T13	7.400
T14	6.000
T15	8.500
T16	9.600
T17	8.300
T18	5.500
T19	13.600
T20	12.500
T21	4.000
T22	6.000

2.4 Selección de Transportadores y Bandas

Para seleccionar los transportadores se analizaron los siguientes parámetros;

Marca Intralox (pedido por cliente)

Resistente a desgaste por fricción

Banda tipo grado alimenticio

Color blanco (pedido por el cliente)

Antideslizante en los tramos inclinados, no paletas de empuje

Banda deslizante en área de deslizamiento (empujadores)

Resistente a bajas temperaturas

Buen funcionamiento en tramos curvos.

Con los parámetros antes anotados y considerando el diagrama preliminar se selecciona las bandas de acuerdo a las características de operación.

A continuación, se enumeran los diferentes tipos de bandas que se selecciona y tienen las siguientes características:

a.- Serie 1000 Flat top; sus eslabones son rectos se utiliza para tramos rectos.

b.- Serie 2400 Radius Flush Grid; Apropriados para transportadores curvos, esto es porque tienen flexibilidad entre sus eslabones.

c.- Serie 550 Transfer Flat Top; es una banda lisa apropiada para perfecto deslizamiento y para transiciones pequeñas.

Este tipo de bandas tiene los eslabones muy pequeños, esto hace que trabaje muy bien en pequeños radios de curvaturas, justo para espacios críticos y difícil transición.

d.- Serie 1000 Fricción top; su principal característica es ser antideslizante, apropiado para transportadores inclinados, ascendente o descendente. Esta banda tiene varias figuras con forma de diamante, redonda o cuadrada, se seleccionó la figura de diamante por tener mayor área de adherencia.



Figura 2.3 Vista General de los Transportadores

Fuente: El autor

Tabla 5: Selección de Transportadores

N;	FUNCIÓN	Banda	Material
T1	Sacar el producto 1 de la máquina A	Serie 1000 FLAT TOP	Polipropileno
T2	Separar para contar el producto 1	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T3	Ingreso producto 1 al empujador	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T4	Salida producto 2 de la máquina B	Serie 1000 flat top	Polipropileno
T5	Separar para contar el producto 2 e ingreso al empujador	Serie 1000 flat top	Polipropileno
T6	Salida de los productos del empujador	Serie 550 flat top	Polipropileno
T7	Elevar los productos, transportador inclinado	Serie 1000 diamond friction top	Polipropileno
T8	Transportador Curvo preparar el ingreso	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T9	Ingreso de los productos a máquina C	Serie 1000 diamond friction top	Polipropileno
T10	Salida del producto 2 de máquina C	Serie 550 flat top	Polipropileno
T11	Separar producto 2 previo empaque	Serie 550 flat top	Polipropileno
T12	Salida del producto 1 de máquina C	Serie 550 flat top	Polipropileno
T13	Separar producto 1	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T14	Transportador Curvo, preparar el ingreso del producto 1 al elevador	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T15	Ingreso del producto 2 al elevador	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T16	Salida de producto 1 del elevador	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T17	Salida de producto 1 del elevador	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T18	Salida de producto 2 del elevador	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T19	Productos 1 y 2 previo ingreso a bodega	Serie 2400 radius flush grid	Polipropileno
T20	Ingreso de productos a bodega	Serie 1000 diamond friction top	Polipropileno
T21	Distribución en bodega	rodillos	Pvc Diámetro 1 1/2
T22	Distribución en bodega	rodillos	Pvc Diámetro 1 1/2

2.5 Selección de Ejes y Piñones

Se selecciona ejes cuadrados por que el empleo de estos ejes proporciona una eficiencia máxima en la atracción de la banda, dos aspectos importantes de estos ejes son:

1.- transmisión directa del par motor a los engranajes, la cual se efectúa sin chavetas.

2.- El movimiento lateral de los engranajes acomódense, así las diferencias inherentes de expansión o contracción térmica entre plásticos y metales. Los ejes motrices deben ser lo suficientemente rígidos para resistir la flexión o deflexión excesivas, originadas por la tracción de la banda y suficientemente fuertes para transmitir el par torsión requerido, por lo tanto, se determina la deflexión del eje motriz y el par de torsión.

El eje se flexiona bajo las cargas combinadas de la tracción ajustada de la banda y su propio peso. La carga total del eje se obtiene:

$$W = (ABP + Q) B$$

Q = Peso del eje (Kg/m) (Ver tabla 15)

B = Ancho de la banda (mm)

Transportador T 7

B = 1000 mm.

Q = 12,55 Kg/m.

ABP = BP. SF

BP = tracción de la banda.

SF = factor de servicio (arranque)

Vacío = 1

Con carga = 1,2

Con velocidad mayor de 10 m/min. = agregar 0,2

Transporte ascendente = agregar 0,4

Transporte por empuje = agregar 0,2

Tracción de la banda (BP) se la obtiene con la siguiente ecuación;

$$BP = ((M+2W).F_w. + M.F_p) L + (M.H)$$

Dónde:

M = Carga de producto (Kg/m²)

W = Peso de la banda

F_w = Coeficiente de fricción

L = Longitud del transportador (m)

H = Cambio de altura del transportador (m)

F_p = Coeficiente de fricción (entre producto y banda)

F_p = 0.21 banda lisa, producto seco en cartón, banda polipropileno.

L = 12,8 metros

Velocidad lineal = 10 m/min.

Material polipropileno serie 1000 fricción top. W= 8,79 kg/m²

$$F_p = 0,21;$$

$$F_w = 0,3;$$

Peso del producto1 = 1 Kg. Peso del producto2 = 0,2 Kg.

M = 7 filas de 3 producto1 + 8 filas de 8 producto2.

$$M = 21 + 11,2$$

$$M = 32,2 \text{ Kg.}$$

$$BP = ((M+2W) \cdot F_w + M \cdot F_p) L + (M \cdot H)$$

$$BP = ((32,2 + 2(8,79)) (0,3) + 32,2(0,21)) 12,8 + (32,2(4))$$

$$BP = (14,93 + 6,76) 12,8 + 128,8$$

$$BP = 406,43 \text{ Kg/m}$$

$$ABP = BP \times Sf$$

$$ABP = (406,43) (1,8)$$

$$ABP = 731,57 \text{ Kg/m}$$

Retomando la formula;

$$W = (ABP + Q) B$$

$$W = (731,57 + 12,55) \cdot 1$$

$$W = 744,12 \text{ Kg.}$$

En ejes soportados por 2 cojinetes, la Deflexión D se calcula;

$$D = \frac{5}{384} \cdot \frac{w \cdot L^3}{E \cdot I}$$

Dónde:

Ls = Largo del Eje entre cojinetes (mm)

Para eje cuadrado en acero inoxidable de sección 40 mm.

E = módulo de elasticidad = 12.700 Kg/mm² (Ver tabla 15)

I = momento de inercia = 213.300 mm⁴ (Ver tabla 15)

$$D = \frac{5}{384} \cdot \frac{(744,12) \cdot 1000^3}{(12.700) \cdot (213.300)}$$

$$D = 3,57 \text{ mm}$$

La deflexión calculada en el ejemplo es de 3,57 mm. Por lo tanto es mayor que la deflexión máxima permitida del eje. Para transportadores unidireccionales es 2,5 mm. Por tal razón se selecciona el próximo mayor, esto es el de 50 mm de sección.

A continuación se detalla los piñones y ejes seleccionados.

Tabla 6: Selección de Ejes y Piñones

TRANSPORTADOR	PIÑÓN SERIE	PIÑÓN DIÁMETRO mm.	EJÉ
T1, T4,T5 y T9	Serie 1000	99	Cuadrado acero inoxidable 38mm.
T6,T10,T11 y T12	Serie 550	81	Cuadrado acero inoxidable 38mm.
T7 Y T20	Serie 1000	116	Cuadrado acero inoxidable 50mm.
T2,T3,T8,T13,T14,T15,T16, T17,T18 y T19	Serie 2400	99	Cuadrado acero inoxidable 38mm.
T21 y T22	Rodillos de PVC de 38 mm. De diámetro.		

2.6 Selección de Transportadores Según las Velocidades

Como se tiene la capacidad de producción de las máquinas A y B que corresponden a los productos 1 y 2 respectivamente, a continuación, se calcularon las velocidades lineales de salida en cada máquina, desde allí se arranca para seleccionar velocidades en cada transportador.

La máquina "A" produce 70 u./minuto y con una longitud del producto 1 de 100mm, se obtiene con una simple multiplicación la velocidad a la salida de la máquina "A" de 7 m/min.

Luego considerando que la máquina "B" elabora el producto 2 a 120 u/minuto en sección longitudinal, es decir con una longitud de 120 mm, se obtiene que la velocidad a la salida de la máquina "B" es de 14,4 m/minuto.

Partiendo de estos valores el transportador #1 que lleva el producto 1 de la máquina "A" se le da una velocidad lineal de 10 metros por minuto.

Al transportador #4 que saca el producto #2 de la máquina B, se selecciona la velocidad lineal de 15 metros por minutos, ejemplo:

T1 = 7 m/min. Se selecciona 10 m/min.

T4 = 14,4 m/min. Se selecciona 15 m/min.

A partir de estos datos se obtiene las siguientes velocidades:

Tabla 7: Selección de Velocidades Lineales

Transportador	Función de los transportadores	Velocidad lineal (m/min)
T1	Salida del producto 1 de la máquina A	10
T2	Se separa el producto 1 para el contador	15
T3	Ingreso del producto 1 al sistema empujador	15
T4	Salida del producto 2 de la máquina B	15
T5	Se separa el producto 2 para el contador e ingreso al sistema empujador	20
T6	Salida de los 2 productos del sistema empujador	10
T7	Elevación de los 2 productos	10
T8	Transportador curvo previo ingreso a la máquina C	6
T9	Ingreso de los 2 productos a la máquina C	4
T10	Salida del producto 2 de la máquina C	6
T11	Separar producto 2 previo empaque	10
T12	Salida del producto 1 de máquina C	15
T13	Separar producto 1	20
T14	Transportador. Curvo, preparar el ingreso del producto 1 al elevador	20
T15	Ingreso del producto 2 al elevador	20
T16	Salida de producto 1 del elevador	20
T17	Salida de producto 1 del elevador	20
T18	Salida de producto 2 del elevador	15
T19	Productos 1 y 2 previo ingreso a bodega	15
T20	Ingreso de productos a bodega	15
T21	Distribución del producto 1 en bodega	Gravedad
T22	Distribución del producto 1 en bodega	Gravedad

2.7 Selección de Motor Reductor Según su Velocidad (rpm)

Para calcular la velocidad de cada uno del motor reductor a partir de la velocidad lineal del transportador, dato ya proporcionado, se lo realiza de la siguiente fórmula:

$$V = W \cdot R$$

Donde;

V = velocidad lineal del transportador.

W = velocidad angular (eje del motor reductor)

R = radio del piñón (ya seleccionado)

Ejemplo; Transportador #2

V = 15 m/min.; R = 1,95 pulg. = 0,049 m.

W = V/R (rad. /min)

W = 15 (m/min)/0,049m = 306 rad/min x 1 rev/2(3, 1416)

W = 49 rpm

Por lo tanto, por disponibilidad del fabricante se selecciona el de 58 rpm.

A continuación, se detalla la tabla de velocidades de los motores reductores seleccionados:

Tabla 8: Selección de Velocidades de los Motores

Transportador	Velocidad lineal (m/min)	Radio (m.)	Velocidad angular (rpm)
1	10	0,049	29
2	15	0,049	58
3	20	0,049	70
4	20	0,049	70
5	25	0,049	87
6	10	0,04	44
7	10	0,049	29
8	6	0,049	18
9	4	0,049	12
10	6	0,04	29
11	10	0,04	44
12	15	0,04	70
13	30	0,049	70
14	20	0,049	70
15	15	0,049	70
16	20	0,049	70
17	20	0,049	70
18	20	0,049	58
19	20	0,049	58
20	20	0,049	58
21	de rodillos (gravedad)		
22	de rodillos (gravedad)		

2.8 Selección de Motores Reductores por Capacidad (HP)

Para calcular la potencia de los motores de cada una de las bandas se aplica la siguiente fórmula.

Potencia de la banda;

$$\text{Potencia (Vatios)} = \frac{\text{ABP} \cdot \text{V} \cdot \text{B}}{6,12}$$

Dónde; ABP = fuerza de tracción de la banda

B = ancho de la banda

V = velocidad de la banda.

Fuerza de tracción de la banda, ABP, se la calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{ABP} = \text{BP} \cdot \text{SF}$$

BP = tracción de la banda.

SF = factor de servicio (arranque)

Vacío = 1

Con carga = 1,2

Con velocidad mayor de 10 m/min. = agregar 0,2

Transporte ascendente = agregar 0,4

SF = 1,8

Tracción de la banda (BP) se la obtiene con la siguiente ecuación;

$$\text{BP} = ((\text{M}+2\text{W}) \cdot \text{F}_w + \text{M} \cdot \text{F}_p) \text{L} + (\text{M} \cdot \text{H})$$

Dónde:

M = Carga de producto (Kg/m²)

W = Peso de la banda

F_w = Coeficiente de fricción

L = Longitud del transportador (m)

H = Cambio de altura del transportador (m)

F_p = Coeficiente de fricción (entre producto y banda)

$F_p = 0.21$ banda lisa, producto seco en cartón, banda polipropileno.

$L = 12,8$ metros

Velocidad lineal = 10 m/min.

Material polipropileno serie 1000 fricción top. $W = 8,79$ kg/m²

$F_p = 0,21$;

$F_w = 0,3$;

Peso del producto₁ = 1 Kg. Peso del producto₂ = 0,2 Kg.

$M = 7$ filas de 3 producto₁ + 8 filas de 8 producto₂.

$M = 21 + 11,2$

$M = 32,2$ Kg.

$BP = ((M+2W).F_w + M.F_p) L + (M.H)$

$BP = ((32,2+2(8,79)) (0,3) + 32,2(0,21)) 12,8 + (32,2(4))$

$BP = (14,93 + 6,76)12,8 + 128,8$

$BP = 406,43$ Kg/m

$ABP = BP \cdot S_f$

$ABP = (406,43) (1,8)$

$ABP = 731,57$ Kg/m

$$\text{Potencia (vatios)} = \frac{ABP \cdot V \cdot B}{6,12}$$

$$\text{Potencia} = \frac{(731,59) \cdot (10) \cdot (1)}{6,12}$$

$$\text{Potencia (vatios)} = 1.195,4 \text{ vatios}$$

Pérdidas por transmisión mecánica 20%

$$\text{Potencia (vatios)} = \frac{(1.195,4)}{100-20} (100)$$

$$\text{Potencia} = 1.494,2 \text{ Watt.}$$

$$\text{Potencia} = \frac{(1494,2)(1,34)}{1000} \text{ HP}$$

$$\text{Potencia} = 2 \text{ HP}$$

Se selecciona el próximo mayor; 3 HP.

A continuación, se registran las capacidades de los motores según los cálculos antes descritos y unificándolos por razones comerciales y para facilidad de mantenimiento.

Tabla 9: Selección de Motores Reductores por Capacidad

Transportador	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Capacidad (HP)	1/2	1/2	½	1/2	1/2	1/2	3	3/4	3/4	1/2

Transportador	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
Capacidad (HP)	1/2	1/2	½	1/2	1/2	1/2	1/2	3	3/4	3/4

Se selecciona los motores reductores tipo ortogonal de eje hueco, libre de mantenimiento, protección IP 55, totalmente sellado contra polvo y agua, aislamiento clase F, Carcasa de aluminio con revestimiento en polvo antimicrobiano, motores eficiencia Premium a 220/240 volt; 60 Hz 3 fases.

Características Adicionales

- **Lubricación;** se requiere para las partes que necesitan lubricación sea grado alimenticio.
- **Ruido;** No mayor a 80 db.

2.9 Selección de Equipos de Seguridad

Al proyecto se instalan algunos equipos de seguridad como; sistema de paro de emergencia, accionado con cable en los transportadores con más de 4 m. de longitud.

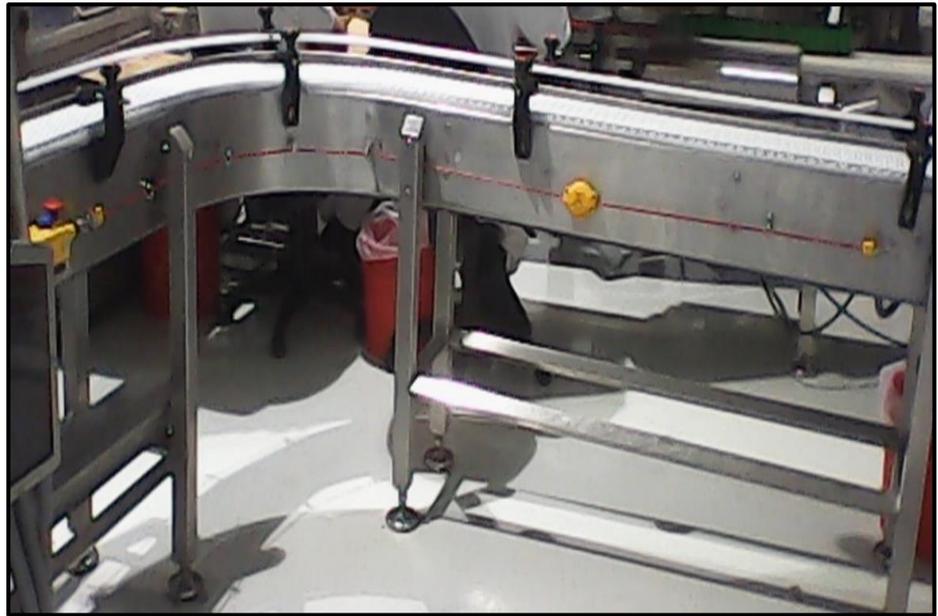


Figura 2.4 Sistema de Paro de Emergencia por Cable

Fuente: El autor

- Botón pulsador paro de emergencia - Este mecanismo se lo instala en los lugares de fácil acceso del operador.

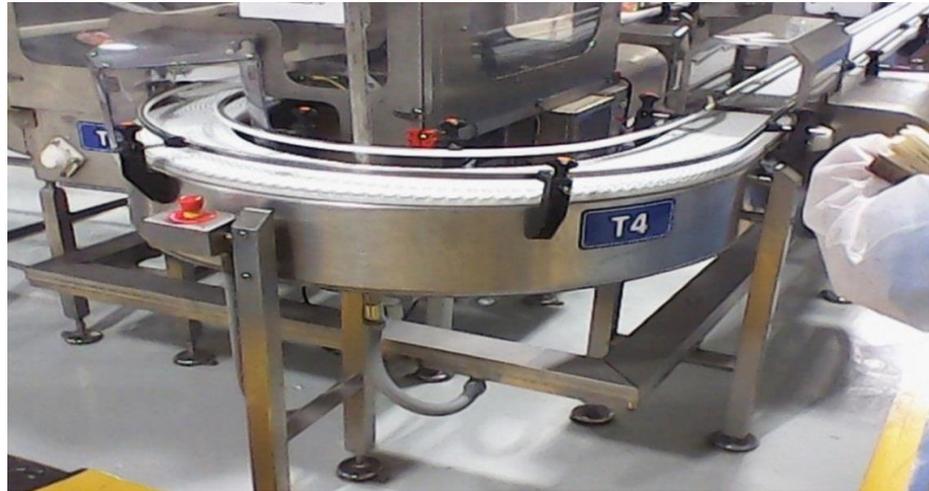


Figura 2.5 Paro de Emergencia de Botón Pulsador

Fuente: El autor

- **Interruptor I/O trifásico.** - Este accesorio se utilizó para emplearlo en paradas programadas, sirve para energizar los motores reductores y desconectar para mantenimiento del transportador.



Figura 2.6 Interruptor Tipo I/O para Mantenimiento

Fuente: El autor

➤ **Accesorios Adicionales**

- Los puntos de lubricación deben estar en la parte externa del equipo.
- La puerta del tablero eléctrico debe ser bloqueada con una llave.
- El tablero principal se energizará a través de un interruptor principal con punto para puerta de bloqueo (loto).
- Se instalará sensores de acumulación, alineación, conteo y sensores de puerta abierta.
- Protección mecánica transparente en las transiciones y en la parte inferior de los transportadores con policarbonato.
- Protección mecánica transparente en las transiciones y en la parte inferior de los transportadores con policarbonato.

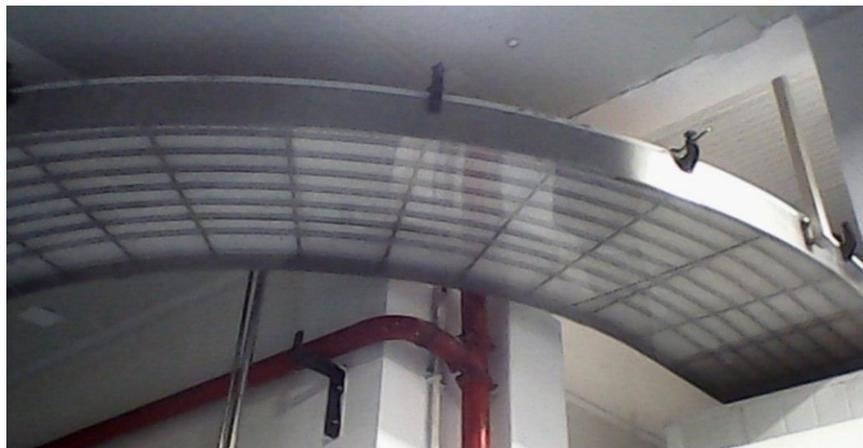


Figura 2.7 Protección Transparente Parte Inferior

Fuente: El autor

Soporterías Aéreas

Soporte y parte lateral del transportador se lo junta con 2 bocines roscados, estos soportes pasan por el tumbado hasta la estructura del edificio.

Soporterías de piso

Parte superior del soporte es inclinado, entre el soporte y parte lateral del transportador se lo junta con 2 bocines roscados, parte inferior inoxidable regulable con superficie antideslizante al piso. Los amarres laterales se hicieron con tubo inoxidable cuadrado en posición inclinada.

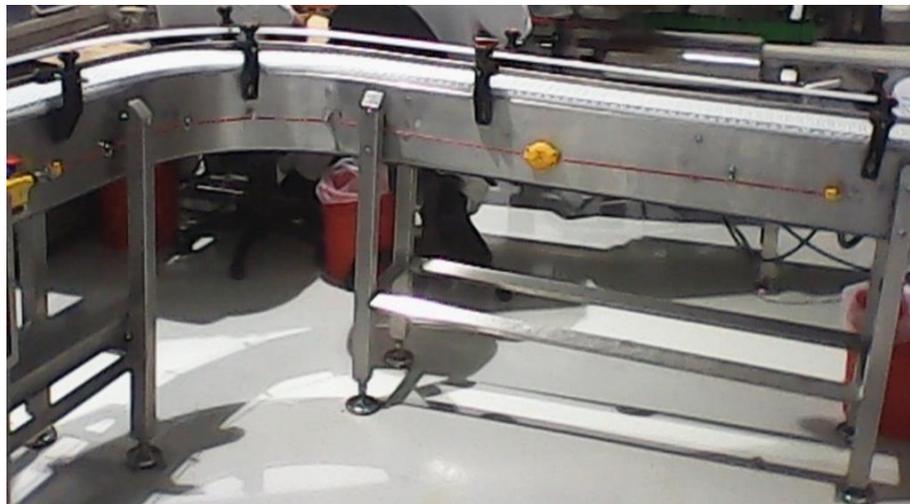


Figura 2.8 Soporterías al Piso; Minimizan Acumulación de Polvos

Fuente: El autor

Pernos Inoxidables Se selecciona pernos milimétricos cabeza de botón considerando que se lo utiliza para fácil limpieza y por la forma de la cabeza, se lo utiliza para evitar almacenamiento de suciedad e impurezas.

2.10 Selección del Sistema Eléctrico y de Control

Considerando una planta alimenticia y exportadora se debe cumplir con normas de buenas prácticas de manufactura, por lo cual se recomienda; una tabla de control y panel remoto en acero inoxidable, ubicado al inicio de cada proceso esto es en la máquina "A" y en la máquina "B", para el arranque de los productos 1 y 2, además estos paneles deben tener un PARO DE EMERGENCIA.

-Dentro del tablero remoto instalar una estación remota FLEX IO donde se conectarán los elementos del sistema de comunicación con el tablero eléctrico principal usando Ethernet.

-Cada panel de control tendrá un PANEL VIEW para el control de cada transportador, y cada motor reductor se energiza a través de un variador de frecuencia para un arranque y para ajustar velocidades de los transportadores.

El arranque de los motores será con variadores de frecuencia para obtener un arranque suave y tener un margen de velocidades para el ajuste fino de continuidad de los productos.

2.11 Panel de Control Eléctrico.

Este equipo es el que alimenta la energía principal eléctrica trifásica 440 voltios. A este panel se le instala un "interruptor principal" que es el que controla todo el flujo de corriente de los transportadores. La función de este interruptor es la de conectar y proporcionar un medio de desconexión y bloqueo de la energía eléctrica suministrada por el banco de transformadores, cuando se lleva a cabo, servicios de limpieza o mantenimiento de los equipos. La energía eléctrica debe ser desconectada y bloqueada, al colocar el interruptor de desconexión principal en la posición (APAGADO) y asegurar esa posición con la ayuda de un candado. La energía eléctrica puede volver a conectarse quitando el candado y, se colocando el interruptor en posición de conexión (ENCENDIDO). Una etiqueta de procedimiento debe ser usado para registrar y supervisar bloqueos.

2.12 Parada de Emergencia

Antes de utilizar el equipo, Usted debe saber cómo se apaga en caso de emergencia.

Para detener el equipo en caso de emergencia, pulse el Botón de parada emergencia rojo situado en el panel remoto que contiene el panel View o tirando las cuerdas de seguridad ubicadas en el transportador de subida y bajada del producto. Es su responsabilidad familiarizarse con la ubicación y operación de las E-paradas en el equipo que está trabajando. Cuando se presiona una parada todo el movimiento se detiene tan pronto como sea posible.

Guarda Motores, Breaker y demás Dispositivos de Seguridad. Protecciones de Seguridad Permanente.

Protecciones de seguridad permanente se han instalado en el equipo utilizando los sujetadores de riel que no se pueden quitar sin herramientas. La Extracción de las protecciones de seguridad sólo debería ser necesaria para la realización de las tareas de mantenimiento y debe ser realizado por personal de mantenimiento calificado. Siempre desconecte y bloquee la alimentación eléctrica al equipo antes de retirar los protectores de seguridad permanente. Asegúrese siempre de que los protectores de seguridad permanente que se sustituyen y se asegura que el equipo que utiliza el mismo tipo de fijación.

2.13 Panel de Control de Pantalla Táctil

Descripción del Panel de Control

El circuito de bandas es manejado vigilado, conectado y desconectado utilizando el panel de control. Además, pueden introducirse valores nominales, visualizarse y procesar los mensajes.

El panel de control está compuesto por una pantalla táctil y un conjunto de dos botoneras de control.

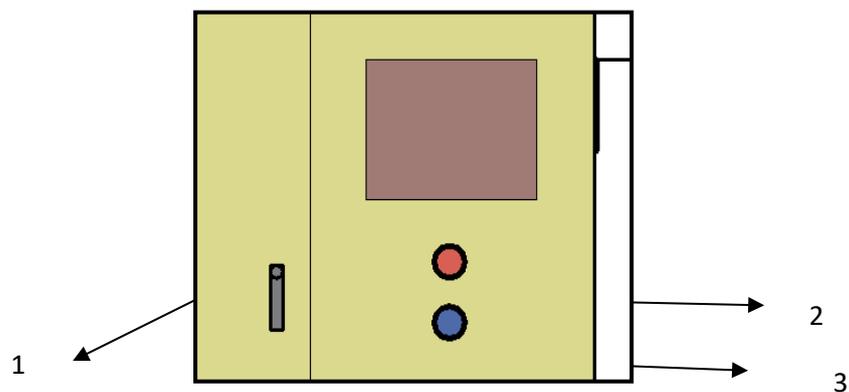


Figura 2.9 Panel de Control de Pantalla Táctil

Fuente: El autor

- 1.- La Pantalla Táctil visualiza los estados de operación, datos de proceso actuales y fallos de un control conectado y permite cambiar los parámetros.
- 2.- Corresponde a la botonera de reinicio para desactivar la alarma sonora mientras se resuelve el origen de la falla.

- 3.- Botonera de Parada de Emergencia; en caso de emergencia puede desconectarse el circuito completo de bandas pulsando la botonera de parada de emergencia del Tablero.

Indicaciones de Interfaz de usuario

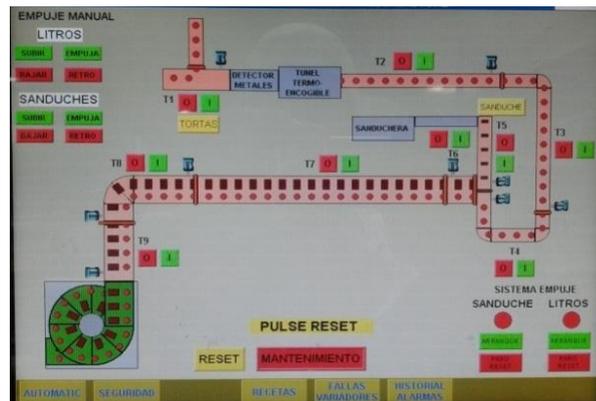


Figura 2.10 Pantalla Panel View: Entrada de los Productos a la Máquina

Fuente: El autor



Figura 2.11 Pantalla Panel View: Salida de los Productos de la Máquina C

Fuente: El autor

En primera instancia la pantalla emergente será la de modo Mantenimiento, en ella y en todas las Pantallas se encuentra la **"Barra de Menú"**



Figura 2.12 Pantalla Panel View: Barra de Menú

Fuente: El autor

En la Barra de Menú tiene la opción de ingresar a las Pantallas de:



Figura 2.13 Pantalla Panel View: Barra de Mantenimiento

Fuente: El autor

Mantenimiento; donde tendrá la opción a realizar una puesta en marcha de modo manual de cada una de las Bandas por medio de los cuadros de marcha  y parada  ubicados a un costado de cada banda graficada.

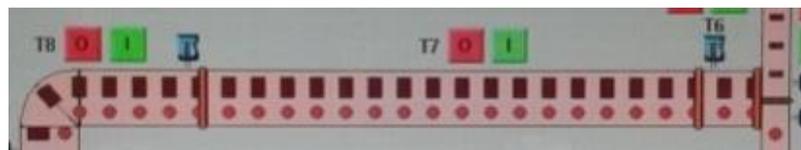


Figura 2.14 Panel View: Barra de Mantenimiento Paro y Marcha

Fuente: El autor



Figura 2.15 Panel View: Barra de Seguridad

Fuente: El autor

En esta barra de seguridad es donde se podrá verificar el estado de activación y funcionamiento de los dispositivos de seguridad instalados a lo largo del circuito de bandas transportadoras.

2.14 Elaboración de Planos.

En el anexo de planos se podrán observar diagramas constructivos de cada uno de los transportadores.

En las figuras adjuntas se podrá observar ciertos mecánicos; que forman parte del proyecto.

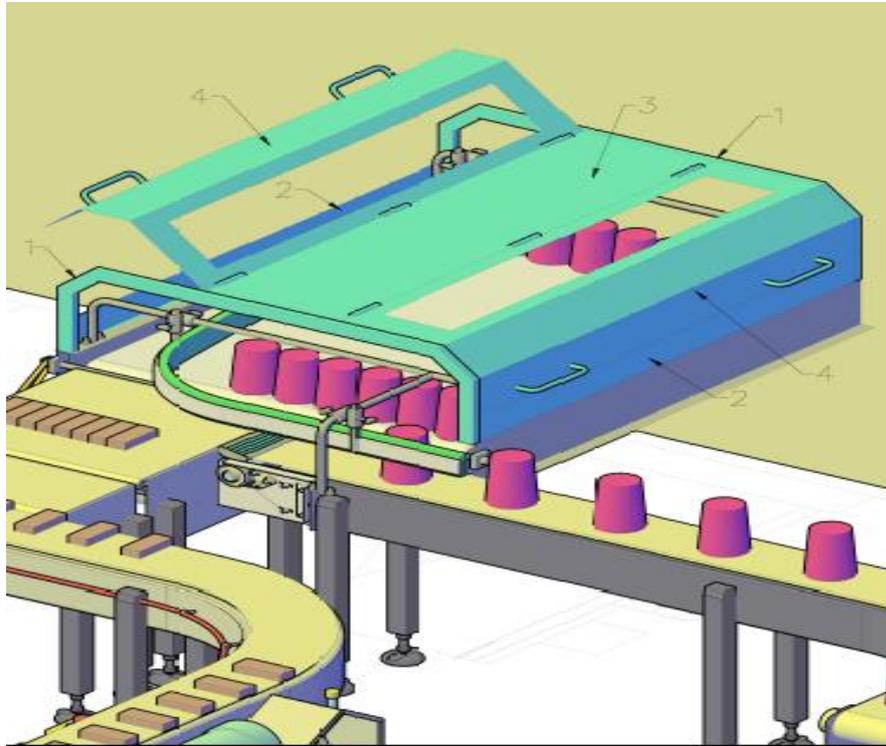


Figura 2.16 Distribución de los Productos 1 y 2

Fuente: El autor

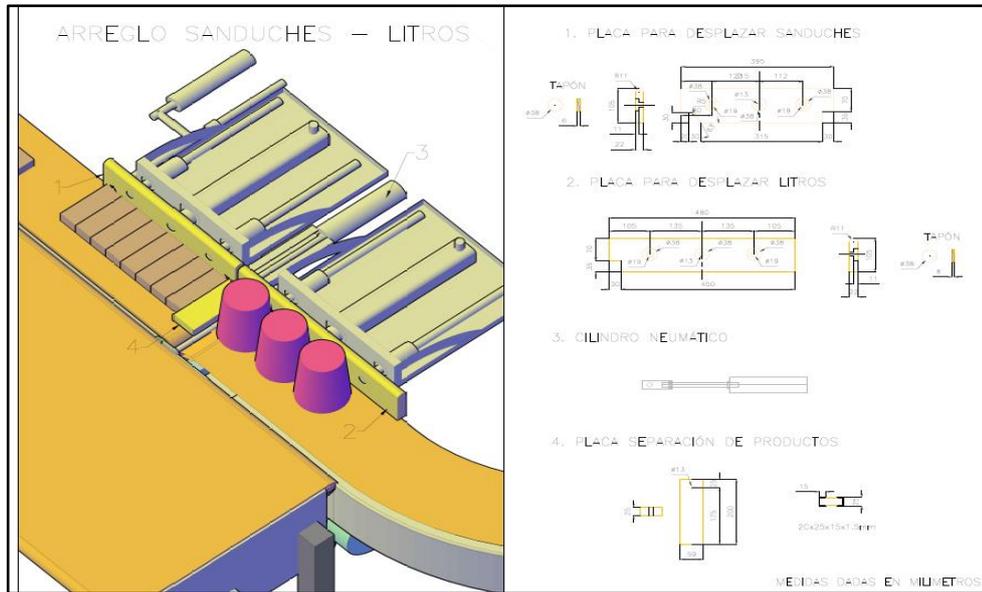


Figura 2.17 Vista del Sistema Empujador Neumático

Fuente: El autor

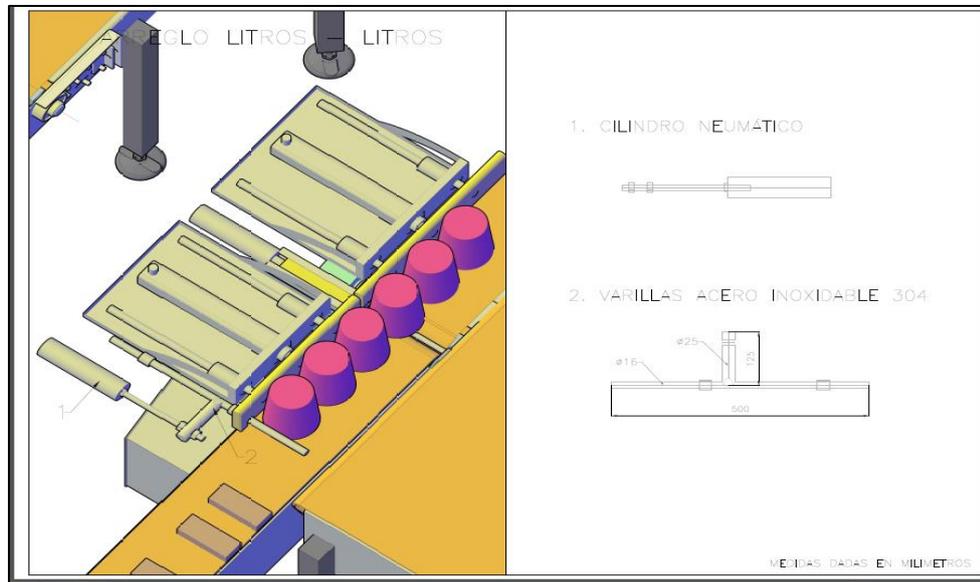


Figura 2.18 Distribución Doble de Producto 1

Fuente: El autor

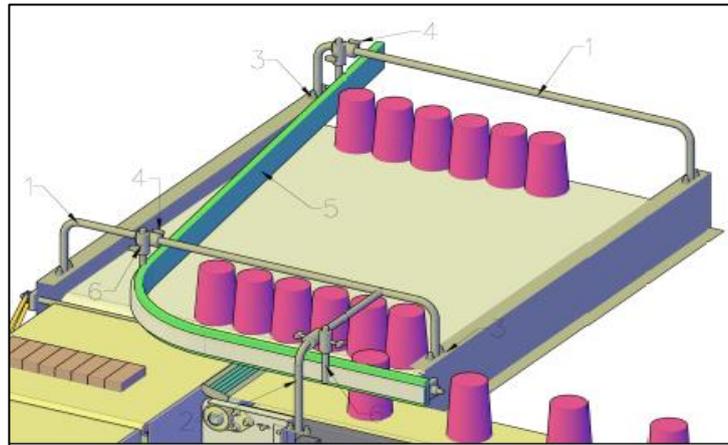


Figura 2.19 Salida de los Productos desde la Máquina C

Fuente: El autor

2.15 Proceso de construcción de los transportadores

Después de seleccionar las bandas, motores, accesorios y escoger que mecanismo se va a utilizar en el sistema empujador, se procedió a construir los transportadores en este taller y ponerlos en funcionamiento con productos simulados. Obviamente se tuvo la fiscalización y control permanente del avance de la obra por parte del cliente.

Considerando los datos técnicos de cada uno de los productos y capacidades de las máquinas A, B y C. Se empieza la construcción con la parte estructural de los transportadores, casi paralelamente se realizó el sistema eléctrico.

A continuación se grafica parte de la construcción.

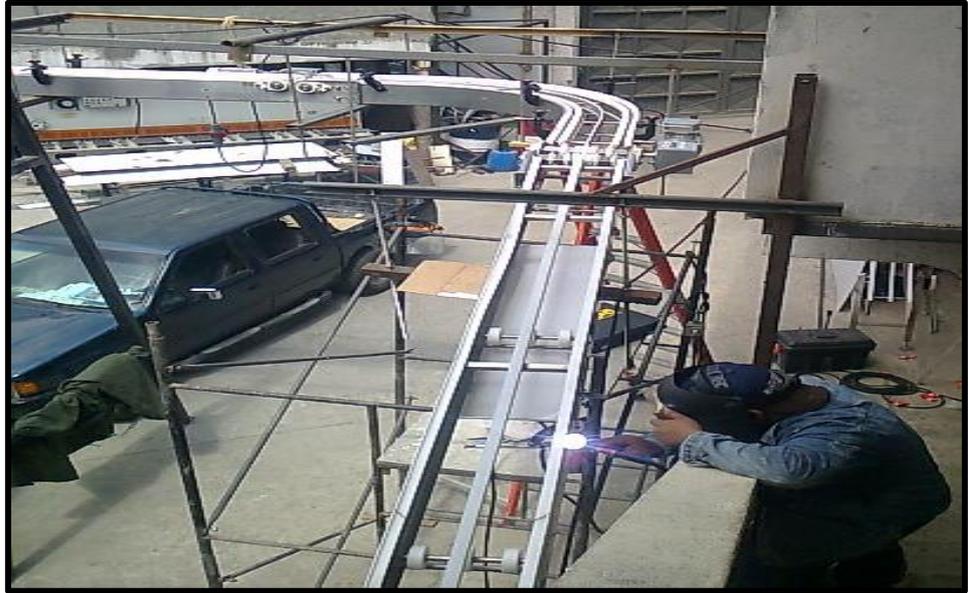


Figura 2.20 Proceso de Construcción de los Transportadores

Fuente: El autor

CAPÍTULO 3

3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA Y PUESTA EN MARCHA.

3.1 Programación para la Instalación de los Transportadores

Al personal mecánico se los considera para el análisis de costo directo y el personal eléctrico en contratación externa. Para realizar la instalación se tiene 14 días disponibles.

Tabla 10: Programación para la Instalación

Ítems Secuencial	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	PERSONAL POR TURNO
1	DESACOPLAR Y SACAR EQUIPOS QUE NO SE UTILIZARÁN	1 DIA	2 MECANICOS 5 SOLDADORES TIG 8 AYUDANTES 2 ELÉCTRICO 4 AYUDANTE ELECTRICOS
2	INGRESO DE TRANSPORTADORES, EQUIPOS AL SITIO SE TRABAJO Y CANALETAS ELECTRICAS.	2 DIA	
3	ALINEACIÓN DE SOPORTERÍAS Y ACOMETIDAS ELECTRICAS.	2 DIA	
4	ACOPLAMIENTO DE TRANSPORTADORES A LOS SOPORTES Y SISTEMA DE CONTROL ELECTRICO	2 DIA	
5	INSTALACIÓN DE BANDAS, GUÍAS, MOTORES Y SENSORES.	1 DIA	
6	INSTALACIÓN DE MOTORES, SENSORES DE TRABAJO Y SEGURIDAD	1 DIA	
7	INSTALACIÓN DE PROTECTORES, GUARDAS Y TRANSICIONES.	2 DIA	
8	ALINEACIÓN Y REAJUSTE FINAL.	1 DIA	
9	PRUEBA Y PUESTA EN MARCHA DE LOS TRANSPORTADORES.	2 DIA	
NOTA: SE TRABAJA LAS 24 HORAS EN TRES TURNOS DE 8 HORAS CADA UNO		14 Días	

3.2. Proceso para el Inicio de Producción

Antes de cada proceso de Producción se debe tomar las siguientes recomendaciones para el arranque de los equipos.

Inspeccionar que no se encuentren algún objeto encima de las bandas transportadoras que puedan afectar la transmisión o la superficies de la bandas.

Asegurarse que todos los trabajos de mantenimientos y limpiezas se hayan completado.

El personal autorizado deberá permanecer en el área de producción.

Únicamente el personal capacitado deberá operar los equipos.

El área de producción debe tener señalización completa.

3.3. Operación Antes de Puesta en Marcha

Para realizar un arranque seguro de los trasportadores se debe llenar la siguiente tabla de control.

Tabla 11: Pasos para Puesta en Marcha del Proyecto

Paso	Actividades a Inspeccionar	SI	NO
1	Operadores en Sitio		
2	Transportadores sin Obstáculos		
3	Motores Sujetados		
4	Cubre motores en su lugar		
5	Compuertas de Policarbonatos Cerradas		
6	Sensores Operativos		
7	Tensión de las bandas		
8	Botones Paro de emergencia desactivado		
9	Panel View energizado		
10	Limpiar Alarmas en Panel View		
11	Panel Principal y remoto se encuentren energizado		
12	Comunicación Ethernet		
13	Modo de operación automático		
14	Seleccionar receta y energizar los motores.		
15	Velocidad de los transportadores		



Zona de distribuidores producto 1 y producto

2:

Encenderán desde la banda T9 hasta la T1

Zona de transportadores verticales:

Encenderán desde la banda T20 hasta la T10

Se puede realizar el cambio de modo manual hacia automático, más de encontrarse una banda encendida, el sistema mantendrá aquella banda encendida mientras enciende en orden ascendente las bandas adyacentes del mismo modo antes mencionado.

Desconexión

Parada Normal

-Reducción regulada de la velocidad del circuito de bandas presionando el botón "Paro" en el Touch Panel.

Parada Rápida

-Desaceleración controlada más rápida de la instalación, por ej.: en caso de mensajes de error.

Parada de Emergencia

-Reducción más rápida posible de la velocidad.

-Por pérdidas de producto por atascamiento.

Manejo de Ventana de Recetas



Recetas; Al presionar el botón de recetas ingresará a la pantalla de Menú de recetas.



Figura 3.1 Panel View: Barra de Recetas

Fuente: El autor

Cada receta pre configurada, guarda los datos velocidad en m/min de cada banda del circuito, cantidad de Producto 1 y cantidad del producto 2, tiempos de sistema neumático de empuje de los productos 1 y 2 y el campo de retardo de entrada del último producto 2.

NOTA: Se debe seleccionar la receta que se ajuste al proceso a realizar, teniendo en cuenta que las recetas "2, 3 y 4" corresponden al trabajo de una de las 2 líneas de producción.

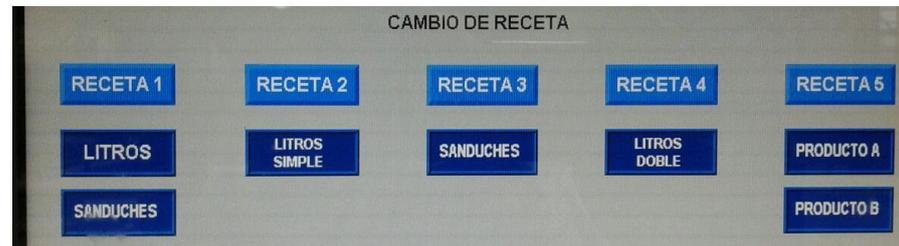


Figura 3.2 Pantalla para Cambio de Recetas

Fuente: El autor

Modificar Recetas:

Al ingresar en la ventana de cada Receta, usted puede modificar los datos ingresados.



Figura 3.3 Ingreso de Clave para Cambiar Recetas

Fuente: El autor

3.4 Mantenimiento

El sistema de transportación de los productos 1 y 2 está construido e instalado de tal manera que se pueda realizar un rápido y fácil mantenimiento, así como una sencilla operación, para la construcción de los transportadores se ha considerado de mucha importancia el tiempo que costaría para el cliente una parada en su

programa de producción, para lo cual cada una de sus partes tienen fácil acceso con herramienta adecuada.

La soportería aérea o de piso son 100% acero inoxidable calidad 304. Instalada con sujeción de pernos milimétricos para fácil instalación y desmontaje, cada tramo está construido máximo de 3 metros de largo para dar facilidad de manipulación y transporte.

Los motorreductores que se selecciona utilizan grasa tipo grado alimenticio, la carcasa es de aluminio para minimizar peso y corrosión.

Las chumaceras son de plástico con rodamientos de acero inoxidable, la grasa para su lubricación es alimenticia blanca.

Las bandas son de la marca Intralox, este tipo de bandas están construidas por eslabones por lo tanto son de fácil reparación.

Al sistema se instala varios sensores de acumulación y sensores de tiempo, estos accesorios ayudan a contabilizar los productos en el caso de los empujadores o pistones neumáticos, para que entren de forma lineal y ordenada a la máquina C, de igual manera deben salir los productos alineados de la máquina C para ingresar con suavidad a los respectivos elevadores.

Se instala sensores de acumulación para evitar atascamiento antes de ingresar al cuarto de congelación o bodega.

A continuación, se registran los sensores instalados en los lugares más críticos, tales como:

2 sensores de conteo a la entrada de los empujadores.

1 sensor de acumulación a la entrada al equipo C.

2 sensores de conteo a la salida del equipo C.

14 sensores de acumulación a la entrada al cuarto de congelación o bodega.

Todos los transportadores tienen un arranque suave porque se instaló variadores de frecuencia, además se puede realizar ajuste fino de velocidad para optimizar el desplazamiento de los productos. Para realizar mantenimiento o reparación de los motores existe interruptor de desconexión.

Todos los transportadores aéreos tienen en su parte inferior protectores transparentes de policarbonato.

No intente lubricar, limpiar, ajustar o reparar cualquier máquina mientras está funcionando. Pare la máquina y coloque el interruptor de mantenimiento en la posición "de apagado".

Los tableros eléctricos tienen botoneras para paradas de emergencia y sus puertas cerradas con llaves.

Los programas de automatización están con claves.

Las pantallas son diseñadas para fácil operación y corrección por recetas, por tal manera no se corre el riesgo de borrar información de la programación del sistema.

A continuación, se elabora cuadro de diagnóstico las principales fallas.

Tabla 12: Cuadro de Diagnóstico de Fallas y Solución

DAÑO	CAUSA	SOLUCIÓN
Banda Frenada	1.- Chumacera con Rodamientos en Mal Estado por Falta de Lubricación. 2.- Transmisión Trabada por Objetos que se Encuentren en Piñones Plásticos.	1.- Cambio Chumacera Sanitaria. 2.- Desmontar Banda Y Sacar El Objeto Atascado En Los Piñones Y Chumaceras.
Banda no Gira Correctamente	1.-Piñones Motrices O Conducidos Sus Dientes Se Encuentran Gastados. 2.- Eje Motriz O Conducido Presenta Desgaste En Asiento De Rodamientos Por Desalineación.	1.- Cambiar Por Nuevo Los Piñones Sea Motriz O Conducido. 2.-Realizar Eje Nuevo Y/O Rectificar Eje Motriz O Conducido En El Asiento De Rodamientos.
Banda Produce un Efecto de Levantamiento	1.- Piñones Motrices Y Motorizados En Mal Estado. 2.- Banda Intralox Con Desgaste. 3.- Objeto Plástico De Envoltura Del Producto Enredado En Los Piñones.	1.- Cambiar Piñones Sea Motrices O Conducidos Por Nuevos. 2.- Realizar El Cambio De Banda La Longitud Necesaria. 3.- Quitar Envoltura Plástica En Toda La Transmisión; En El Eje Cuadrado Y Piñones Plásticos.

Producto se transporta muy lento o muy rápido	Velocidad des calibrada	En el panel de control ir a receta de producción local ubicar el motor del transportador y ajustar velocidad
Productos patinan sobre bandas inclinadas	Banda húmeda Vibración del transportador	Limpiar y secar banda Revisar patas templar banda
Banda Desalineada	1.-Piñones Motrices Y Conducidos No Alineados. 2.- Pernos De Sujeción De Las Chumaceras Flojas. 3.- Templador De Banda No Regulado. 4.- Rodillos De Retorno Desgastados.	1.- Ajustar Los Acoples De Fijación De Los Piñones Sea Motriz O Conducido. 2.- Realizar El Ajuste Adecuado En Los Pernos De Sujeción De Las Chumaceras. 3.- Regular De Forma Adecuada Los Templadores Y Conservar La Catenaria Necesaria De La Banda Para Un Buen Desplazamiento. 4.- Cambio De Rodillos De Retorno Ya Que No Hace Cumplir La Transmisión De Los Engranajes Con La Banda A 180 Grados.
Panel de Control no Enciende	1.- Breaker Principal o de Control Desactivado.	Activar Breaker Principal o de Control.
Panel de Control Enciende pero no Manda la Orden de Arranque	1.- Switches de Seguridad Activado	Chequear los Switches de Seguridad.
Motor no Enciende	1.- Protección Desactivada. 2.- Selector De Potencia En Posición Off. 3.- Clavija de Conexión Floja. 4.- Cable Averiado	1.- Activar Guarda motor 2.- Poner Selector En Posición On. 3.- Ajustar Clavija. 4.- Chequear Y Cambiar Cable En Mal Estado.
Sistema no alimenta los 8 elementos del producto 1	Sensor de conteo del producto 1	Ajustar base del sensor en línea Revisar el tiempo en el panel view Limpiar óptico
Sistema no alimenta los 3 elementos del producto 2	Sensor de conteo del producto 2	Ajustar base del sensor en línea Revisar el tiempo en el panel view Limpiar óptico
Productos salen de la máquina C desalineados	Sensor de acumulación ingreso máquina C	Chequear conexión del sensor Ajustar base del sensor en línea Revisar el tiempo en el panel view Limpiar óptico

Productos salen de la máquina C desalineados	Transiciones mecánicas entrada a la máquina C	Alinear rodillos de transición Verificar producto atascado Revisar cadena de transición Revisar piñón de transición
Transportador vibra	Patas desalineadas Banda tensa o floja Guías sueltas o rotas Chumaceras en mal estado	Ajustar tuercas de los pernos regulables Ajustar banda mediante los templadores Ajustar guías o reemplazarlas Reemplazar chumaceras
Atascamiento del producto 1 a la salida de la máquina C	Barra reguladora Transición de salida	Reajustar pernos de sujeción Chequear piñones , cadenas y rodillos
Atascamiento del producto 2 a la salida de la máquina C	Transición de salida Actuador neumático	Chequear piñones, cadenas y rodillos Reajustar base del sensor y actuador Verificar presión de aire
Productos ingresan a la cámara con excesiva velocidad	Banda congelada Guías de alineación	Descongelar banda y revisar piñones Alinear guías y reajustar

CAPÍTULO 4

4. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

4.1 Análisis del Costo del Proyecto

En el presente capítulo, se analizan los costos por factibilidad económica, se considera compras locales, de importación, mano de obra directa, mano de obra indirecta, servicios externos, etc.

Rubro "A", son los costos de equipo y de los materiales como compra local, se mencionan algunos;

- Materiales en acero inoxidable
- Materiales indirectos para la construcción de los transportadores
- Lubricantes
- Equipos de seguridad, control eléctrico
- Paneles eléctricos

Además se considera las adquisiciones de materiales por importación como; bandas, ejes, piñones plásticos, moto

reductores, accesorios eléctricos, seguridad y automatismo. Los costos de la compra de estos elementos están detallados en el siguiente cuadro.

Tabla 13: Costos de Suministro de Materiales y Equipos

RUBRO "A"		
No.	Equipo	Costo USD
1	Transportadores según el Ancho de Bandas	42,900.00
2	Transportadores según velocidad	19,500.00
3	Bandas	70,100.00
4	Motor Reductor Según su Velocidad	12,800.00
5	Piñones y ejes	9,100.00
6	motores reductores por capacidad	21,900.00
7	Equipos de Seguridad	7,300.00
8	Soportarías aéreas	5,900.00
9	Soportarías de piso	6,200.00
10	Sistema Eléctrico y de Control	41,200.00
11	Panel de Control Eléctrico	7,800.00
12	Dispositivos de Seguridad	8,250.00
13	Panel de Control de pantalla táctil	9,800.00
	TOTAL RUBRO "A"	262,750.00

Rubro "B"; En este rubro se costea ítems como; mano de obra directa e indirecta, materiales fungibles, transporte. A continuación se encontrará estos costos.

Tabla 14: Costos de Instalación y Montaje

RUBRO "B"		
No.	Actividades	Costo USD
1	Mano de obra para construcción de los transportadores	90,800.00
2	Elaboración de Planos y Aprobación	5,500.00
3	Contrataciones externas	30,200.00
4	Transporte	9,000.00
5	Materiales fungibles	19,900.00
	SUB TOTAL	155,400.00
	Dirección técnica 25%	38,850.00
	TOTAL RUBRO "B"	194,250.00

Luego de tener los materiales y los equipos para la construcción se selecciona el personal que realizará dicha obra, para la cual se contrató a:

- 1 supervisor técnico
- 5 soldadores TIG
- 2 Armadores

- 8 Ayudantes

Soldaduras, materiales de corte y trazado, uniformes, equipos de seguridad, etc. Como se puede observar se considera el rubro transporte el cual incluye movilización de personal técnico, personal de compras y transporte de equipos.

Además de los rubros antes descritos, se considera otros como; dirección técnica, gastos financieros y contratación.

Tabla 15: Costo del Proyecto

No	DESCRIPCIÓN	COSTO USD
1	Rubro "A"	262,750.00
2	Rubro "B"	194,250.00
	SUB TOTAL (A+B)	457,000.00
3	Ensayo puesto en marcha y pruebas 10%	45,700.00
4	Gastos indirectos 10%	45,700.00
5	Utilidad de contracción 15%	68,550.00
	TOTAL	616,950.00

Previo a la instalación del proyecto, la empresa producía 2 toneladas de producto terminado por hora, luego fue de 4 toneladas por hora, esto quiere decir, un incremento de 21.423,000,00 litros anuales a 34.276,000,00 litros anuales de producto.

A continuación, se detallan valores de costos y ventas de los productos antes y después de implementar el proyecto.

4.2 Análisis de Ventas vs. Costos

A continuación, se encontrarán los costos unitarios de producto, Costos Totales y Ventas para verificar la rentabilidad del proyecto.

Tabla 16
Análisis de Venta vs Costo

PRODUCCIÓN ANUAL ANTES DE LA IMPLEMENTACION DE PROYECTO			
	Cantidad U.	Valor Unitario USD	TOTAL USD
Unidades Vendidas	21.423,000.00	0.47	10.068,810.00
Costo de Producción	21.423,000.00	0.38	8.140,740.00
Utilidad anual			1.928,070.00
PRODUCCIÓN ANUAL DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DE PROYECTO			
	Cantidad U.	Valor Unitario USD	TOTAL USD
Unidades Vendidas	34.276,800.00	0.47	16.110,096.00
Costo de Producción	34.276,800.00	0.38	13.025,184.00
Utilidad anual			3.084,912.00
RENTABILIDAD DEL PROYECTO			1.156,842.00

Comparando la utilidad anual antes y después de la implementación del proyecto, se ve que el incremento de la rentabilidad fue de \$ 1'156,842 anual. El costo total del proyecto fue de 616.950 USD. Por lo tanto, la inversión se recupera en 1 año de producción.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Con la instalación del proyecto se logró incrementar la producción en un 60%, esto es de 21 millones de litros anuales a 35 millones de litros.
2. Ahora el sistema de transportación funciona de manera automática desde la salida de las máquinas: A y B, hasta llegar a la bodega del producto terminado.
3. La inversión económica para la implementación de este proyecto se recuperó en un año.
4. Se cumplió con el tiempo de fabricación e instalación del proyecto, a pesar de los inconvenientes de importación de algunos equipos y accesorios.
5. El mecanismo inspeccionado que necesitó ajustes adicionales en las velocidades, fue el sistema de empuje neumático.
6. Durante el proyecto se cumplieron con las normas de seguridad industrial y no se registraron accidentes laborales.

7. Se utilizaron ciertas recomendaciones medio ambientales, como por ejemplo, el ahorro del consumo eléctrico, para lo cual se utilizó un arranque suave en todos los motores para evitar los picos de corriente.
8. El aumento de ventas del producto permitió que este llegue a más consumidores y que crezca la cuota del mercado.

5.2 Recomendaciones

1. Incrementar la capacidad de almacenamiento en la bodega de producto terminado, ya que actualmente permanece un 90 % llena.
2. Cambiar los motores de arranque directo que tienen otras líneas de producción similares a este proyecto, puesto que consumen mayor electricidad.
3. Programar capacitaciones continuas dirigidas a los operadores encargados de este proyecto, para que se adapten al sistema automatizado del mismo
4. Instalar plantas industriales en las regiones Sur y Norte del país con miras a exportar a los países vecinos.

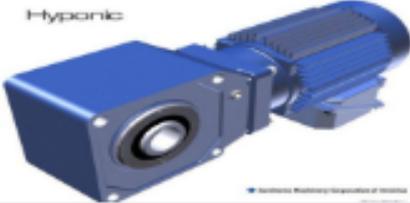
BIBLIOGRAFÍA

1. Intralox. (2016) *Manual de ingeniería de las bandas transportadoras*. Recuperado el 26 de septiembre de 2016.
2. Regal Beloit Corp. (2015) *Conveyor components, chains and belts catalog, issue 6.2*. Recuperado el 2 de octubre de 2016.
3. Rockwell Automation, Inc. (2016) User manual, PowerFlex 520-Series Adjustable Frequency AC Drive. Recuperado el 8 de agosto de 2016.
4. Rockwell Automation, Inc. (2015) *User manual, PanelView Plus 6 Terminals 400, 600, 700, 1000, 1250, 1500*. Recuperado el 19 de agosto de 2016.
5. Rockwell Automation, Inc (2014) *Instruction Set Reference, Manual MicroLogix 1400 Programmable Controllers*. Recuperado el 19 de agosto de 2016.
6. Sumitomo Machinery Corp. of America. (2010). *Hyponic, hypoid right angle, Gearmotor and Reducer*. Recuperado el 14 de octubre de 2016.

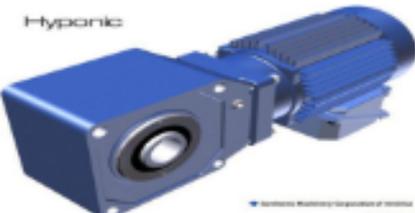
ANEXOS

MOTORES

Ficha Técnica Motor reductor ½ Hp

FICHA TECNICA MOTORREDUCTOR CYCLO 6000	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
DESCRIPCION	MOTORREDUCTOR
MODELO	RNYM05-1320YC-30
PESO APROXIMADO (Kg)	11
DATOS DEL REDUCTOR	
MARCA	SUMITOMO
PROCEDENCIA	JAPON
TIPO	ENGRANAJES HYPO CICLOIDAL
CONFIGURACION	90°
ESTILO DE MONTAJE	MONTADO AL EJE
VELOCIDAD DE ENTRADA (rpm)	1750
RATIO DE REDUCCION	30
APLICACIÓN	INDUSTRIA DE ALIMENTOS
VELOCIDAD DE SALIDA (rpm)	58.3
FACTOR DE SERVICIO	1.07
TORQUE DE SALIDA (Nm)	51.8
TORQUE NOMINAL (Nm)	55
CARGA RADIAL ADMISIBLE	1472
CAPACIDAD MECANICA (hp)	0.535
POSICION DE MONTAJE	HORIZONTAL
TIPO DE LUBRICACION	GRASA SANITARIA (MOLYPLUS) - A -21°C
EJE DE SALIDA (pulg)	1 1/4"
MATERIAL DEL REDUCTOR	CARCASA DE ALUMINIO CON REVESTIMIENTO EN POLVO ANTIMICROBIANO
DATOS DEL MOTOR	
MARCA	SUMITOMO
PROCEDENCIA	JAPON
POTENCIA (Hp)	0.5
VELOCIDAD NOMINAL (rpm)	1750
VOLTAJE (V)	220/440
FRECUENCIA (Hz)	60
PROTECCION	IP55 (TOTALMENTE SELLADO CONTRA POLVO Y HUMEDAD)
CLASE DE AISLAMIENTO	F
ENCERRAMIENTO	TEFC
OBSERVACIONES:	
	<p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">HYPONIC DRIVE</p>

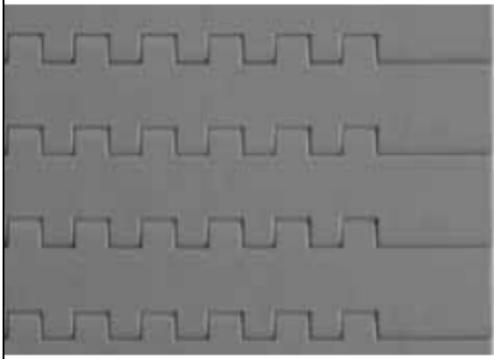
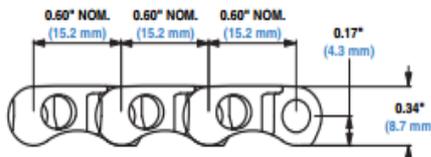
Ficha Técnica Motor reductor 2 HP

FICHA TECNICA MOTORREDUCTOR CYCLO 6000	
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
DESCRIPCION	MOTORREDUCTOR
MODELO	RNYM2-1520YA-60
PESO APROXIMADO (Kg)	30
DATOS DEL REDUCTOR	
MARCA	SUMITOMO
PROCEDENCIA	JAPON
TIPO	ENGRANAJES HYPO CICLOIDAL
CONFIGURACION	90°
ESTILO DE MONTAJE	MONTADO AL EJE
VELOCIDAD DE ENTRADA (rpm)	1750
RATIO DE REDUCCION	60
APLICACIÓN	INDUSTRIA DE ALIMENTOS
VELOCIDAD DE SALIDA (rpm)	29.2
FACTOR DE SERVICIO	1.03
TORQUE DE SALIDA (Nm)	414
TORQUE NOMINAL (Nm)	426
CARGA RADIAL ADMISIBLE	6049
CAPACIDAD MECANICA (hp)	2.06
POSICION DE MONTAJE	HORIZONTAL
TIPO DE LUBRICACION	GRASA SANITARIA (MOLYPLUS) - A -21°C
EJE DE SALIDA (pulg)	1 1/4"
MATERIAL DEL REDUCTOR	CARCASA DE ALUMINIO CON REVESTIMIENTO EN POLVO ANTIMICROBIANO
DATOS DEL MOTOR	
MARCA	SUMITOMO
PROCEDENCIA	JAPON
POTENCIA (Hp)	2
VELOCIDAD NOMINAL (rpm)	1750
VOLTAJE (V)	220/440
FRECUENCIA (Hz)	60
PROTECCION	IP55 [TOTALMENTE SELLADO CONTRA POLVO Y HUMEDAD]
CLASE DE AISLAMIENTO	F
ENCERRAMIENTO	TEFC
OBSERVACIONES:	
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Hyponic</p> </div> <div style="text-align: right;"> <h3 style="margin: 0;">HYPONIC DRIVE</h3> </div> </div>	

BANDAS

FICHA TÉCNICAS FLAT FRICTION TOP

Flat Top		
	pulg.	mm
Paso	0,60	15,2
Ancho mínimo	3	76
Incrementos del ancho	0,50	12,7
Dimensión de las aberturas (aprox.)	-	-
Área abierta	0%	
Tipo de bisagra	Cerrada	
Método de accionamiento	Accionamiento central/por bisagra	
Notas sobre el producto		
<ul style="list-style-type: none"> • Póngase siempre en contacto con el departamento de Servicio al Cliente si desea realizar una medida precisa de la banda y comprobar el estado de las existencias antes de diseñar un transportador u ordenar una banda. • Superficie lisa y cerrada con bordes completamente al ras y varillas embutidas. • El diseño de la parte inferior y un paso pequeño de banda permiten que la misma funcione de forma uniforme alrededor de las barras frontales. • Se puede usar sobre barras frontales con un diámetro de 0,75 pulg. (19,1 mm) para transferencias estrechas. • Paso reducido que disminuye la acción poliédrica y la brecha de la placa inactiva de transferencia. • Tensión posterior mínima requerida. • Bordes cerrados en un lado de la banda. • Engranajes de diente de retención que mejoran el enganche del engranaje y facilitan la instalación. 		
Información adicional		
<ul style="list-style-type: none"> • Consulte "Proceso de selección de bandas" (página 6) • Consulte "Materiales estándar para las bandas" (página 24) • Consulte "Materiales para aplicaciones especiales" (página 25) • Consulte "Factores de fricción" (página 30) 		

SECCIÓN 2

1000

Datos de la banda														
Material de la banda	Material de las varillas estándar Ø 0,18 pulg. (4,6 mm)	BS	Resistencia de la banda		Rango de temperatura (continuo)		W	Peso de la banda		Homologación 1 = Blanco, 2 = Azul, 3 = Natural, 4 = Gris				
			lb/pie	kg/m	°F	°C		lb/pie²	kg/m²	FDA (EE. UU.)	Lácteos Lácteos ^a	A ^b	J ^c	Z ^d
Acetal	Polipropileno	1500	2232	34 a 200	1 a 93	1,55	7,57	•			•		•	
Polipropileno	Polipropileno	1000	1490	34 a 220	1 a 104	1,07	5,22	•			•		•	
Polietileno	Polietileno	600	893	-50 a 150	-46 a 66	1,11	5,42	•			•		•	
Nilón HR	Nilón	1000	1490	-50 a 240	-46 a 116	1,31	6,43	•					•	

a. Lácteos: para ser aprobados por el USDA se requiere el uso de un sistema de limpieza incorporado.

b. Servicio australiano de inspecciones por cuarentena

c. Ministerio de Sanidad, Trabajo y Bienestar Social de Japón

d. MAF: Ministerio de Agricultura y Silvicultura de Nueva Zelanda. La aprobación del MAF requiere el uso de un sistema de limpieza incorporado.

Coeficientes Fp y Fw

TABLAS

Tabla 1 (W) PESO DE LA BANDA EN lb/pie ² (kg/m ²).					
SERIE	ESTILO	MATERIALES ESTÁNDAR			MATERIALES PARA APLICACIONES ESPECIALES ^a
		POLIPROPILENO	POLIETILENO	ACETAL Y ACETAL EC	
Esta información se incluye en las tablas de cada serie y estilo de banda.					

Tabla 2 (F _w) COEFICIENTE DE FRICCIÓN DEL ARRANQUE ENTRE LA GUÍA DE DESGASTE Y LA BANDA											
MATERIAL DE LA GUÍA DE DESGASTE	MATERIALES ESTÁNDAR ^a										
	POLIPROPILENO				POLIETILENO		ACETAL		ACETAL EC		
	SUPERFICIE LISA		ABRASIVA ^b LISA		SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE LISA		SUPERFICIE LISA		
	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	
U.H.M.W.:	0,11	0,13	NR	NR	0,24	0,32 ^c	0,10	0,10	0,10	0,10	
H.D.P.E.	0,09	0,11	NR	NR	NR	NR	0,09	0,08	0,09	0,08	
Nílon impregnado con molibdeno o sílicona	0,24	0,25	0,29	0,30	0,14	0,13	0,13	0,15	0,13	0,15	
Acero inoxidable o al carbono con acabado laminado en frío	0,26	0,26*	0,31	0,31*	0,14	0,15*	0,18	0,19*	0,18	0,19*	

a. Para obtener información sobre materiales de aplicaciones especiales, consulte las páginas de datos correspondientes.

b. Según pruebas de Intralox.

c. Puede producirse un aumento del desgaste a velocidades de la banda superiores a 50 pies por minuto (15 metros/min).

Tabla 3 (F _p) COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN FUNCIONAMIENTO ENTRE EL ENVASE Y LA BANDA ^a									
MATERIAL DEL ENVASE	MATERIALES ESTÁNDAR ^b								
	POLIPROPILENO		POLIETILENO ^c		ACETAL		ACETAL EC		
	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	HÚMEDO	SECO	
Vidrio	0,18	0,19	0,08	0,09	0,13	0,14	0,13	0,14	
Acero	0,26	0,32	0,10	0,13	0,13	0,13	0,19	0,20	
Plástico	0,11	0,17	0,08	0,08	0,13	0,16	0,13	0,16	
Cartón	—	0,21	—	0,15	—	0,18	—	0,18	
Aluminio	0,40	0,40	0,20	0,24	0,33	0,27	0,33	0,27	

Nota: Las bandas que funcionan en seco en un sistema transportador con acumulación de producto pueden, según la velocidad y el peso, desgastar una superficie dura de la banda, lo que podría incrementar de forma sustancial el coeficiente de fricción.

a. Los valores de los factores de fricción dependen en gran medida de las condiciones ambientales. Un valor bajo en el intervalo de factores de fricción es un factor de fricción derivado experimentalmente para nuevas bandas en guías de desgaste nuevas. Sólo se debe utilizar este valor en los entornos más limpios o en lugares donde haya agua u otro agente lubricante. La mayoría de las aplicaciones tendrían que ajustarse basándose en las condiciones ambientales que rodean al transportador.

b. Para obtener información sobre materiales de aplicaciones especiales, consulte las páginas de datos correspondientes.

c. No se recomienda el uso de polietileno para el manejo de contenedores.

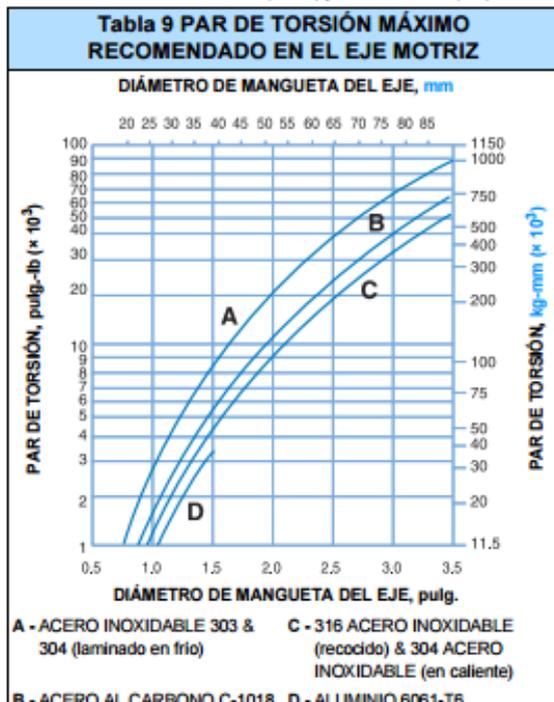
Tabla 4 RESISTENCIA DE LA BANDA EN lb/pie (kg/m).					
SERIE	ESTILO	MATERIALES ESTÁNDAR			MATERIALES PARA APLICACIONES ESPECIALES
		POLIPROPILENO	POLIETILENO	ACETAL Y ACETAL EC	

Selección de Ejes

TABLAS

Tabla 8 DATOS DEL EJE				
EJE B DATOS	(Q) PESO DEL EJE, lb/pie (kg/m)			I MOMENTO DE INERCIA pulg. ⁴ (mm ⁴)
	ALUMINIO	ACERO AL CARBONO	ACERO INOXIDABLE	
TAMAÑO				
5/8 PULG. CUADRADAS	0,46	1,33 ^a	1,33 ^a	0,013
1 PULG. CUADRADA	1,17 ^a	3,40 ^a	3,40 ^a	0,083
1,5 PULG. CUADRADAS	2,64 ^a	7,65 ^a	7,65 ^a	0,42
2,5 PULG. CUADRADAS	7,34	21,25 ^a	21,25 ^a	3,25
3,5 PULG. CUADRADAS	14,39	41,60 ^a	41,60	12,50
25 mm CUADRADOS	(1,699)	(4,920) ^b	(4,920) ^b	(32,550)
40 mm CUADRADOS	(4,335)	(12,55) ^b	(12,55) ^b	(213,300)
60 mm CUADRADOS	(10,05)	(29,11) ^b	(29,11) ^b	(1,080,000)
65 mm CUADRADOS	(11,79)	(34,16) ^b	(34,16) ^b	(1,487,600)
E MÓDULO DE ELASTICIDAD libras/pulg. ² (kg/mm ²)	10,000,000 (7000)	30,000,000 (21,100)	28,000,000 (19,700)	

- a. Intralox USA puede suministrar ejes cuadrados mecanizados según las especificaciones en los tamaños siguientes y materiales como acero al carbono (C-1018), acero inoxidable (303/304 y 316) y aluminio (6061-T6).
- b. Intralox Europe ofrece ejes cuadrados en los siguientes tamaños y fabricados en acero al carbono (KG-37) y acero inoxidable (304).

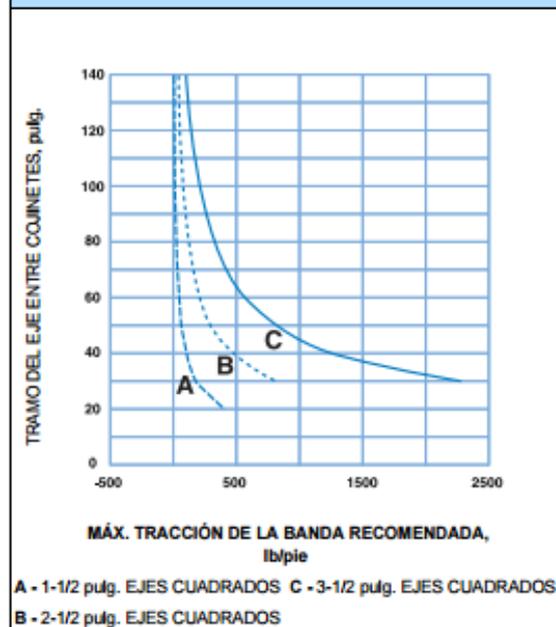


SELECCIÓN DE LOS ANILLOS DE RETENCIÓN RECOMENDADOS

Intralox recomienda el uso de anillos de retención para fijar los engranajes en su posición en cada uno de los ejes, a fin de minimizar los movimientos transversales durante el funcionamiento de la banda. En numerosas aplicaciones el empleo de anillos con resorte ha resultado muy beneficioso; a pesar de que para su instalación es necesario cortar pequeñas ranuras en las aristas de los ejes. En algunas aplicaciones donde las cargas colocadas en la banda son más pesadas y la presión sobre el eje es mayor, la presencia de ranuras en los anillos es desaconsejable puesto que darían a lugar a puntos de concentración de la presión. **Por lo tanto, en estos casos se recomienda la utilización de anillos de retención alternativos que no necesiten ranuras como, por ejemplo, anillos AUTOAJUSTABLES o DE COLLAR BIPARTIDO.**

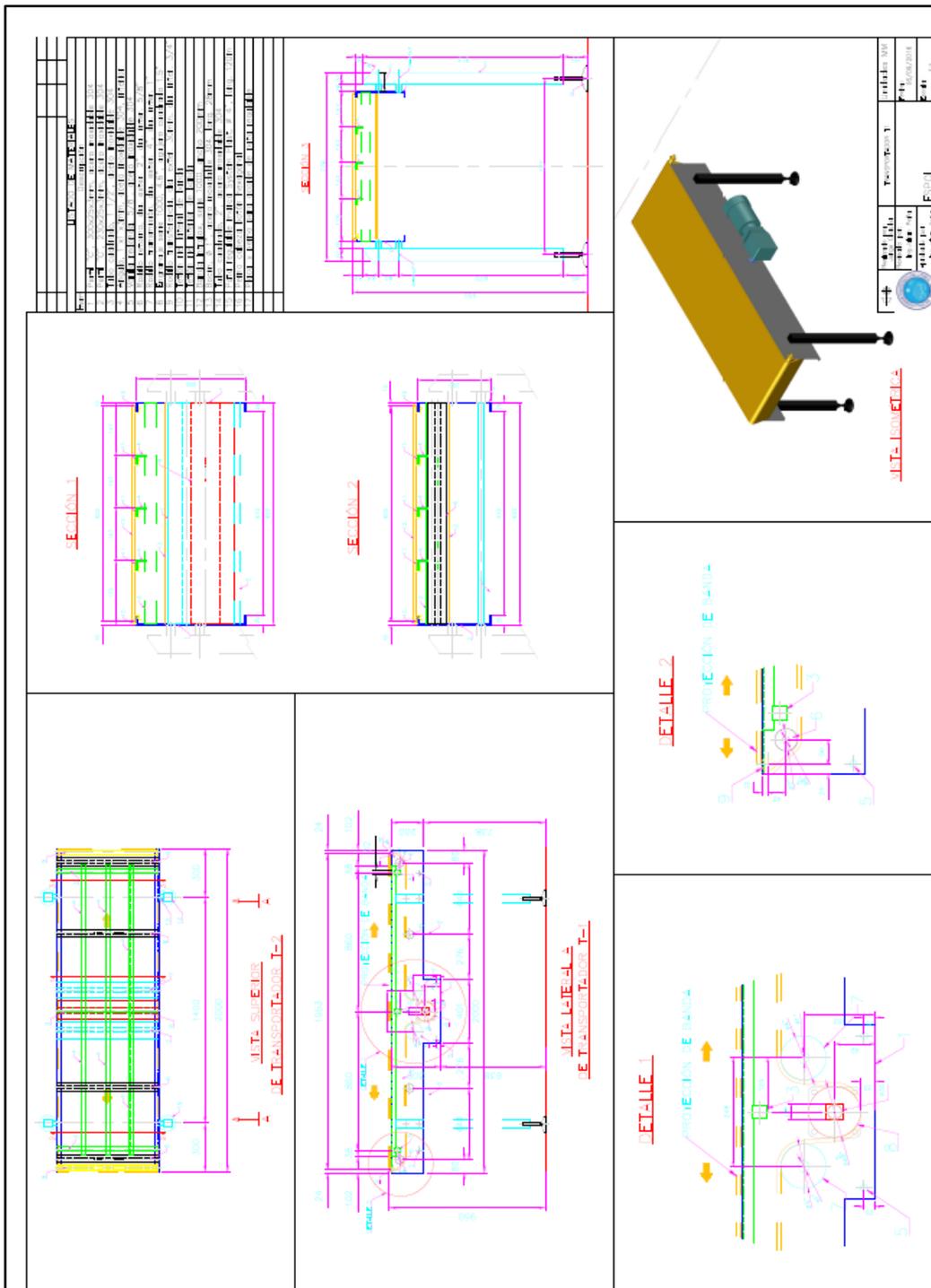
Consulte la tabla que aparece a continuación para obtener información acerca de los límites recomendados de TRACCIÓN DE LA BANDA frente al TRAMO DEL EJE ENTRE LOS COJINETES a fin de determinar si el uso de ranuras en los anillos de retención es aconsejable. Si para un determinado tamaño y tramo del eje, la TRACCIÓN DE LA BANDA (BP) es superior a los valores indicados, seleccione un anillo de retención que no necesite ranuras en el eje.

Tabla 10 LÍMITES DE TRACCIÓN DE LA BANDA FRENTE A TRAMO DEL EJE PARA RANURAS DE ANILLOS DE RETENCIÓN

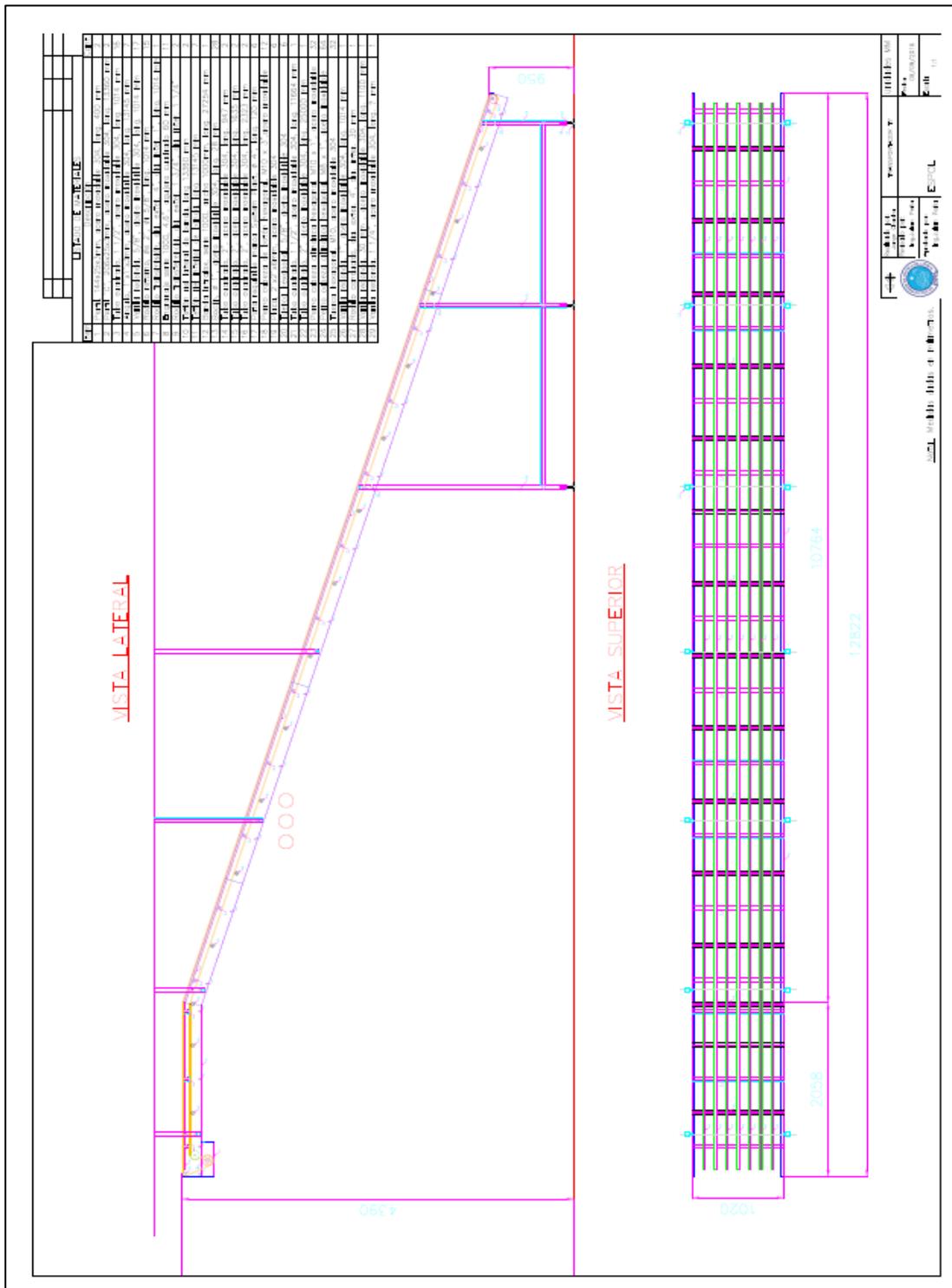


PLANOS
TRANSPORTADORES

TRANSPORTADOR T 1



TRANSPORTADOR T 7

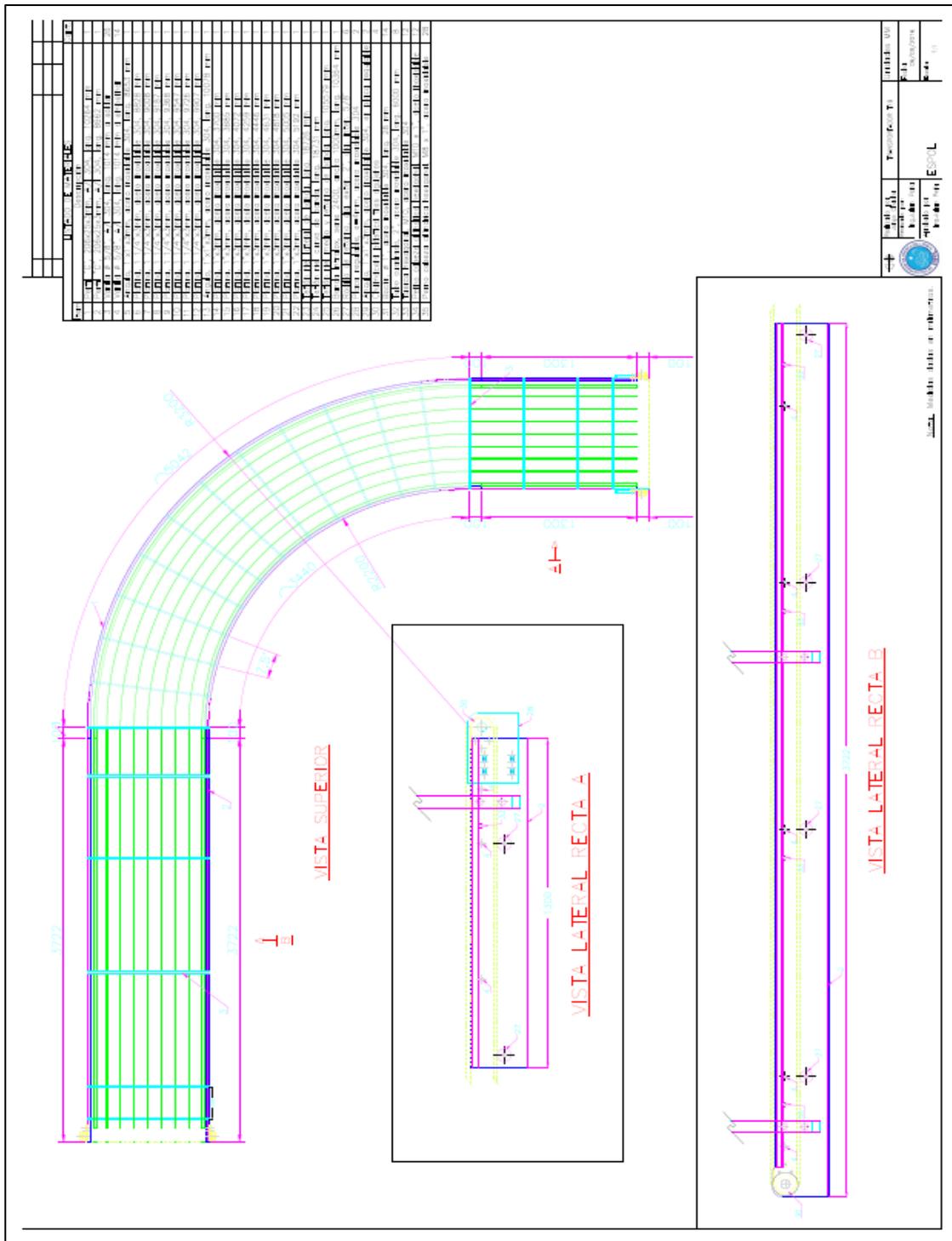



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
 INSTITUTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS
 LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

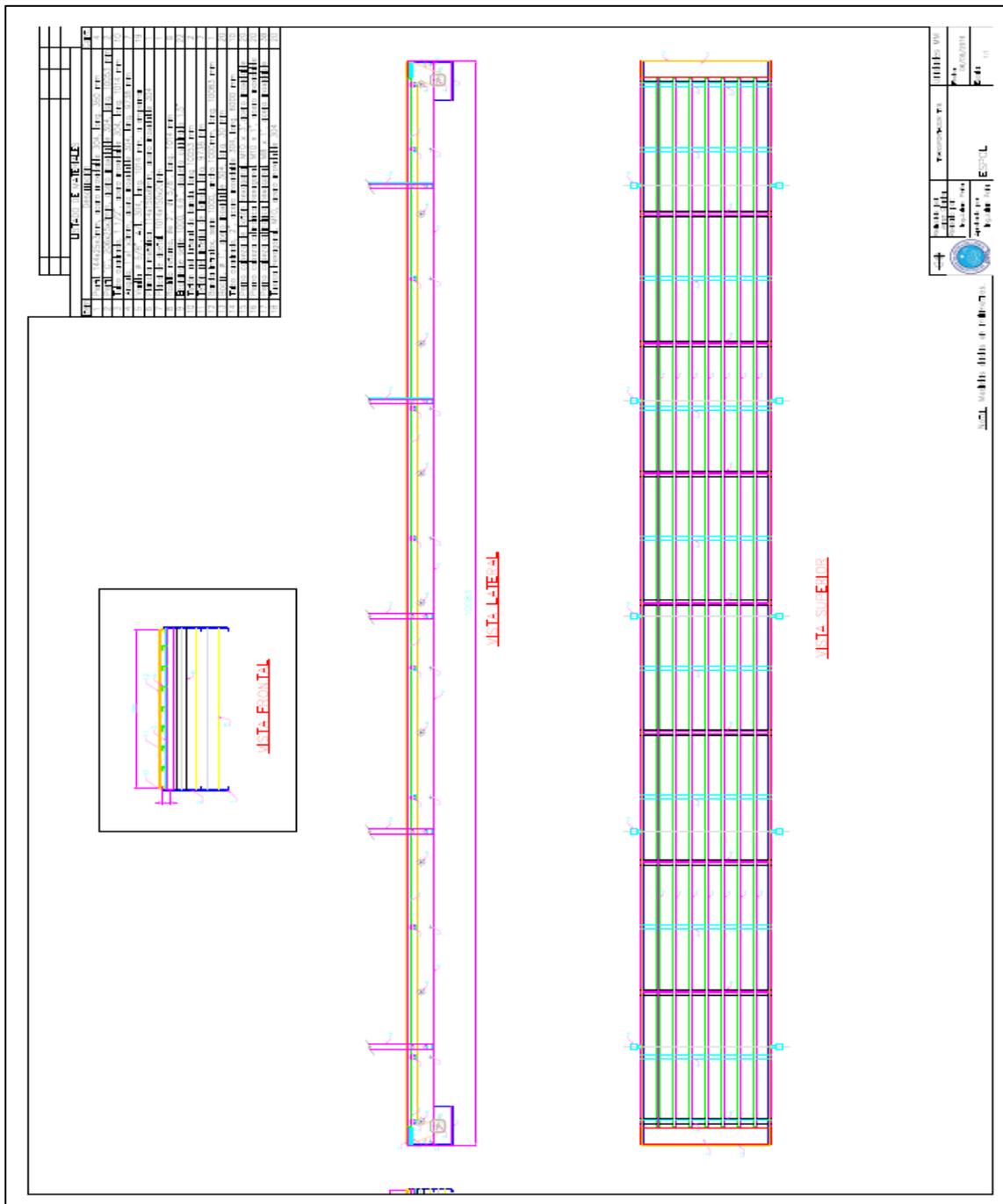
TÍTULO: TRANSPORTADOR T 7
 DATA: 10/05/2017
 AUTOR: [Nome do Autor]
 REVISOR: [Nome do Revisor]

ESCALA: 1:1
 FOLHA: 01 DE 01

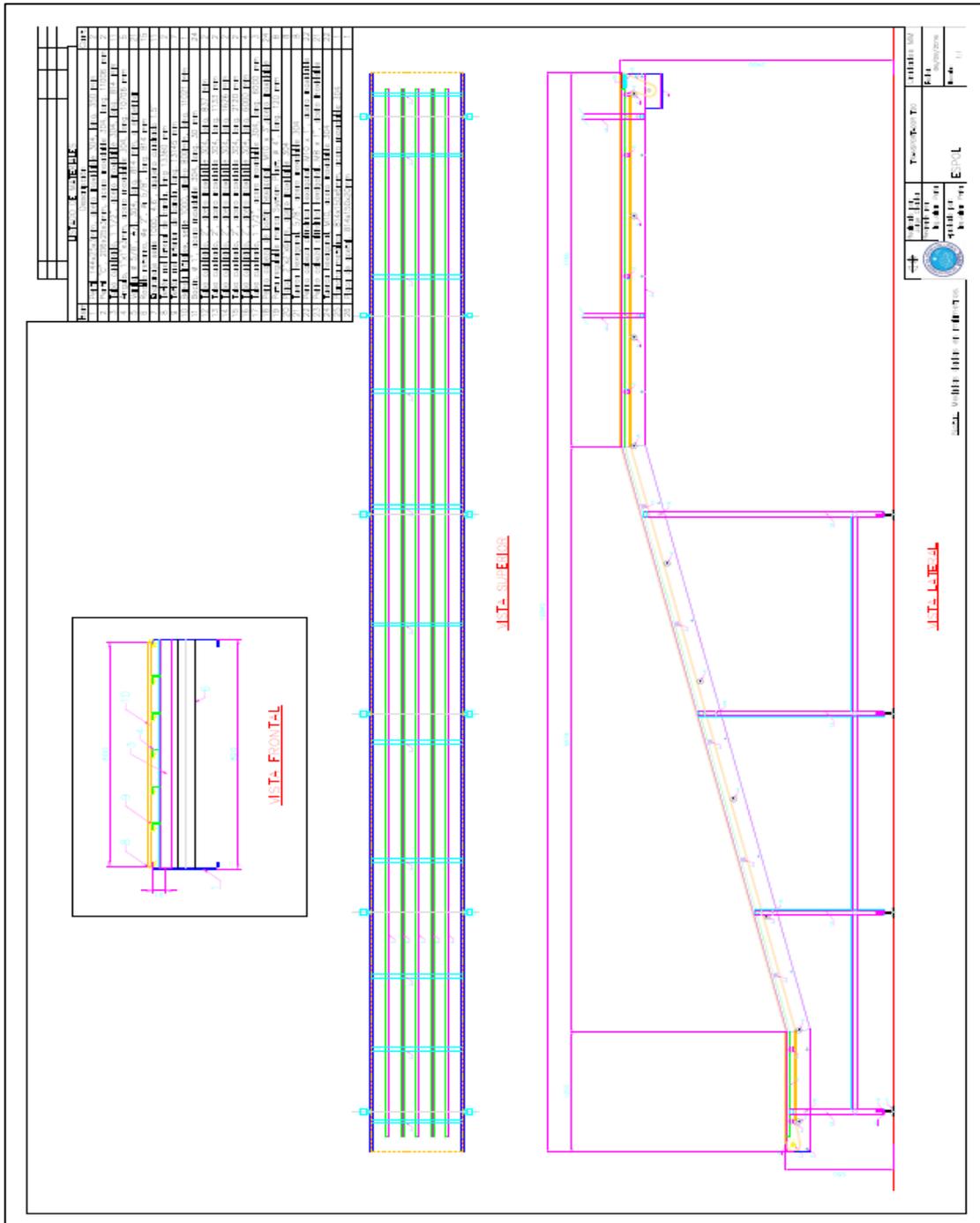
TRANSPORTADOR T 8



TRANSPORTADOR T 18



TRANSPORTADOR T 20



TRANSPORTADOR DE RODILLOS T 21

