

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TRANSPORTADOR DE BULTOS DE AZÚCAR EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA AZUCARERA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:

Aguilar B. Marco A.,
Carrillo G. Emmanuel M.

Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, noviembre 2013

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TRANSPORTADOR DE BULTOS DE AZÚCAR EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA AZUCARERA

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Antonio Barragán

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:

Aguilar B. Marco A.,
Carrillo G. Emmanuel M.

Para optar al Título de
Ingeniero Mecánico

Caracas, noviembre 2013



Caracas, 13 de noviembre de 2013

ACTA

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres:

MARCO AGUILAR Y EMMANUEL CARRILLO

Titulado:

**“DISEÑO DE UN DISPOSITIVO
TRANSPORTADOR DE BULTOS DE AZUCAR
EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN EN UNA
INDUSTRIA AZUCARERA”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.

Prof. Pedro Cadenas
Jurado



Prof. Antonio Barragán
Tutor

Prof. Manuel Martínez
Jurado

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre a mi lado, y haberme dado la oportunidad de vivir esta experiencia.

A mis Padres y Hermanos por apoyarme incondicionalmente a lo largo de toda mi carrera.

Marco A. Aguilar B.

A Dios Todo Poderoso, por guiarme, cuidarme y darme las fuerzas necesarias para la realización de este trabajo y en todas las enseñanzas de mi vida.

A mis Padres y hermana por su apoyo incondicional y ser pilar fundamental en mi vida.

A mi Novia, por brindarme todo su amor, cariño y sabiduría, por dejarme formar parte de su inmenso corazón.

A mi abuelita bella, Mamama, graduaste a todos tus nietos, soy tu nieto menor.

Emmanuel M. Carrillo G.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Tutor, por habernos brindado su confianza, apoyo y orientación académica para la elaboración del presente trabajo.

A mis Amigos por acompañarme y compartir tantos momentos de estudio y disfrute.

Marco A. Aguilar B

A Dios Todo Poderoso, por ser mi fuente de vida y energía espiritual para alcanzar todas las metas de mi vida.

A mi papá Oswaldo, mi mamá Nancy, mi mami Dagnis, mi hermana Luisana, a Eder, por darme consejos oportunos y brindarme todo su cariño y comprensión. Por estar siempre a mi lado.

A Dalitza Pérez Mojica, mi Novia Bellísima, por dejarme entrar en su vida y en su corazón, por estar en los gratos momentos y en los no tan gratos, por compartir sus hermosos y puros sentimientos, por aunque no siempre se los pedí me da consejos gratamente recibidos. TE QUIERO CIELO BELLO.

A nuestra Ilustre Universidad Central de Venezuela, por forjarme como individuo integral, ante las diferente y complejas circunstancias a las que nos enfrentamos diariamente.

A la Escuela de Ingeniería Mecánica, por ser nuestro segundo hogar y estar en mi corazón.

A Inversiones ARCEVI C. A., EMI de Venezuela y MAICA soluciones Técnicas, por el apoyo técnico para la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Antonio Barragán, por ser nuestro tutor en este trabajo especial, dándome oportunos consejos y guiándome en cada una de las facetas de este trabajo, gracias profesor.

A la profesora Marianela Blanco, profesor Antonio Guell, profesor Fausto Carpentiero, profesor Pedro cadenas, profesor Manuel Martínez, profesor Hans García, profesora Zulme Lomelli, profesora Paola Pereira, por otorgarme un poco de su tiempo y conocimientos para la realización de este trabajo especial de grado.

A mis familiares, Manuel Enrique Márquez, Milexys Carrillo de Márquez, mi abuelita bella Miguelina de Carrillo, Epifanio Márquez, Adriana González, Lucio Mari, Mariana Mari, mi ahijado Sebastián, mi tía Nena, Esaú Murillo, Esaú José Murillo, Juan José Murillo, Andreina Murillo, por todo el apoyo recibido.

A mis amigos, Vito Massarelli, Miguel Castro, Alberto Zamora, Jeyson Montana, Rafael “Pensacola” García, Mayerlin Torres, Pierina Andrade, Alessandra Oviedo, Carlos Loreto, Miguel González, José Robaina, Maria Alejandra Rojas, Raúl Monserrate, por estar acompañándome y ayudándome en toda mi carrera.

A Marisabel Fernández, Oneida Gutiérrez, Francis Ugueto, Eduardo Cabrelles, Yuleinnys Figueroa, Denise Riera, gracias amigos por su apoyo incondicional.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron en la realización de este trabajo.

Emmanuel M. Carrillo G.

Aguilar B. Marco A., Carrillo G. Emmanuel M.

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TRANSPORTADOR DE BULTOS DE
AZÚCAR EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN UNA INDUSTRIA
AZUCARERA**

**Tutor Académico: Prof. Antonio Barragán. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de
Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2013, (158 pp).**

Palabras claves: Diseño, Modelos, Técnicas, Experiencias Vivenciales, Dispositivos
Mecánicos, Transporte de Paquetes.

RESUMEN

En el presente trabajo se aplicaron métodos y técnicas de Diseño Conceptual, para solventar las deficiencias encontradas en una línea de producción de una empresa azucarera denominada a Inversiones Arcevi C. A., ubicada en Cagua, Estado Aragua. Se planteó dar solución al problema aplicando un modelo basado en el de Barragán, lo cual permitió detectar, ubicar y dar solución a la situación encontrada. Dicho modelo contempla cuatro fases, la inicial, Divergente, fundamentada en el conocimiento de la problemática empresarial, utilizando mapas mentales, encuestas, entrevistas y juego de roles. En la segunda fase, denominada Fase de Transferencia, se captó un volumen importante de ideas. En la tercera fase, Fase de Convergencia, mediante la depuración e interacción de las ideas, se originaron un grupo de posibles soluciones. Luego mediante el proceso de materialización, se dio origen a un grupo de soluciones potencialmente ejecutables en la planta, dando como resultado tres dispositivos: Una cinta transportadora, una mesa inclinada y un carro para el enfardado y traslado, que se utilizaron para transportar los bultos de azúcar en la línea de producción. Finalmente en la Ingeniería de Detalle se realizaron los cálculos pertinentes para el diseño de los dispositivos, se seleccionaron los instrumentos de control, se estimaron los costos y se diseñó un manual de operación y mantenimiento de los dispositivos a implementar en planta.

CONTENIDO

RESUMEN.....	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
1.1- Planteamiento del problema	3
1.2.- Objetivos y alcance de la investigación	7
1.2.1.- Objetivo general.....	7
1.2.2.- Objetivos específicos	7
1.2.3.- Alcances y limitaciones	7
1.3.- Justificación de la investigación.....	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Introducción.....	9
2.2. Antecedentes	9
2.3 Definiciones.....	15
2.3.1 Glosario	15
2.3.2 Marco metodológico	18
2.3.3 Método del diseño:.....	20
CAPÍTULO III.....	28
FASE DIVERGENTE.....	28
3.1.- Introducción	28
3.2.- Mapas mentales	29
3.3- Encuestas.....	32
3.3.1.- Metodología.....	32
3.3.2.- Población y muestra:.....	33
3.3.3.- Instrumento de recolección de datos:.....	34
3.3.4.- Procesamiento de los datos.	37
3.3.5.- Análisis de los datos.	37
3.4.- Entrevistas	43
3.5.- Conocimiento y analisis del problema	46
3.5.1.- Información recabada durante la encuesta realizada en Inversiones Arcevi, C.A	48
3.5.2.-Información obtenida en las entrevistas realizadas en Inversiones Arcevi, C.A.	49
3.5.3.-Información Adicional sobre el proceso productivo de Inversiones Arcevi, C.A.	50
CAPÍTULO IV	52
FASE DE TRANSFERENCIA	52
4.1.- Introducción	52
4.2.- Generación de ideas	52
4.2.1.- Técnica de generación de ideas	52

4.2.2.- Ideas generadas	53
4.2.3.- Descripción de las ideas	55
CAPITULO V	62
FASE DE CONVERGENCIA	62
5.1.- Introducción	62
5.2.- Filtrado inicial de las ideas generadas	62
5.3.- Matriz de objetivos ponderados	64
5.4.- Matriz de interacción	68
5.5.- Diseño de materialización	76
5.6.- Solucion Propuesta	79
CAPÍTULO VI.-	81
INGENIERÍA DE DETALLE	81
6.1.- Cálculos de dispositivos	81
6.1.1.- Traslado de los paquetes	81
6.1.2.- Traslado de los fardos sin sellar	96
6.2.- Sistema de instrumentación y control	102
6.3.- Costo de los dispositivos	104
6.3.1.- Costos de la banda transportadora	104
6.3.2.- Costos de la mesa inclinada	106
6.3.3 Costos del carro con 2 ruedas	106
6.3.4 Costos de la caja de control de la cinta transportadora	107
6.4.- Manual de operación y mantenimiento	108
6.4.1.- Banda transportadora	108
6.4.2.- Mesa inclinada	108
6.4.3.- Carro con 2 ruedas	108
CAPÍTULO VII	109
PLANOS DEL DISPOSITIVO	109
7.1.- Planos de la banda transportadora	109
7.2.- planos de la mesa inclinada	110
7.3.- planos del carro con 2 ruedas	115
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
8.1.- CONCLUSIONES	121
8.2.- RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFÍA	123
Referencias bibliográficas	123
Referencias electrónicas	126
ANEXOS	128

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Preguntas de la Encuesta.....	34
Tabla 2 Tiempo de procesos en la línea de producción	50
Tabla 3 Reordenamiento de ideas generadas	63
Tabla 4 Puntuación de los parámetros utilizados en la Matriz de Objetivos Ponderados	65
Tabla 5 Matriz de Objetivos Ponderados	66
Tabla 6 Dibujos de ideas ganadoras 1	69
Tabla 7 Dibujos de ideas ganadoras 2.....	70
Tabla 8 Dibujos de ideas ganadoras 3.....	71
Tabla 9 Dibujos de ideas ganadoras 4.....	72
Tabla 10 Matriz de Interacción	73
Tabla 11 Aplicabilidad de los dispositivos en planta.....	79
Tabla 12 Perfiles verticales inferiores.....	101
Tabla 13 Perfiles verticales inferiores.....	102
Tabla 14 Costos de la banda transportadora	105
Tabla 15 Costos de diseño asociados a la fabricación de la mesa inclinada.....	106
Tabla 16 Costos de diseño asociados a la fabricación del carrito.	107
Tabla 17 Costos de la caja de control de la cinta transportadora	107

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Proceso general de la línea de empaquetamiento y paletizado	3
Fig. 2 Paquete de 1 kg	3
Fig. 3 Fardos de 20 kg o 24 kg.....	3
Fig. 4 Esquema detallado de la línea de empaquetamiento y paletizado	4
Fig. 5 Traslado de los paquetes	5
Fig. 6 Conformado de los fardos	5
Fig. 7 Traslado de los fardos	5
Fig. 8 Sellado de los fardos	6
Fig. 9 Traslado de los fardos a la paleta.....	6
Fig. 10 Paleta final	6
Fig. 11 Modelo de diseño utilizado.....	19
Fig. 12 Mapa Mental 1; Problemática factores humanos de los trabajadores en la planta.	29
Fig. 13 Mapa Mental 2; Elaboración de la encuesta	30
Fig. 14 Mapa Mental 3; Encuesta	31
Fig. 15 Trabajadoras y trabajadores según su función en la línea de producción.....	33
Fig. 16 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 1	37
Fig. 17 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 2	38
Fig. 18 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 3	39
Fig. 19 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 4	40
Fig. 20 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 5 sección 5.1 ...	41

Fig. 21 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 5 sección 5.2 ...	42
Fig. 22 Serie Fotográfica 1; Proceso productivo Industrias Arcevi, C.A (juego de roles).....	47
Fig. 23 Serie Fotográfica 2; Proceso productivo Industrias Arcevi, C.A (juego de roles).....	47
Fig. 24 Serie Fotográfica 3; Proceso productivo Industrias Arcevi, C.A (juego de roles).....	48
Fig. 25 Materialización movimiento paleta vertical	77
Fig. 26 Materialización mesa giratoria.....	78
Fig. 27 Figura Montaje de los dispositivos en planta	80
Fig. 28 Representación visual de la banda transportadora.....	81
Fig. 29 Dimensiones de un paquete de 1 kg de azúcar	82
Fig. 30 Medidas iniciales de la banda transportadora	83
Fig. 31 Dibujo referencial de la Mesa Inclínada	90
Fig. 32 Gráfica Momento flector perfiles estructurales 1 y 4	93
Fig. 33 Gráfica momento flector perfiles estructurales 2 y 3.....	94
Fig. 34 Dibujo referencial del carro	97
Fig. 35 Momento flector perfil estructural inferior cajón	100
Fig. 36 Diagrama de potencia y control del motor de la banda transportadora.	103
Fig. 37 Representación de la Banda transportadora.....	106

INTRODUCCIÓN

En toda actividad industrial uno de los factores importantes a tener en cuenta, es la preservación de las condiciones de salud de los trabajadores; lo cual, incluso, viene siendo objeto de leyes y normativas en materia laboral y de seguridad industrial.

Inversiones Arcevi, C.A., es una planta empaquetadora de azúcar, ubicada en Cagua, Estado Aragua. Luego de sostener una reunión con los directivos de la empresa, y realizar un recorrido por las instalaciones de la misma, se observó el proceso operativo de la línea de producción, el cual se desarrolla en tres etapas generales: Elaboración, Sellado, y Paletizado de Fardos de 20 kg y 24 kg. Dichas etapas son ejecutadas de manera completamente manual con un alto índice de riesgo laboral para el personal, especialmente el femenino.

A partir de esta visita, se llega a la conclusión de que es necesario abordar la situación desde un punto de vista formal y sistemático, con la finalidad de identificar todos los factores que inciden en la problemática de la empresa, y de tal manera, buscar a través de los métodos y técnicas del diseño conceptual, una solución que permita adaptar máquinas, muebles y utensilios al personal que ejecuta el trabajo diariamente, con la finalidad de proporcionar mayor comodidad y eficacia al personal.

Se contempla diseñar un dispositivo que permita transportar los bultos de azúcar en la línea de producción, mejorar las condiciones de trabajo en beneficio de la ergonomía de los trabajadores, seguridad en el ambiente laboral donde se desarrollan las actividades de llenado, sellado y paletizado de los bultos de azúcar de 20 kg y 24 kg.

En este trabajo se aplicarán modelos de diseño conceptual, cuyo primer paso (Fase Divergente) será diagnosticar la problemática de Inversiones Arcevi, C.A., considerando las condiciones laborales de los trabajadores y las consecuencias que pueda tener dicha problemática a mediano y largo plazo en la salud del personal involucrado. Para esto se llevará a cabo una investigación que involucre a todos los integrantes de la empresa; posteriormente se realizará una Fase de Transferencia que permitirá plantear diversas ideas, obtenidas mediante observadores directos (personas

inmersas en la problemática) y observadores externos (personas ajenas a la problemática, pero con capacidad de discernimiento) que satisfagan todas las necesidades detectadas.

En la Fase Convergente se realizará un filtrado inicial de ideas, continuando con el método de la Matriz de Objetivos Ponderados, con la cual se establecen los primeros criterios de selección basados en las necesidades informadas por la empresa. Se empleará una nueva depuración, utilizando una Matriz de Interacción y, luego de obtenidas las posibles soluciones se evalúan a través del Estudio de Materialización.

Finalmente se propone la solución y se procede a realizar la Ingeniería de Detalle, para luego continuar con la comunicación correspondiente.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se realizará un estudio preliminar del problema, se expondrá el proceso de la línea de producción en todas sus etapas y se fijarán los objetivos a alcanzar en la solución de los problemas identificados.

En los procesos industriales es común encontrar líneas de producción donde el producto final debe ser empaquetado y almacenado. Para ello se evaluó un proceso en una línea de producción de la empaquetadora de azúcar Inversiones Arcevi, C.A., ubicada en la Zona Industrial de Cagua, Estado Aragua.

En esta empresa existen líneas de empaquetamiento de azúcar con las siguientes etapas:

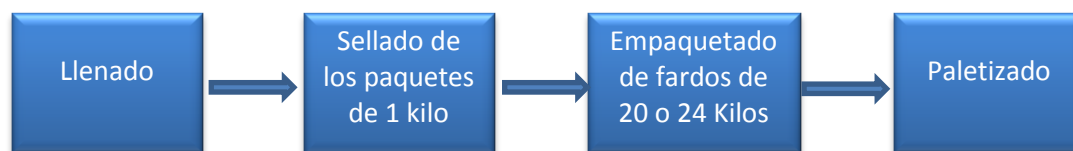


Fig. 1 Proceso general de la línea de empaquetamiento y paletizado

La empresa cuenta con una máquina automática que al ser accionada dosifica la cantidad de 1 kg de azúcar en cada paquete (fig. 2) y adicionalmente, realiza el sellado de los mismos. Luego dos personas ubican las bolsas de 1 kg dentro del fardo hasta completar la capacidad del mismo; el fardo es sellado y finalmente trasladado hasta la paleta (fig. 3), donde un operador lo posiciona completando una altura de trece pisos de fardos.



Fig. 2 Paquete de 1 kg



Fig. 3 Fardos de 20 kg o 24 kg

Para tener una mejor visión de los procesos, maquinarias y trabajadores presentes en las líneas de empaquetamiento, se presenta el siguiente esquema:

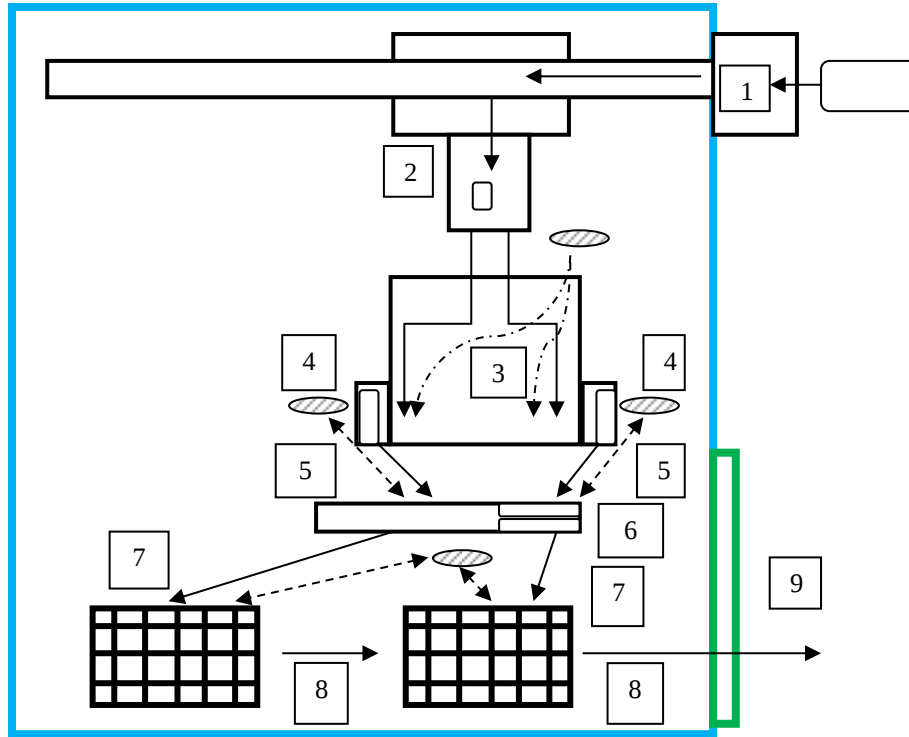


Fig. 4 Esquema detallado de la línea de empaquetamiento y paletizado

- | | |
|---|---|
| 1 | Cangilón de elevación de la azúcar a empacar |
| 2 | Salida de la llenadora del azúcar en bolsas de 1 kg |
| 3 | Traslado de las bolsas de 1 kg (lanzamiento de bolsas) |
| 4 | Formación de los bultos de 24 kg de azúcar con los paquetes de 1 kg |
| 5 | Traslado de los bultos de 24 kg |
| 6 | Sellado de los bultos de azúcar |
| 7 | Traslado de los bultos de azúcar sellados |
| 8 | Colocación de los bultos de azúcar sellados en paletas de madera |
| 9 | Puerta de entrada y salida |
- Trayecto del azúcar
- ←--> Recorrido realizado por los trabajadores
- Paquete de 1 kg □ Bulto de 24 kg
- ▨ Trabajadores
- Azúcar proveniente de las empresas fabricantes e importadoras.

En las líneas de empaquetamiento, las bolsas de azúcar de 1 kg son embaladas manualmente en bolsas plásticas, para formar bultos de 24 kg. Los bultos son sellados mediante el uso de una resistencia eléctrica.

Para la ejecución y desarrollo de una línea de producción se dispone de un total de cinco personas distribuidas de la siguiente manera; una persona transportadora de paquetes desde la salida de la máquina automática a la mesa de enfardado (fig. 5). En la fase o etapa de enfardado se encuentran dos personas conformando los fardos de 24 kg (fig. 6) y adicionalmente los transportan a la tercera fase de sellado (fig. 7). En la fase de sellado se ubica la cuarta persona sellando los fardos (fig. 8) y a su vez los transporta a la etapa de paletizado (fig. 9), finalizando el proceso con la disposición final del fardo en la paleta (fig. 10) y, una quinta persona que supervisa y realiza control de calidad de todo el proceso. Es importante señalar que Inversiones Arcevi, C.A, cuenta con cuatro líneas de producción activas durante el turno de trabajo, lo cual representa un personal total de veinte trabajadores.

En las imágenes presentadas a continuación, se observan el número de puestos de trabajo en la línea de producción.



Fig. 5 Traslado de los paquetes



Fig. 6 Conformado de los fardos



Fig. 7 Traslado de los fardos



Fig. 8 Sellado de los fardos

Fig. 9 Traslado de los fardos a la paleta

Fig. 10 Paleta final

Entre las fases 2 y 8 de las líneas de empaquetamiento, es donde radica el enfoque de este Trabajo Especial de Grado. El traslado de los paquetes, el enfardado, el traslado del fardo al banco de sellado y por último el traslado del fardo a la paleta constituyen un esfuerzo físico elevado para el trabajador, sobre todo en las dos últimas etapas, donde se trasladan fardos de hasta 24 kilogramos de manera manual con un recorrido de hasta cuatro metros. Además, hay que tomar en consideración la frecuencia de esta actividad durante la jornada laboral.

1.2.- OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1.- Objetivo general

Diseño de un dispositivo transportador de bultos de azúcar en la línea de producción en una industria azucarera.

1.2.2.- Objetivos específicos

- Realizar revisión bibliográfica
- Aplicar modelos de diseño para el dispositivo a diseñar.
- Realizar la ingeniería de detalle del sistema a diseñar.
- Estimar los costos del sistema a diseñar.
- Seleccionar el sistema de instrumentación y control del dispositivo a diseñar, de ser necesario.
- Realizar los planos del dispositivo mediante un paquete de dibujo asistido por computadora.
- Realizar un manual de operación y mantenimiento del sistema a diseñar.

1.2.3.- Alcances y limitaciones

Mediante el presente trabajo, se pretende obtener los planos y las especificaciones técnicas que permitan la construcción de un sistema para el mejoramiento de la línea de empaquetamiento, tomando en consideración el espacio físico dispuesto en la industria azucarera. El proceso de diseño estará conformado por el planteamiento de esta necesidad; conocimiento del problema; generación de ideas, seguido de la evaluación de las mismas, que nos permite seleccionar la propuesta más adecuada por medio de criterios razonables.

No se contempla la construcción de un prototipo real y la puesta en prueba del prototipo en cuestión.

1.3.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La promoción de la salud y la prevención de las enfermedades, cada día toman más vigencia en el campo de la salud en general y muy particularmente en la ocupacional. La necesidad de mantener óptimas condiciones de vida para los trabajadores es aceptada por los sectores involucrados en el ámbito laboral (gobierno, empresariado, gremios, sindicatos). Un trabajador saludable conlleva a la realización de una actividad laboral de alta calidad y con satisfacción, minimiza las bajas laborales, se evita el congestionamiento de los servicios de salud especializados; y sobre todo permite que el individuo, al término de su vida laboral activa, disfrute de un nivel adecuado de bienestar que le asegure un retiro con calidad de vida.

En este sentido, la Ergonomía, es el estudio de la adaptación de las máquinas, muebles y utensilios a la persona que los emplea habitualmente, para lograr una mayor comodidad y eficacia. Esta rama de la seguridad laboral, viene a cubrir ese espacio tan importante que se refiere a brindar una serie de elementos en el área de la preservación de las condiciones de salud de los trabajadores en las diversas áreas donde estos se llegan a desempeñar. De tal manera, la ergonomía es la disciplina que actúa como un puente entre la biología humana y la ingeniería, poniendo a disposición de esta última, conocimientos de las capacidades y limitaciones humanas que deben ser utilizados para un buen diseño del trabajo.

En la industria azucarera los operadores están en constante movimiento, tanto para empaquetar y almacenar bultos de azúcar, como recorriendo distancias dentro de la línea de producción cargando el peso de los fardos. Este proceso es realizado de manera manual y con un alto índice de riesgo, lo que se traduce en un desmejoramiento apreciable en la calidad de vida a largo plazo en el personal obrero. La motivación para la acción de esta actividad, plantea la necesidad de mejorar las condiciones de trabajo en beneficio de la ergonomía de los trabajadores, la seguridad en el ambiente laboral donde se desarrolla dicha actividad, y diseñar un sistema que permita a los obreros realizar estas tareas de manera rápida y segura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan un conjunto de antecedentes, definiciones, métodos y modelos de diseño, utilizados durante el trabajo de investigación.

2.2. ANTECEDENTES

Barreto (2013) diseñó un equipo lavador y descamador de pescado, mediante las estrategias creativas en el diseño, tales como: Investigación, encuesta, tormenta de ideas y matrices de decisiones, y así lograr establecer las características generales requeridas en el sistema, para luego ser aplicados los conocimientos adquiridos en el área de diseño, adaptándolo a las demandas de producción y consumo del mercado. El producto, que en este caso es exclusivamente pescado fresco, pasará por el lavado en el cual se le quitará cualquier resto de algas, arena, sucio, agua salada en el caso del pescado de mar, hielo y sangre, luego pasará por la descamadora en la cual se le retirarán las escamas y así seguir en la línea de producción. En este trabajo se muestran los cálculos necesarios para su diseño así como los planos y las hojas de fabricación.

Chaparro (1987) realizó el diseño de un nuevo edificio almacén y un nuevo sistema automático para la clasificación y el paletizado de productos terminados. Dicho diseño se realizó para su trabajo de tesis con título “Diseño de un Sistema para Manejar Productos Terminados en una Planta de las Industrias Savoy”. El sistema de paletizado cuenta con líneas de acumulación, un lector óptico de código de barras, loop para recirculación, una línea paletizadora manual, siete dispositivos de transferencia y una máquina paletizadora. La línea paletizadora coloca las cajas en las paletas a un ritmo de 35 cajas/min, en paletas de un máximo peso de 1000 kg/paleta.

Bonilla y Carrillo (1995) realizaron un trabajo que lleva el título “Adaptaciones a un prototipo cosechador de yuca para cosechar batata”. Ellos se plantearon realizar un análisis y estudio general de los problemas que presenta la cosechadora de yuca, como cosechadora de batata, para obtener la solución más acertada, tanto económica como técnica, adaptando la cosechadora de yuca existente a la cosecha de batata, para que la máquina pueda ejecutar las dos operaciones en los determinados períodos de cosecha. Tomando en cuenta la máquina actual en cuanto a su velocidad de trabajo, sistema motriz, etc. Para tal fin se hizo un estudio general de los componentes principales de la cosechadora de yuca, como son: cadena transportadora, sistema motriz, estructura, y además un estudio de los problemas que presenta la cosechadora de yuca, como cosechadora de batata. Luego se procedió al diseño de sistemas adaptados para lograr tal fin, el cual consistió en el diseño y cálculo de un sistema de discos de corte, y una extensión de la cadena transportadora, así como también la selección de equipos, para los cuales se tomó en cuenta una serie de características, como su tamaño, velocidades de operación en la cosecha, tipo de suelo en el cual se cosechará, etc. En el diseño de los diferentes implementos se tomó en consideración las solicitaciones que estos ejercen sobre la estructura de la máquina para asegurar que estas no sobrepasaran los límites de resistencia a los cuales fue diseñada.

Contreras y Martinez (2000) realizaron la optimización del sistema de transporte de materia prima de una Empresa Fabricante de Vidrio, en específico los elevadores a cangilones y las cintas transportadoras de dicha Empresa. Se realizó esta optimización tomando en cuenta los siguientes aspectos: se estimó la cantidad de pérdida de materia prima durante el acarreo del material por los equipos de transporte, se examinó el funcionamiento de los equipos de transporte a través de la inspección directa de las condiciones de operación de los equipos que estaban expuestos, se realizó un inventario de los equipos de transporte y se determinó las posibles causas de los problemas que se presentaron en dichos equipos. Se sugirió diversas alternativas de soluciones a los problemas de los equipos estudiados y a través de la aplicación del método de matriz morfológica de solución se generó la

solución que mejor satisfacía a los problemas estudiados. Se destaca que no se pudo determinar el porcentaje de reducción de pérdida de materia prima por causas ajenas a la voluntad de los de los realizadores del Trabajo Especial de Grado.

Gómez y Fava (2008), ambos estudiantes de ingeniería mecánica, realizaron un trabajo especial de grado con Título “Diseño construcción y automatización de una cinta transportadora para la simulación mecánica de un proceso industrial”. Se desarrolló el diseño y selección de un sistema de transporte por cinta transportadora, se realizaron los cálculos y planos necesarios para su construcción. El movimiento de la cinta se genera gracias a un piñón acoplado mediante un eje al motor directamente. Para accionar el motor se instaló un gabinete de potencia, el cual está conformado por un variador de frecuencia, que tienen la finalidad de controlar la velocidad de la cinta transportadora, así como el tipo de arranque del sistema. En este también se encuentran un disyuntor seccionador el cual proporciona protección al sistema. Para controlar el sistema se colocó un PLC dentro de un gabinete, que contiene en su tapa frontal un interfaz humano-máquina, este consta de pulsadores y luces pilotos las cuales se programaron con la finalidad de realizar diferentes prácticas de automatización.

Guerrero y Ocampo (2003) realizaron el “Rediseño del Quirófano de Intervenciones de neurocirugía del Hospital J.M. de los Rios Sobre la Base de un Estudio Ergonómico”. Hicieron una propuesta de rediseño del quirófano de intervenciones de Neurocirugía del hospital J.M. de los Rios con la finalidad de obtener mejoras ergonómicas en los puestos de trabajo. Se aplicó una metodología de diseño fundamentada en las especificaciones realizadas por la fundación Española MAPFRE y técnicas creativas para la generación de ideas, que involucraron al personal que labora en el quirófano de neurocirugía. Utilizaron recursos como: filmación, captación de imágenes digitales, entrevistas enfocadas en la evaluación del puesto de trabajo por parte del personal, actividades en grupo para generación de ideas. Para resolver la problemática se aplicaron técnicas creativas como tormenta de ideas y mapas mentales realizados en pequeñas mesas de trabajo. Los diseños finales fueron

concebidos mediante la evaluación de las ideas propuestas por medio de matrices morfológicas.

Jota y Molina (2003), en su propuesta de rediseño ergonómico del quirófano tipo abdominal del Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo.", determinaron que las causas del problema de disergonomía presente en dicho quirófano, son en general: la disposición de los equipos, las distribuciones de señales eléctricas y la falta de mantenimiento. Posteriormente recomendaron ciertas acciones inmediatas a realizar para aligerar las causas del problema. Luego rediseñaron ergonómicamente la disposición de los equipos dentro del quirófano, se analizaron y estimaron las mejoras y posibles desventajas que trae el rediseño si se llegase a implementar. De lo anterior, se obtuvo como resultado que se solventa a gran escala la problemática actual del quirófano, mejorando el ambiente y las condiciones de trabajo del personal quirúrgico. Finalmente, analizaron los costos de fabricación y se propuso el rediseño del quirófano ante las autoridades del Hospital para que ellos tomen acciones al respecto. La identificación de los problemas se realizó mediante la investigación de: las condiciones del quirófano, las actividades del equipo quirúrgico, la disposición de los equipos y sus conexiones; y se usó como herramienta el estudio ergonómico por puesto de trabajo MAPFRE. La solución del problema se logró al dividir el problema en sub-problemas y se abordó a cada uno de ellos con una metodología de diseño que arrojó resultados satisfactorios, mencionados anteriormente.

Mendoza y Rukóz (2011) se enfocaron en el estudio de vehículos de propulsión humana, que ha tenido cada vez más importancia en el mundo en el que la energía es vital para el ser humano, es por eso que su trabajo de investigación tiene como objetivo principal diseñar un equipo que permita medir y registrar en el tiempo parámetros de diseño y rendimiento para la fabricación de vehículos de propulsión humana del grupo ASME UCV; este proyecto surge básicamente de la necesidad que tenían los estudiantes que trabajan en este grupo para probar sus diseños antes de fabricarlos. Para la realización del proyecto de investigación se utilizó una metodología de diseño, basada en mecanismos para generar soluciones a través de

una matriz de decisión de donde se tomó un diseño que cumplía con todos los requerimientos, tanto a nivel ergonómico como a nivel de diseño mecánico. El diseño final, obtenido de la matriz de decisiones, fue sometido a todos los estudios mecánicos pertinentes, tales como: verificación por teoría de falla utilizando la Teoría de Esfuerzo de Corte Máximo y estudio de fatiga, para los componentes que estaban sometidos a esfuerzos fluctuantes, esto fue realizado para verificar que no fuese a fallar por flexión. La fabricación se llevó a cabo utilizando los procesos y técnicas de la manufactura moderna, y se demostró mediante la prueba de los pilotos del grupo, resultados satisfactorios y esperados durante su operación.

Paredes y Ugueto (1998) realizaron el diseño de un sistema de transporte de paquetería o granel de cama lisa en posición horizontal tipo telescopio, este sistema consta de cuatro partes: una primera parte (base) que permanece fija y las otras tres, que se desplazan una con respecto a la otra de manera análoga al movimiento de un telescopio, puede alcanzar una longitud de hasta 12 m fuera de la base gracias a su estructura en voladizo, para el movimiento del sistema se cuenta con dos motores, uno para el movimiento de la base y el otro para el movimiento de las partes móviles. Este trabajo cuenta con diseños estructurales basados en el criterio de deflexión en el extremo del sistema y su posible fabricación en serie y tomando en cuenta el costo de su fabricación.

Pereira y Ruiz (2010), desarrollaron su trabajo especial de grado denominado “Aplicación de Técnicas del Diseño Conceptual para la Creación de un Espacio de Enseñanza –Aprendizaje que Reúna Conocimientos Teóricos con Experiencias Técnicas”, el cual cumplió con una serie de aspectos fundamentales que englobaron: apoyo directo a la teoría, dominio de técnicas computacionales en el diseño y experiencias de tipo vivencial. Para el diseño de este espacio se seleccionó un modelo propio basado en los de Munari, Archer y French, el cual fue de utilidad para seleccionar métodos y técnicas de diseño conceptual que permitieron solucionar el problema. El modelo se separa en tres fases. La primera es la de divergencia donde se fundamentó y clarificó la problemática, con métodos y técnicas como: mapas

mentales, definición de objetivos e investigación de usuarios. La segunda fase fue la de transferencia, donde se captaron múltiples ideas, que se operaron para mutar en soluciones completas y definidas, esta fase además permitió a los diseñadores realizar un vaciado de ideas propias. La última fase es la de convergencia donde con un filtrado de ideas se llegó a una solución final que satisfizo a todos los objetivos. La solución final, cual constó de cuatro espacios de aprendizaje, en los cuales los estudiantes pueden aplicar y construir sus conocimientos, mediante herramientas computacionales, equipos actualizados y experiencias vivenciales.

Rojas y Vera (2010) se propusieron una metodología de diseño para el desarrollo de un bien de consumo ajustado a las necesidades del usuario venezolano; afirmándose la posibilidad de implementación de tecnología autóctona y bajo un criterio de innovación. La finalidad del mismo es de servir como guía referencial a todo aquel que se enfoque en esa clase de diseños a nivel de la ingeniería mecánica en Venezuela. La metodología desarrollada se basó en todas aquellas técnicas del Diseño Conceptual, y en la pericia de especialistas en el área de Diseño. La metodología se inició en la concepción de la necesidad o problema hasta el diseño al detalle de un dispositivo para la obtención de jugos naturales de las principales frutas producidas y consumidas en el país. También se relacionó el estudio con otras áreas ajenas a la ingeniería mecánica demostrándose que en la actualidad no hay aplicación aislada de una especialidad, sino un trabajo en conjunto de profesionales en diferentes áreas.

Rumbos y Vielma (1997) desarrollaron un Trabajo Especial de Grado titulado “Diseño de un banco de ensayos de válvulas mecánicas cardíacas”, donde se llevó a cabo un profundo estudio de las condiciones que se presentan en el organismo, específicamente en el corazón, tales como el flujo pulsátil intermitente, así como todas las relaciones de caudal, presión y resistencia al paso del flujo existentes en el mismo. Se establecieron las variables a reproducir in-vitro por medio de acciones físicas, luego se procedió a emplear una metodología de diseño, de la cual se obtuvo el Diseño del Banco de Ensayos de Válvulas Mecánicas Cardíacas, el cual permitirá realizar todas las pruebas pertinentes, tales como caída de presión, regurgitación

(contrat1ujo), observación de trazas de flujo, observación de la cavitación y el cálculo de los esfuerzos de corte, todo esto bajo diferentes estados fisiológicos, tanto en régimen de flujo pulsátil como en régimen de flujo permanente, todo ello con la finalidad de constatar la eficiencia de estos dispositivos. Como extensión de nuestro Trabajo se procedió a proponer la Instrumentación, Control y Automatización del Banco de Ensayos.

El documento “Diseño de un sistema de vacío para su aplicación de gestión de bolsas”, de la revista Scientistlive, ubicada en su página <http://www.scientistlive.com/content/21296>, hace referencia a un problema con el que se encuentran comúnmente fabricantes de maquinaria, este es el manejo y transporte en líneas de producción de artículos en bolsas, artículos con diferentes tamaños, formas y materiales. La solución más idónea son sistemas de vacío potentes y de alto flujo. Estos sistemas permiten un agarre rápido y seguro de todos los productos en bolsas. Los diseñadores pueden ahora aumentar la productividad de la fabricación con diseño optimizados de sistemas al vacío, utilizando sistemas descentralizados de succión, y seleccionando las ventosas flexibles adecuadas.

2.3 DEFINICIONES

2.3.1 Glosario

Azúcar:

Las palabras “edulcorante” o “azúcar” provienen de la palabra latina dulcor, que significa dulzor. Así pues, son edulcorantes las sustancias que son capaces de endulzar un alimento, una bebida o un medicamento. Azúcar de mesa o granulada que es la más comúnmente usada en la comida es sacarosa. La sacarosa es un disacárido compuesto por una molécula de glucosa (dextrosa) y una de fructosa (levulosa). Al calentarla se descompone y forma una mezcla que se llama “azúcar invertido”, y al proceso, “inversión” o “hidrólisis”. Se obtiene a partir de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera.

Propiedades físicas de la sacarosa:

Apariencia: Cristales Monoclínicos

Olor: Característico del caramelo

Solubilidad: 1 gr/0.5 ml de agua

Densidad: 0.7 a 0.8 g/cm³

pH: Las soluciones son neutras al tornasol

Punto de fusión: 160 - 186C

Antropometría:

La Real Academia Española, considera a la antropometría como la ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano con el fin de establecer diferencias entre individuos, grupos, razas, etc. Las dimensiones del cuerpo humano varían de acuerdo al sexo, edad, raza, nivel socioeconómico, etc.; por lo que esta ciencia dedicada a investigar, recopilar y analizar estos datos, resulta una directriz en el diseño de los objetos y espacios arquitectónicos, al ser estos contenedores o prolongaciones del cuerpo y que por lo tanto, deben estar determinados por sus dimensiones.

En un artículo escrito por Daniel Hernández en el año 2006 para el Diario El Universal, se cita un estudio realizado por Pedro García, docente de Antropología de la Universidad Central de Venezuela (UCV), donde se establece que la estatura promedio para el hombre venezolano va, aproximadamente, de 1,64 a 1,70 metros, mientras que la mujer alcanza una media de 1,58 a 1,63 metros. Considerando el Artículo realizado por Hernández Daniel y partiendo de la estatura de los trabajadores de Inversiones Arcevi C.A, se pudo observar que ésta se encontraba dentro de las estaturas promedio de los venezolanos, establecidas por el Prof. Pedro Gracia.

Experimentalmente se cuenta en planta con una mesa cuya finalidad es el almacenamiento de los paquetes de 1 kg de azúcar, para el proceso de enfardado. La

altura de la mesa es de 90 cm. Dicha altura le confiere facilidades ergonómicas a los trabajadores del área para ejecutar sus actividades, promoviendo una postura cómoda y agradable durante la jornada laboral.

Diseño:

Los orígenes de la palabra diseño viene del latín signa, plural de signum, que quiere decir, “señal, marca, insignia” y aparece la palabra diseñar en nuestro idioma en 1535, del italiano disegnar “dibujar” y del latín designare, “marcar, designar”. Curiosamente la raíz de enseñar y enseñanza es insignare que significa lo mismo que designare, la raíz de diseño.

En el siglo XV, Leon Battista Alberti escribió en forma clara y explícita sobre el diseño, como el trazar y dibujar mediante líneas y ángulos las fachadas de los edificios. También se refirió al diseño como el preordenamiento o prefiguración parcial, de lo que se tiene que dibujar. Etimológicamente, diseño significa solamente dibujar y designar, que son las dos significaciones principales del “disegno” en italiano y del “design” en inglés.

Por otra parte, el diseño de elementos de máquinas es parte integral del más extenso y general campo del diseño mecánico. En el caso típico, los aparatos mecánicos comprenden piezas móviles que transmiten potencia y ejecutan pausas específicas de movimiento.

El objetivo final del diseño mecánico es obtener un producto útil que satisfaga las necesidades de un cliente, y además sea seguro, eficiente, confiable, económico y de manufactura práctica.

Ergonomía:

Es un campo multidisciplinario que incorpora aportes de psicología, ingeniería, biomecánica, diseño industrial, diseño gráfico, estadística, y antropometría. Según la Real Academia Española, la ergonomía es el estudio de datos biológicos y

tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina. En esencia se puede definir como el estudio de la adaptación de las máquinas, muebles y utensilios a la persona que los emplea habitualmente, para lograr una mayor comodidad y eficacia. Los términos “factores humanos” y “ergonomía” están estrechamente relacionados.

Fardo:

Se define fardo como un paquete o bulto grande muy apretado. Según la Real Academia Española es un lío grande de ropa u otra cosa, muy apretado, para poder llevarlo de una parte a otra. En este trabajo de grado utilizaremos la palabra fardo y bulto con el mismo significado.

2.3.2 Marco metodológico

Selección del modelo para el diseño

Para este trabajo, se consideró un modelo basado en la combinación de varios modelos de diseño (Archer, French y Munari), resultando así el modelo de diseño propuesto en la investigación Pereira-Ruiz (2010), el cual es utilizado por el profesor Antonio Barragán (2012) en la cátedra “Diseño Conceptual”, dictado en la Escuela de Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.

Adicionalmente, se agregó otro elemento necesario para la realización de este trabajo, el cual es la Ingeniería de Detalles.

A continuación se presenta un gráfico representativo del modelo de diseño utilizado:

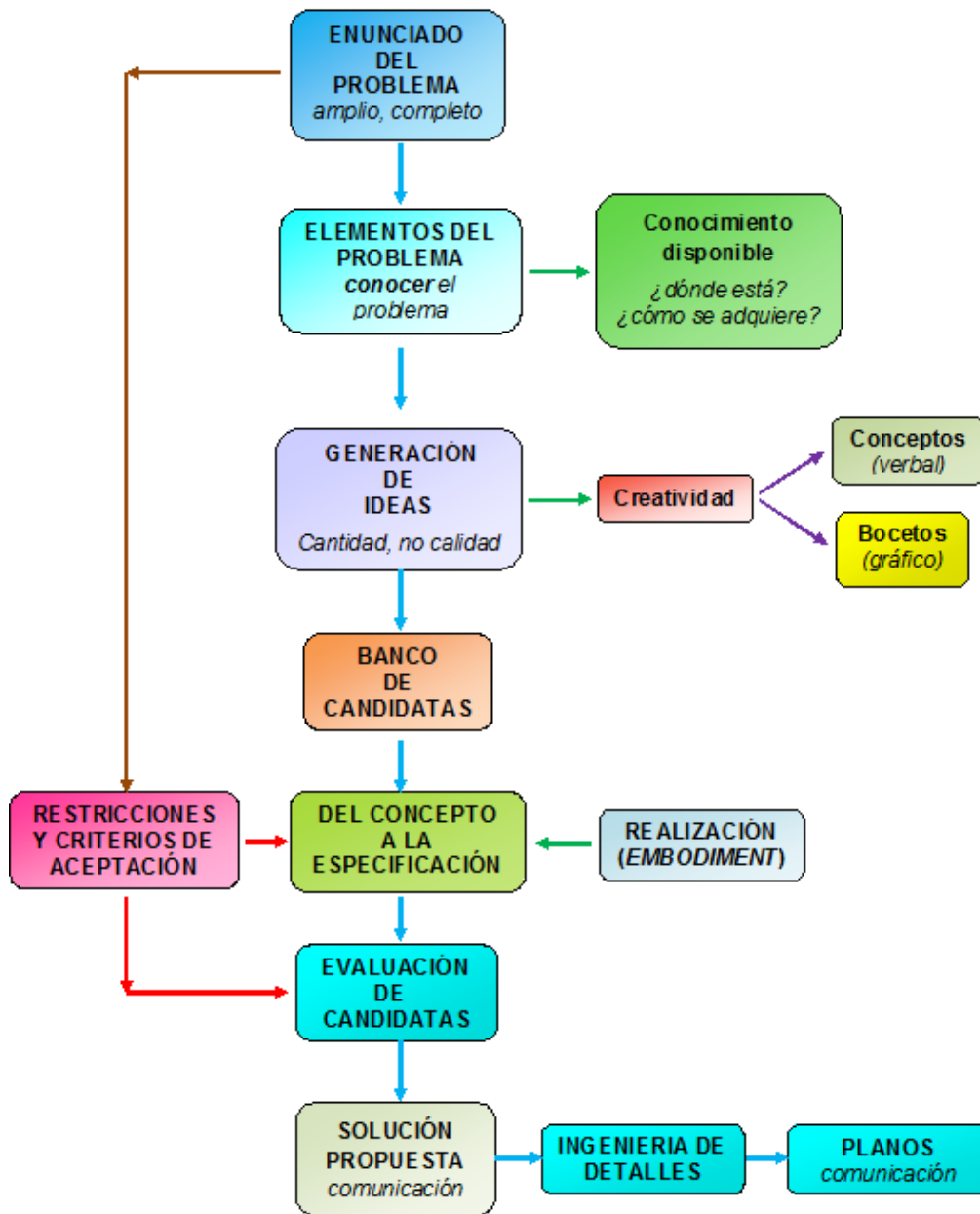


Fig. 11 Modelo de diseño utilizado

2.3.3 Método del diseño:

Fase Divergente:

Mapas Mentales

Buzan (1960), define mapa mental como una técnica gráfica de gran alcance que proporciona una clave universal para desbloquear el potencial del cerebro. Se aprovecha toda la gama de habilidades corticales - palabra, imagen, número, lógica, ritmo, color y percepción espacial - de una manera única y poderosa. El mapa mental se puede aplicar a todos los aspectos de la vida, que un mejor aprendizaje y un pensamiento más claro mejorarán el rendimiento humano. Un mapa mental a menudo se crea en torno a una sola palabra o texto, colocado en el centro, al que se añaden ideas asociadas, palabras y conceptos. Las categorías principales irradian desde un nodo central, y las categorías inferiores son sub-ramas de las ramas más grandes. Las categorías pueden representar palabras, ideas, tareas u otros elementos relacionados con una palabra clave o idea central.

El término "mapa mental" primero fue popularizado por el autor de psicología británico Tony Buzan, cuando la BBC realizó una serie de televisión protagonizada por Buzan llamada "Use Your Head" (use su cabeza). En este espectáculo, que además incluía una serie de libros de acompañamiento, Buzan promovió su concepción del árbol radial, donde realizaba diagramas coloridos con palabras claves en una estructura parecida a un árbol.

Encuesta

De acuerdo con la Real Academia Española, una encuesta se define como una averiguación o pesquisa; un conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa, para averiguar estados de opinión o diversas cuestiones de hecho.

Existen cuatro grandes etapas en el trabajo con encuestas:

- **Definir el objeto de la encuesta:** formulando con precisión los objetivos a conseguir, desmenuzando el problema a investigar, eliminando lo superfluo y centrando el contenido de la encuesta, delimitando, si es posible, las variables intervinientes y diseñando la muestra. Se incluye la forma de presentación de resultados así como los costos de la investigación.
- **La formulación del cuestionario:** es fundamental en el desarrollo de una investigación, debiendo ser realizado meticulosamente y comprobado antes de pasarla a la muestra representativa de la población.
- **El trabajo de campo:** consiste en la obtención de los datos propiamente tal.
- **Obtener los resultados:** procesar, codificar y tabular los datos obtenidos para que luego sean presentados en el informe y que sirvan para posteriores análisis.

Una manera de clasificar a las preguntas es por la forma de su respuesta:

- **Preguntas cerradas:** Se fundamenta en proporcionar al sujeto observado una serie de opciones para que escoja una como respuesta. Tienen la ventaja de que pueden ser procesadas más fácilmente y su codificación se facilita; pero también tienen la desventaja de que si están mal diseñadas las opciones, el sujeto encuestado no encontrará la opción que él desearía y la información se viciaría. También se consideran cerradas las preguntas que contienen una lista de preferencias u ordenación de opciones, que consisten en proporcionar una lista de opciones al encuestado y éste las ordenará de acuerdo a sus interés, gustos, etc.
- **Preguntas abiertas:** Consisten en dejar totalmente libre al sujeto observado para expresarse, según convenga. Tiene la ventaja de proporcionar una mayor riqueza en las respuestas; mas, por lo mismo, puede llegar a complicar el proceso de tratamiento y codificación de la información. Una posible manera

de manipular las preguntas abiertas es llevando a cabo un proceso de categorización, el cual consiste en estudiar el total de respuestas abiertas obtenidas y clasificarlas en categorías de tal forma que respuestas semejantes entre sí queden en la misma categoría.

- **Preguntas Semi - abiertas:** Se le proporciona al sujeto observado una serie de opciones para que escoja una como respuesta, y además se deja un espacio libre para que pueda expresarse, según convenga.

Entrevista

Una entrevista se puede definir como una conversación entre dos o más personas donde las preguntas son formuladas por el entrevistador para obtener hechos o declaraciones del entrevistado.

La entrevista se puede usar como método de investigación cualitativa, donde se busca describir y dar significado a un tema específico en el mundo de la vida del sujeto. La entrevista, cuando se considera como un método para llevar a cabo la investigación cualitativa, es una técnica utilizada para comprender las experiencias de otros. A diferencia de otros métodos de recopilación de datos, la entrevista tiene un carácter más exploratorio, y permite una mayor flexibilidad. Entrevistar deriva del deseo de saber más sobre las personas que nos rodean y para entender mejor cómo las personas que nos rodean ven el mundo en que vivimos.

Fase de Transferencia:

Mecanismos para la generación de ideas:

Se sabe que el ser humano tiende a seguir los caminos tomados por la mente por la experiencia previa. Si se insiste en ver los problemas de la misma forma siempre se llegará a los mismos resultados, pero si se cambia la forma de ver los problemas, es posible que se llegue a otras soluciones. En tal sentido se tienen diversos mecanismos

para lograr estos cambios. Algunos de estos mecanismos que se usan para la generación de ideas son, la Inversión, la Analogía, la Empatía, entre otros.

Método de la Tormenta de Ideas Alex Osborn (1953)

Este método, consiste en reunir un grupo de personas para trabajar sobre un problema bajo las siguientes premisas:

- No se permite ningún juicio sobre las ideas.
- Tratar que los participantes generen ideas espontáneamente.
- Se busca generar una gran cantidad de ideas.
- Se promueve entre los miembros del equipo compartan sus ideas con el fin de generar mejoras en las ideas iniciales.

Método de Sinéctica Prince y Gordon (1950)

Sinéctica es una metodología de resolución de problemas que estimula los procesos de pensamiento de la cual el sujeto puede no estar consciente. La palabra Synectics viene de la palabra Synekticos que significa traer cosas diferentes a una conexión unificada. Según Gordon, la investigación Sinéctica tiene tres supuestos principales:

- El proceso creativo puede ser descrito y enseñado.
- Procesos de invención en arte y ciencia son análogos y son conducidos por los mismos procesos "psíquicos".
- La creatividad individual y grupal son análogas.

Con estas premisas en mente, la sinéctica establece que la gente puede ser mejor en ser creativo si entienden cómo funciona la creatividad.

Un elemento importante en la creatividad consiste en darle la bienvenida a lo aparentemente irrelevante. La emoción se destaca sobre el intelecto y lo irracional

sobre lo racional. A través de la comprensión de los elementos emocionales e irracionales de un problema o una idea, un grupo puede tener más éxito en la solución de un problema.

Prince enfatizó la importancia de la conducta creativa, en la reducción de las inhibiciones, y la liberación de la creatividad inherente de todos. Gordon hizo hincapié en la importancia del "proceso metafórico" para hacer lo familiar extraño y lo extraño en familiar".

En la generación de ideas con esta técnica, el problema o tarea se explica al grupo en detalle y se repite hasta que todos entienden a fondo. El moderador comienza la sesión seleccionando un método de enfoque, que puede ser una analogía directa, una analogía personal, una analogía simbólica e incluso una analogía fantástica. El moderador estará encargado del flujo y dirección de las ideas, cuidando siempre no hacer crítica a las ideas generadas.

Fase Convergente

Matriz de objetivos ponderados o Matriz de Pugh Stuart Pugh (1991)

Este método de toma de decisión por matriz (también llamado método Pugh), fue inventado por Stuart Pugh en la Universidad de Strathclyde, en Glasgow, Escocia. Es una técnica cuantitativa utilizada para clasificar las opciones multi-dimensionales de un conjunto de opciones. Se utiliza con frecuencia en la ingeniería para la toma de decisiones de diseño, pero también se puede utilizar para clasificar las opciones de inversión, opciones de proveedores de productos o cualquier otro conjunto de entidades multidimensionales.

Esta matriz de decisión fundamental consiste en establecer un conjunto de opciones de criterios que se puntúan y se suman para obtener una puntuación total que luego debe ser clasificada.

Una matriz de decisión ponderada opera en la misma forma que la matriz de decisión básica, pero introduce el concepto de la ponderación de los criterios en orden de importancia. Las puntuaciones resultantes reflejarán mejor la importancia de los criterios en cuestión. Mientras más importante sea el criterio, más alta es la ponderación que se le debe dar.

La ventaja de la matriz de toma de decisión es que las opiniones subjetivas sobre una alternativa frente a otra se pueden hacer más objetivas.

Matríz de Interacción

Según Jones (1992) la matríz de interacción relaciona una serie de soluciones seleccionadas como ganadoras, para reducirlas a un número de soluciones más manejables y completas, ya que las ideas se relacionaran mediante una matriz de interacción donde se verán las conexiones que permitirán reducir el espectro de soluciones, transformar muchas ideas en pocas, sin que se pierda información en el proceso.

Esquema:

- Establecer un filtro previo que permita catalogar y seleccionar de las ideas comunes a las ideas ganadoras.
- Tomar en cuenta la definición particular de los términos “elemento” y “conexión”, donde los elementos estarán constituidos por las ideas ganadoras. En la aplicabilidad de este método se debe llegar a conexiones que otros podrían alcanzar, si siguieran el mismo modelo de soluciones ganadoras y ponderación de conexiones.
- Establecer una matriz en la que los elementos puedan pararse entre sí.
- Decidir, con alguna base objetiva, la existencia o inexistencia de conexiones entre cada par de elementos.

- Generar aquellas ideas completas en las que se relacionan las ideas ganadoras.

Diseño de Materialización: Pahl, *et al* (2007) El diseño de materialización como una parte del proceso del diseño donde, partiendo de la solución o concepto de un producto técnico, el diseño es desarrollado en concordancia con el criterio técnico, económico y a la luz de información adicional, hasta el punto en que el diseño posterior en detalle pueda llevar a la producción.

Después de haber elaborado la solución principal durante una fase conceptual, las ideas pueden ya ser concretadas. Durante la fase de materialización, los diseñadores deben determinar el diseño general (Disposición y Compatibilidad Espacial), el diseño de forma preliminar, y los procesos de producción, así como ofrecer soluciones para las funciones auxiliares.

En muchos casos, varios diseños de materialización son necesarios antes de que un diseño definitivo, apropiado a la solución deseada, pueda emerger.

Ingeniería de Detalle

Funciones del diseño:

Indican lo que debe hacer el dispositivo, mediante afirmaciones generales no cuantitativas, donde se usen frases de acción tales como soportar una carga, subir una caja, transmitir potencia o mantener unidos dos miembros estructurales.

Parámetros de diseño:

Son declaraciones detalladas, en general cuantitativas, de los valores esperados de funcionamiento, condiciones ambientales en las que debe trabajar el dispositivo, las limitaciones de espacio, peso, materiales y componentes disponibles que pueden usarse.

Criterios de Evaluación:

Son declaraciones de características cualitativas deseables en un diseño, que ayudan a que un diseñador decida qué opción de diseño es la óptima; esto es, el diseño que maximice las ventajas y minimice las desventajas.

CAPÍTULO III

FASE DIVERGENTE

3.1.- INTRODUCCIÓN

En esta fase se desarrollan los procesos y métodos para la exploración, delimitación e investigación inicial requerida por los diseñadores, para el entendimiento de la problemática en la línea de producción.

Como fase inicial para el entendimiento de la problemática se utilizó el método de mapas mentales, el cual se usa para la concepción de la problemática.

Para afianzar el conocimiento del problema, se realizó una encuesta exploratoria a los trabajadores de la línea de producción, a fin de conocer sus perspectivas y opiniones acerca de la problemática.

Para ampliar el conocimiento y obtener otros puntos de vista de la problemática, se realizaron entrevistas a los dueños de la empresa y expertos en la materia, de modo que se obtenga la mayor cantidad de información posible.

Como aspecto importante en el conocimiento del problema se realizó una jornada de trabajo en la línea de producción, con el fin de tener una experiencia vivencial, la cual otorga otro punto de vista alterno, ampliando así el conocimiento y entendimiento del problema.

3.2.- MAPAS MENTALES

MAPA MENTAL 1	
FECHA : 19-09-2012	LUGAR: E.I.M. UCV
PARTICIPANTES : Emmanuel Carrillo Marco Aguilar	

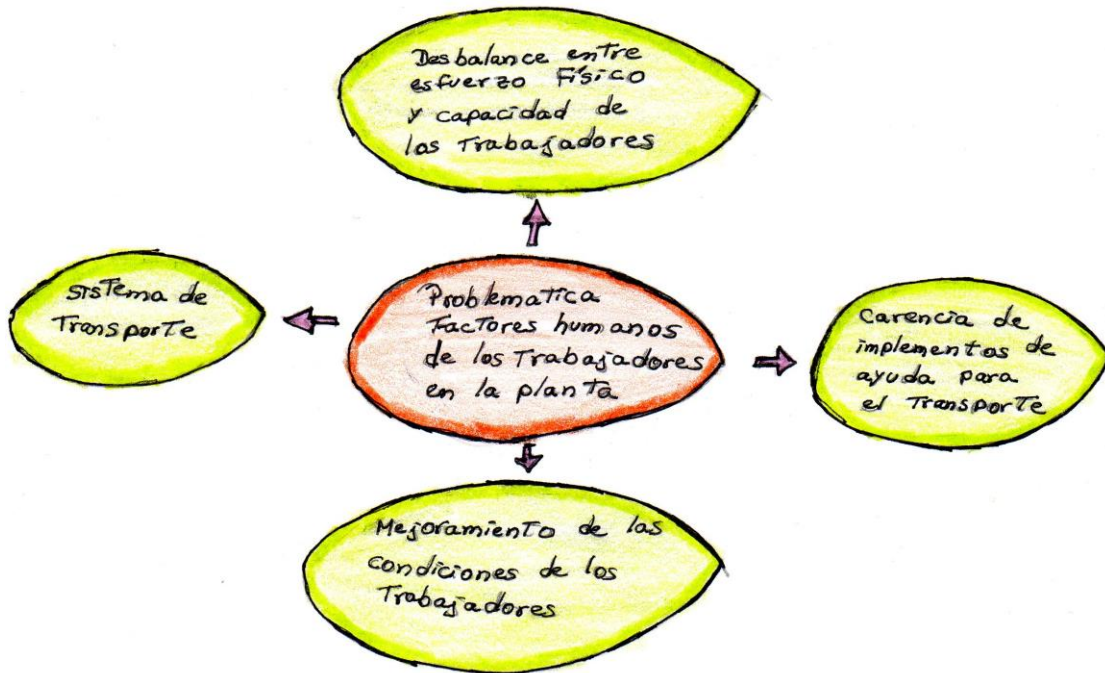


Fig. 12 Mapa Mental 1; Problemática factores humanos de los trabajadores en la planta.

MAPA MENTAL 2	
FECHA : 20-09-2012	LUGAR: E.I.M. UCV
PARTICIPANTES : Emmanuel Carrillo Marco Aguilar	



Fig. 13 Mapa Mental 2; Elaboración de la encuesta

MAPA MENTAL 3	
FECHA : 20-09-2012	LUGAR: E.I.M. UCV
PARTICIPANTES : Emmanuel Carrillo Marco Aguilar	

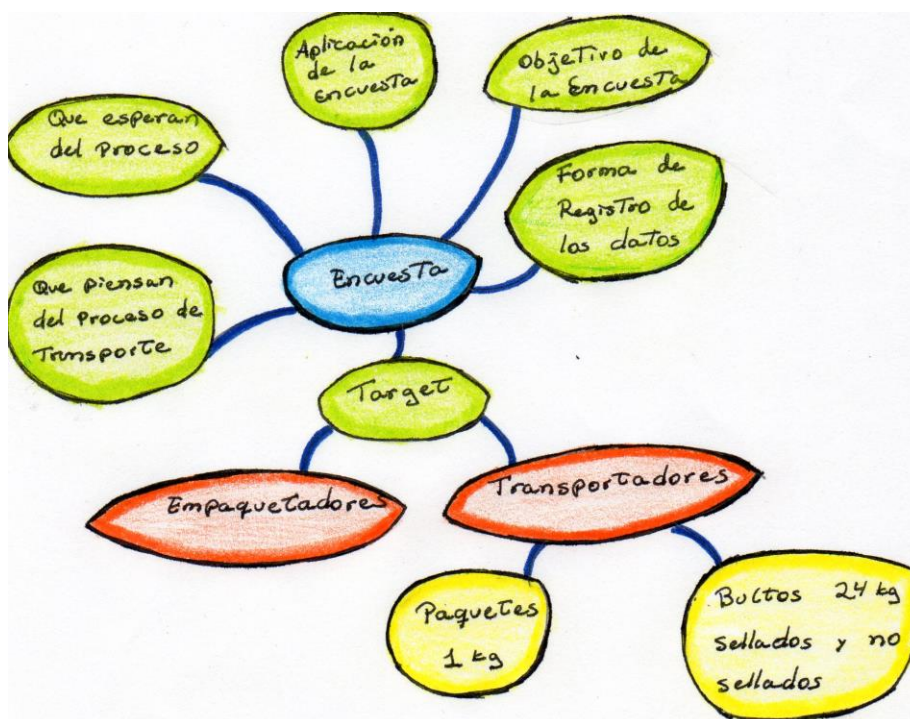


Fig. 14 Mapa Mental 3; Encuesta

Mapa Mental 1: La realización de este mapa mental permitió reflejar la problemática actual presentada en los trabajadores de la línea de producción. Cabe destacar que el mismo fue construido con la información recopilada en la primera visita a la línea de producción, y está limitado a la observación de los participantes.

Mapa Mental 2: La realización de este esquema permitió definir una propuesta para la elaboración de un instrumento que permita cuantificar la problemática y consecuencias a nivel laboral de la carga de trabajo en la línea de producción.

Mapa Mental 3: En este mapa mental se describen y compaginan los elementos involucrados en la elaboración y ejecución de la encuesta. Para la realización de este mapa mental se tomó en cuenta la información investigada previamente sobre la elaboración de encuestas.

3.3- ENCUESTAS

3.3.1.- Metodología

En el presente trabajo se utilizará una encuesta total, ya que se indagará sobre la opinión de toda la población a estudiar, estableciendo una pregunta semi-abierta, tres cerradas y dos abiertas. Todos los tipos de preguntas fueron codificadas, además para las preguntas abiertas y semi-abiertas, se llevó a cabo un proceso de clasificación en el cual las repuestas semejantes se ubican en la misma categoría.

Se realizó una aplicación dirigida, ya que el instrumento contaba con una serie de preguntas cerradas, abiertas y semi-abiertas. Se recomienda que esta aplicación se realice con un encargado presente, de manera tal que la encuesta se realizó junto con los trabajadores, para guiarlos en la actividad para obtener la mayor cantidad de respuestas.

Se tiene que destacar que la encuesta es un método de exploración para definir el problema y conocer la situación de la problemática, con esta encuesta no se pretende desarrollar este trabajo, ya que se utilizaron otros métodos de diseño para obtener un mejor bosquejo del problema a resolver.

3.3.2.- Población y muestra:

Para la realización de esta encuesta se consideró la población dedicada a la línea de producción de empaquetamiento de azúcar, los cuales consta de los trabajadores que transportan los paquetes de 1 kg, las armadores de los bultos de 20 y 24 kg , y los trabajadores que sellan los bultos de 20 y 24 kg, transportan los bultos a la paleta y arman la paleta con los bultos.

Como estos trabajadores suman 14 en total; la muestra a tomar para realizar la encuesta es la población total.



Fig. 15 Trabajadoras y trabajadores según su función en la línea de producción

Dentro de los trabajadores encuestados se encuentran 7 damas y 7 caballeros que se desglosan según la función que desempeñan en la línea de producción:

3 transportadoras de paquetes de 1 kg, 4 enfardadoras y transportadoras del fardo sin sellar, 4 selladores de fardo y paletizadores y, 3 supervisores de línea de producción.

Estos supervisores han estado es todos los puestos de trabajo y pueden suplir en cualquier momento a algún trabajador o alguna trabajadora si no asistieron a la jornada laboral.

3.3.3.- Instrumento de recolección de datos:

Para ilustrar la forma en que se obtendrá la información mediante la encuesta, se presenta la tabla 1 con el fin de conocer las preguntas de la encuesta y los objetivos que se desean alcanzar con cada pregunta. La encuesta consta de 5 preguntas, descritas en la tabla 1 de la siguiente manera.

Tabla 1 Preguntas de la Encuesta

Encuesta	Objetivo
¿Considera que la forma como se elaboran los bultos de azúcar actual es el adecuado?	Identificar si la forma de la elaboración de los bultos de azúcar afecta de alguna manera el bienestar físico de los trabajadores
¿Cómo considera que sería la mejor forma de realizar la elaboración de los bultos de azúcar?	Conocer la opinión de los trabajadores acerca de la elaboración de los bultos de azúcar
¿Considera que el transporte de los bultos de azúcar actual es el adecuado?	Conocer la opinión del empleado frente a la problemática
¿Cómo considera que sería la mejor forma de realizar el transporte de los bultos de azúcar?	Conocer la opinión de los trabajadores acerca del transporte de los bultos de azúcar
¿Considera que debería haber mejoras en la línea de producción? En caso afirmativo, qué clases de mejoras consideraría usted que deberían aplicarse	Conocer la opinión de los trabajadores frente a la implementación de nuevas tecnologías en la línea de producción

A seguir, se muestra el formato con el que se aplicó la encuesta a la población considerada anteriormente:

Pregunta 1

¿Considera que la forma como se elaboran los bultos de azúcar actual es el adecuado?

Si

No

N. C.

Pregunta 2

¿Cómo considera que sería la mejor forma de realizar la elaboración de los bultos de azúcar?

Pregunta 3

¿Considera que el transporte de los bultos de azúcar actual es el adecuado?

Si

No

N. C.

Pregunta 4

¿Cómo considera que sería la mejor forma de realizar el transporte de los bultos de azúcar?

Pregunta 5

¿Considera que debería haber mejoras en la línea de producción?

Si

No

N. C.

En caso afirmativo que clases de mejoras consideraría usted que deberían aplicarse

3.3.4.- Procesamiento de los datos.

En esta sección se procedió a concentrar, cuantificar y expresar los resultados de la encuesta antes descrita, se realizó un gráfico y un comentario escrito para cada pregunta, de manera tal que se expresó de varias formas para su mejor comprensión, logrando así un mejor entendimiento de los resultados con el fin de realizar su posterior análisis e interpretación.

Para la parte gráfica se utilizó un gráfico de círculo, expresando así los porcentajes de las respuestas obtenidas en cada pregunta de la encuesta con su respectivo comentario escrito, describiendo así la figura correspondiente a la pregunta y los porcentajes de las respuestas obtenidas en la respuesta comentada.

3.3.5.- Análisis de los datos.

A continuación se presenta los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los trabajadores involucrados en la línea de producción; este método de recolección de datos fue aplicado a 14 personas, luego de su jornada de trabajo.

Pregunta 1

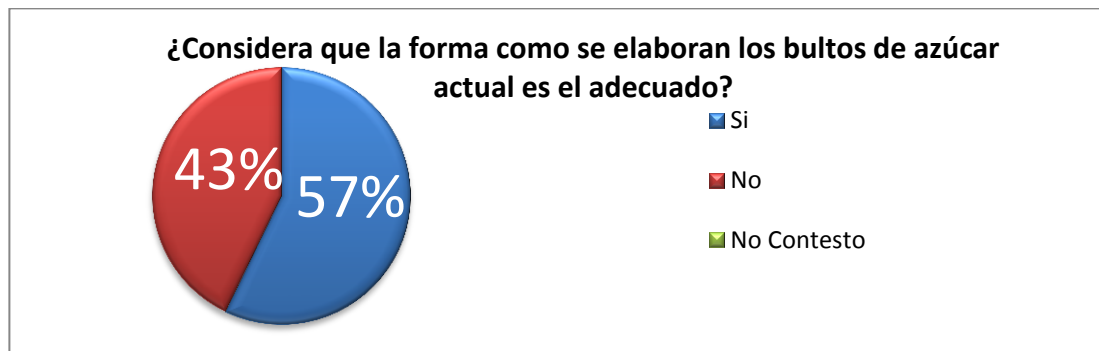


Fig. 16 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 1

En la pregunta número 1, cuyo objetivo fue estudiar la opinión de los trabajadores respecto a consideraban adecuada o no, la forma en que se elaboran los bultos de azúcar. En la figura 16 se observa que del 100% de los trabajadores encuestados, el

57% considera que la forma como se elaboran los bultos de azúcar es el adecuado, mientras que el 43% considera que es errónea.

Pregunta 2

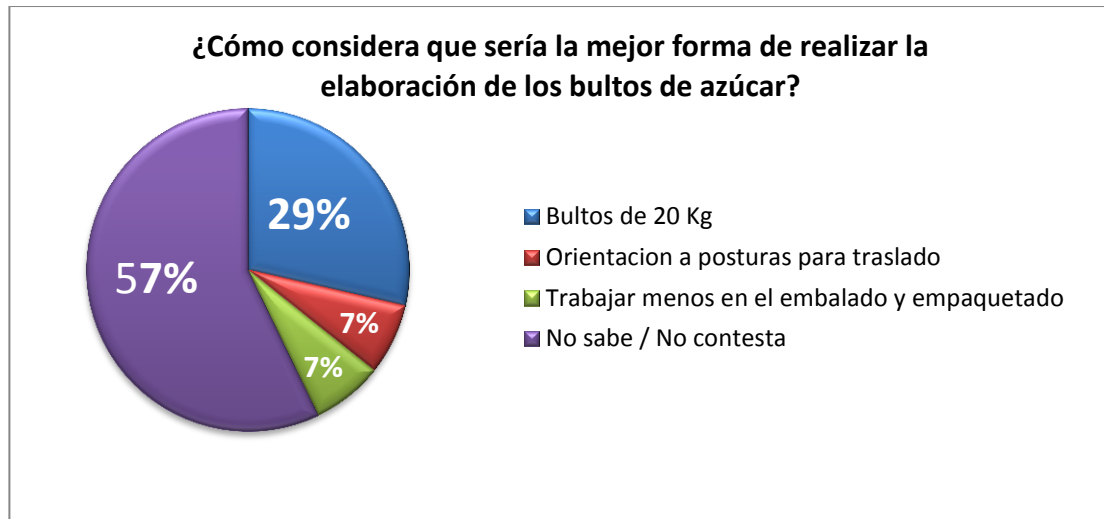


Fig. 17 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 2

En la pregunta 2, se buscó la opinión de los trabajadores con respecto a cómo sería la mejor forma de realizar los bultos de azúcar. En la figura 17 se observa que del 100% de la población encuestada; 29% consideraron que el bulto de azúcar debería ser conformado con un peso de 20 kg, el 7% consideró que se debía trabajar menos en el embalado y el empaquetado de los bultos, otro 7% comentó que se debía orientar mejor los bultos para poder trasladar mejor los fardos y, 57% restante no expresó opinión al respecto.

Pregunta 3

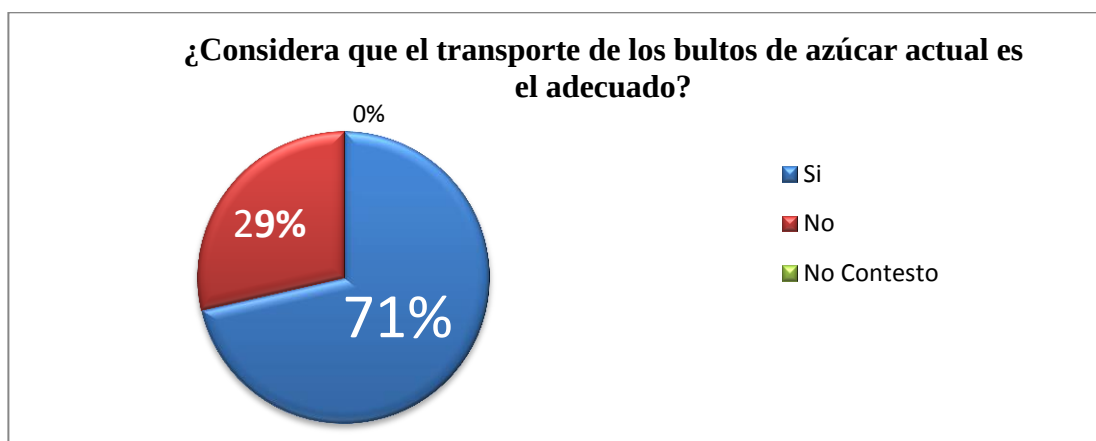


Fig. 18 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 3

El objetivo de la pregunta 3 radicó en conocer la opinión de los trabajadores sobre si consideraban adecuado el medio de transporte de los bultos de azúcar. En la figura 18 se observa que del 100% de la población encuestada, 71% del público encuestado consideró que el transporte de los bultos de azúcar es el adecuado, mientras que el 29% consideró que no es el más idóneo para poder trasladar los bultos en todas sus facetas.

Pregunta 4

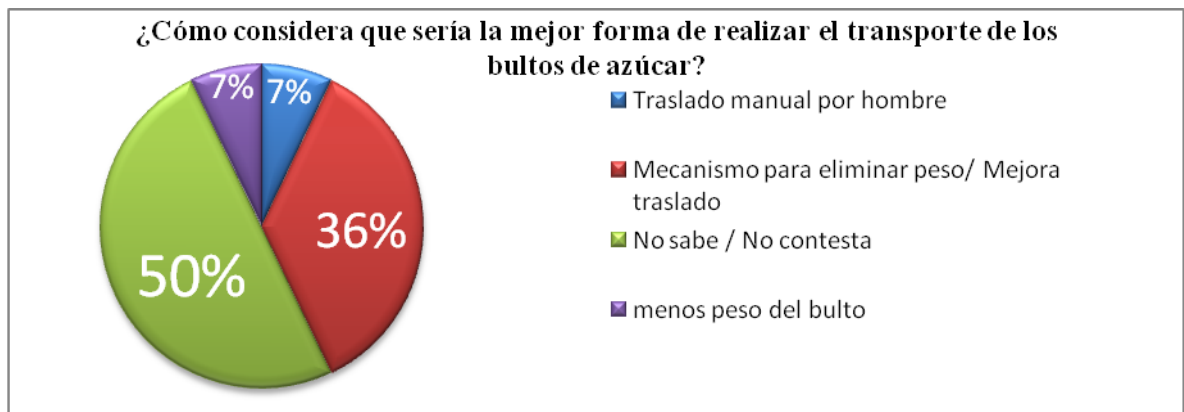


Fig. 19 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 4

En la figura 19 se representan los resultados de la pregunta de opinión ¿Cómo considera que sería la mejor forma de realizar el transporte de los bultos de azúcar?. Obteniendo del 100% de los trabajadores encuestados, los siguientes comentarios y consideraciones con la siguiente ponderación: el 36% considera que se debe colocar un mecanismo para alivianar el peso de los bultos y mejorar el traslado de los mismos. 7% considera que el traslado de los bultos se realice por personal masculino, otro 7% considera que el bulto tenga menor peso y el restante 50% no emitió comentario alguno.

Pregunta 5 Sección 5.1

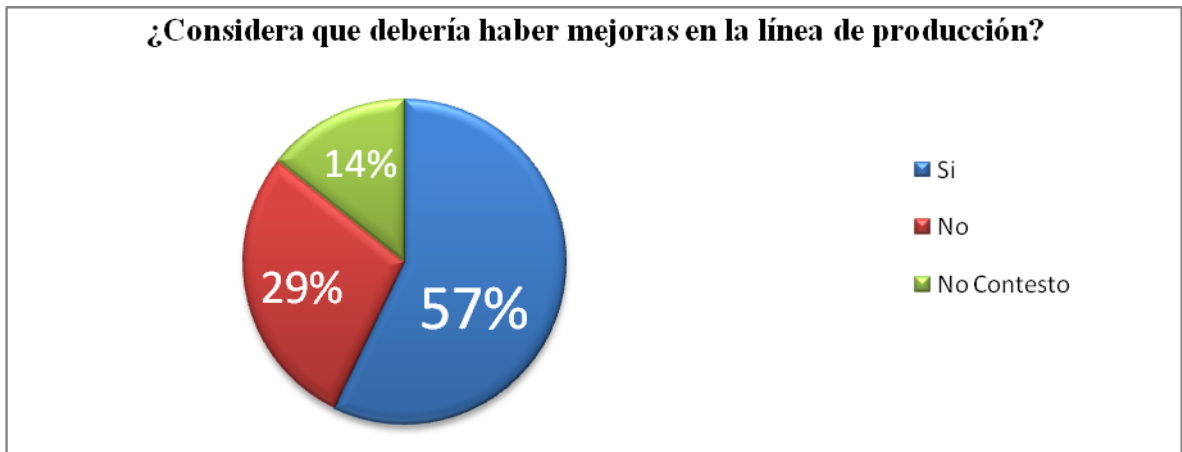


Fig. 20 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 5 sección 5.1

El objetivo de la pregunta 5, sección 5.1, se fundamentó en conocer la opinión de los trabajadores frente a la consideración de implementar mejoras en la línea de producción. En la figura 20 se observa que de un 100% de los trabajadores encuestados, el 57% comenta que se debe hacer mejoras en la línea de producción, el 29% afirma que la línea de producción está en condiciones aptas para el trabajo, y el 14% no contestaron la pregunta o no tienen opinión al respecto.

Pregunta 5 Sección 5.2

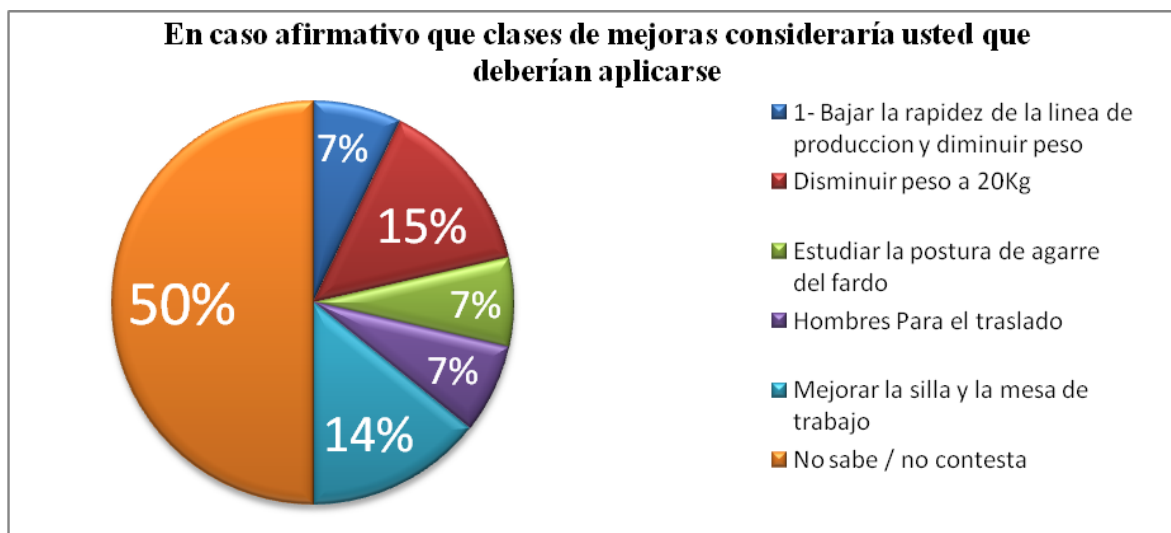


Fig. 21 Representación gráfica del resultado de la pregunta número 5 sección 5.2

En la figura 21, correspondiente a la pregunta 5, sección 5.2, se observa que de un 100% de los trabajadores encuestados; el 15% sugirió que los bultos de azúcar deberían pesar 20 kg, 14% dice que la mesa de trabajo donde se conforman los fardos y las sillas que usa el personal deben ser mejoradas para poder realizar un mejor conformado de los bultos, 7% considera que el traslado de los fardos sea realizado por personal masculino, 7% opina que se debería realizar un estudio de postura para sujetar el bulto de azúcar, el restante 50% no dió comentario alguno.

3.4.- ENTREVISTAS

Metodología

La búsqueda de personas a entrevistar se enfocó en aquellas personas que cumplieran con los siguientes requisitos:

- Experiencia con respecto a la construcción de la línea de producción actual.
- Experiencia en el área de diseño de ingeniería
- La situación actual y objetivos que se quieren lograr en el futuro en la línea de producción estudiada.

La población a estudiar en esta entrevista se redujo a dos personajes claves dentro de la empresa Inversiones Arcevi, C.A.

- Alí Hernández
- Armando Gómez

El primer entrevistado fue el Sr. Alí Hernández, quien se desempeña como técnico de todas las líneas de producción en Inversiones Arcevi, C.A. El Sr Alí Hernández fue quien diseñó y construyó los dispositivos actuales que se utilizan para el área de enfardado, traslado, y paletizado en la línea de empaquetamiento de azúcar. El segundo entrevistado fue el Ingeniero Armando Gómez, quien es propietario y presidente la empresa Inversiones Arcevi, C.A.

Ambas entrevistas se hicieron de forma libre, empleando preguntas abiertas, con el objetivo de conocer las impresiones de los entrevistados sobre la problemática de la empresa.

Entrevistado:	Fecha: 13/11/2012	Duración: 1 Hora
Sr. Alí Hernández	Lugar: Inversiones Arcevi	
Cargo que desempeña: Jefe de Producción y Mantenimiento----		

La entrevista se realizó de forma libre en los galpones de mantenimiento de Inversiones Arcevi C. A., localizadas en Cagua, Estado Aragua. El entrevistado desempeña la labor de Jefe de Producción y Mantenimiento de la empresa, conoce y está vinculado de forma directa con el proceso y los equipos utilizados en la línea de producción, los cuales están relacionados directamente con la presente investigación.

Dicha entrevista comenzó con una breve introducción y descripción del proceso de producción de la planta, lo cual permitió conocer y madurar el aprendizaje sobre las etapas del proceso y sus sub procesos.

Luego se procedió a comentar sobre los parámetros generales utilizados en la línea de producción, para definir los posibles dispositivos que se pudieran implementar en el mejoramiento de la línea de producción.

Acto seguido el Sr. Hernández, presentó y explicó algunas ideas para el llenado del fardo, el primero de sus aportes consistió en una mesa giratoria para realizar el llenado manual de los fardos y cintas transportadoras para llevar los fardos sellados a la paleta.

Posteriormente expresó una visión generalizada del proceso de mejora, que abarcó la inclusión y combinación de varios mecanismos para la fabricación de los fardos de azúcar. Esta solución consiste en varias etapas que describió de la siguiente manera:

Un carrusel (mesa giratoria) con un dispositivo automático de control de calidad que revisa los paquetes de 1 kg aceptándolos o rechazándolos; otro dispositivo seguido al anterior, que realice el proceso de enfardado (colocación de los paquetes en los fardos) luego de realizado el fardo, se procede al sellado del mismo con unas resistencias eléctricas dispuestas en el carrusel, después de este sub proceso, por acción de la gravedad y sincronización del carrusel, cae el fardo en una cinta

transportadora que lo lleva a una plataforma elevadora, en la cual se coloca en un dispositivo automático que los acomoda en la paleta. El Sr. Hernández acotó que la colocación de la bolsa de plástico en el carrusel se realiza de forma manual.

Entrevistado:	Fecha: 25/10/2012	Duración: 1 Hora
Ing. Armando Gómez	Lugar: Oficina de Inversiones Arcevi	
Cargo que desempeña: Presidente		

La entrevista se realizó de forma libre en las oficinas de Inversiones Arcevi C.A localizadas en Cagua, Estado Aragua. El entrevistado se desempeña como Presidente de la empresa y conoce de forma directa los equipos y procesos que se relacionan con la presente investigación. Enfatizó la necesidad de mejora continua, asociada al incremento de la producción de la planta y la optimización de las competencias del personal involucrado.

El entrevistado en cuestión señaló como etapas vulnerables dentro del proceso, la fase de enfardado y paletizado. Debido al esfuerzo físico cíclico involucrado en el desarrollo y ejecución de las actividades diarias del personal encargado de estas fases. Adicionalmente, el entrevistado acotó la posibilidad de automatizar el proceso de enfardado de los bultos de 20 y 24 kilogramos con una máquina enfardadora, ya que el proceso se realiza actualmente de forma manual y ocupa aproximadamente entre dos y tres personas diariamente.

Aporte de ideas del entrevistado: Una vez sellado el bulto de 20 o 24 kilogramos, el mismo podría reposar en un banco o mesón móvil que acercara el bulto al área de paletizado. Posteriormente expresó la necesidad de que el personal involucrado en las etapas de enfardado y paletizado no tenga que elevar los fardos. Sugirió incluso un sistema de rieles o rodillos, que transporte los paquetes de un kilo y los bultos en todo el proceso de enfardado.

Luego en la etapa de paletizado expresó la posibilidad de un mecanismo que sea capaz de levantar los bultos para colocarlos en la paleta. El mecanismo de paletizado

tendrá que ser capaz de colocar los bultos a diferentes alturas, ya que a medida que se va llenando la paleta, va incrementando el número de filas de bultos.

3.5.- CONOCIMIENTO Y ANALISIS DEL PROBLEMA

Para comprender y estudiar la problemática existente en la línea de producción de la empresa Inversiones Arcevi C.A., se llevó a cabo una jornada especial durante un día de experiencia laboral en las instalaciones de la planta, donde fue posible ejecutar todas y cada una de las actividades diarias del personal de la línea de producción. La participación en las etapas de llenado, sellado y paletizado de fardos, permitió reproducir las condiciones laborales, específicamente el esfuerzo físico de los trabajadores, ahondando así en la problemática laboral a través de la experiencia vivencial. Adicionalmente, interactuar directamente con los principales afectados generó un ambiente de cordialidad y confianza con comunicación directa y efectiva entre la esencia de la presente investigación y sus investigadores. A través de esta conexión se maximizó las sesiones, generándose en esta etapa ideas con discernimiento de la problemática direccionadas a la satisfacción personal con conocimiento de causa – efecto.

Así se combina para un mejor entendimiento de la problemática existente en la empresa, el análisis y procesamiento de la encuesta realizada y el resumen de las ideas generadas tanto en la encuesta como en la entrevista, realizadas anteriormente.



Transporte de bultos de 1 kg desde la salida de la máquina automática a la mesa de enfardado.



Etapa de enfardado

Fig. 22 Serie Fotográfica 1; Proceso productivo Industrias Arcevi, C.A (juego de roles)



Traslado de los fardos a la etapa de sellado



Sellado de los fardos

Fig. 23 Serie Fotográfica 2; Proceso productivo Industrias Arcevi, C.A (juego de roles)



Traslado de los fardos a la paleta



Llenado y organización de la paleta

Fig. 24 Serie Fotográfica 3; Proceso productivo Industrias Arcevi, C.A (juego de roles)

3.5.1.- Información recabada durante la encuesta realizada en Inversiones Arcevi, C.A

El procesamiento y análisis de la encuesta realizada en Inversiones Arcevi, C.A, arrojó la siguiente información:

Para la elaboración del bulto las ideas fueron:

- Realizar bultos cuyo peso sea de 20 kg.
- Tener menos tiempo de trabajo en el empaquetado y embalado de los bultos.
- Mejor posición de los trabajadores para elaborar el fardo.

Para el transporte de los bultos las ideas fueron:

- Disminuir el peso del bulto.
- Elaborar un equipo que mejore el traslado del bulto.
- Realizar un equipo que ayude a soportar el peso de los fardos.

- Traslado de los bultos por parte de personal masculino.

Para la línea de producción las ideas fueron:

- Mejorar los implementos de trabajo (sillas y mesas).
- Disminuir el peso de los fardos.
- Mejorar la postura de los trabajadores para sostener y transportar los bultos.
- Disminuir la rapidez de la línea de producción.
- Utilizar personal masculino en todas las fases de transporte de los bultos.

Hay que destacar que las ideas provinieron mayoritariamente del personal femenino encuestado; se puede acotar que la disminución del peso de los bultos de azúcar es una idea que es repetida a lo largo de toda la encuesta, lo que nos confirma que existe una problemática para realizar los traslados de los bultos de azúcar. Otro aspecto a relucir es la forma de sujeción de los bultos para su transporte y la postura que adquieren los trabajadores para realizar esta acción de transporte.

3.5.2.-Información obtenida en las entrevistas realizadas en Inversiones Arcevi, C.A.

Organizando las ideas obtenidas en las entrevistas realizadas se obtuvo lo siguiente:

Por parte del Sr. Alí Hernández, se recomendó el uso de una mesa giratoria para el traslado de los paquetes de 1 kg si el enfardado se hace manual, y un carrusel con contador automático de paquetes de 1 kg para la realización del bulto de azúcar junto con un sellador por resistencia eléctrica para el fardo y una cinta transportadora con una plataforma elevada con un dispositivo automático para colocar los bultos en la paleta.

El Ing. Gómez recomendó el uso de unos canales con rodillos para el traslado del fardo sin sellar a todas las etapas de la línea de producción y un mesón móvil para el

traslado del bulto sellado a la paleta; recalcó la necesidad de reducir el esfuerzo físico de los trabajadores para el bienestar de toda la empresa.

3.5.3.-Información Adicional sobre el proceso productivo de Inversiones Arcevi, C.A.

- Tiempo de fabricación de un fardo.

Según la experiencia e información aportada por los trabajadores se determinó que un fardo de 20 o 24 kg es realizado en 15 segundos aproximadamente.

- Tiempos de traslado

Para comentar sobre el tiempo en que se toma el traslado de todos los procesos en la línea de producción se conversó con los trabajadores y se tomó el tiempo en planta. Los tiempos aproximados de cada una de las fases del proceso se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 2 Tiempo de procesos en la línea de producción

traslado del paquete al enfardado	entre 5 a 10 segundos
armado del fardo	15 a 20 segundos
traslado del bulto a la zona de sellado	entre 5 a 10 segundos
sellado del fardo	10 a 20 segundos
traslado del bulto a la paleta	entre 10 a 15 segundos

Resultando en total de entre 45 segundos a 1 minuto la realización de todo el proceso.

- Paquetes por minuto

Argumentado por los mismos trabajadores, las máquinas realizadoras de paquete de 1 kg, fabrican paquetes a razón de 45 paquetes por minuto en promedio.

- Número de paletas por hora

Gracias a los comentarios realizados por medio de los trabajadores de la línea de producción, en la planta, se realiza normalmente 2 paletas llenas en una hora, en una línea de producción.

CAPÍTULO IV

FASE DE TRANSFERENCIA

4.1.- INTRODUCCIÓN

En esta fase se encuentra la metodología con la cual fueron generadas las ideas para la generación de las posibles soluciones de la problemática planteada por la empresa; se muestran también las ideas obtenidas en la metodología de generación de ideas y una breve explicación de las mismas, para su mejor entendimiento y funcionamiento, para poder realizar la depuración y combinación de las ideas generadas, las cuales se realizará en la siguiente fase que se denomina Fase de Convergencia.

4.2.- GENERACIÓN DE IDEAS

4.2.1.- Técnica de generación de ideas

Para esta sección se presentan las ideas obtenidas para esta investigación mediante una técnica empleada llamada Sinéctica. El enfoque sinéctico de generación de ideas es un tanto similar a la tormenta de ideas, la que se basa en un esfuerzo grupal para sugerir posibles soluciones a un problema dado. Sin embargo, difiere en que el moderador tiene un rol dominante durante la sesión de generación de ideas.

Se realizaron 5 sesiones de generación de ideas, descritas a continuación:

El 01-02-2013, en una sesión programada, se obtuvieron 19 ideas, los participantes en este caso fueron Marco Aguilar, Emiro Aguilar, Angel Arevalo y Beatriz Blanco.

El 03-02-2013, en una reunión social, se recibieron otras 13 ideas, los participantes fueron Marco Aguilar, Angel Arevalo, Pedro Aguilar y Marielys Lugo.

El 06-02-2013, mediante una reunión, se obtuvieron 21 ideas; los participantes fueron Emmanuel Carrillo y Dalitza Pérez.

El 10-02-2013, en una reunión social, se recibieron 10 ideas; los participantes fueron Emmanuel Carrillo, Dalitza Pérez y Nancy González de Carrillo.

El 11-02-2013, en una reunión casual, se generaron 12 ideas; los participantes fueron Emmanuel Carrillo, Oswaldo Carrillo, Dalitza Pérez y Nancy González de Carrillo.

4.2.2.- Ideas generadas

Las ideas generadas fueron las siguientes:

1. Puente grúa
2. Sistema de elevación manual con polea y cadenas(Señorita)
3. Superman
4. Cohete
5. Carretilla
6. Encomendar a Dios
7. Brazo mecánico
8. Ventosa
9. Lanzamiento de sacos
10. Máquina tele-transportadora
11. Tubos de vacío
12. Robotina
13. Burro, chivo, elefante
14. Mono
15. Morral
16. Charlie y la Fábrica de chocolate (TV)
17. En avión
18. En barco
19. En carro a control remoto
20. Carrito de supermercado
21. En carro

22. Cargadas de 5 en 5
23. En bolsas arrastradas
24. Mesa con ruedas
25. Un montacargas
26. Amarradas con mecate y arrastradas por el piso
27. En una bicicleta con cesta
28. Montárselas en la cabeza
29. En un carrito de helados
30. Cadenas aéreas
31. En carrucha o zorra
32. En una plataforma con ruedas
33. Banda transportadora
34. Mesa con rodillos
35. En una camilla de hospital
36. En el lomo
37. En un coche de bebé
38. Con una catapulta
39. Usando un rodete de una turbina pelton
40. Con unos zamuros
41. Encoger los paquetes y sacos y agradarlos en la paleta
42. Un ascensor horizontal
43. Una combinación de correa y rodillos transportadores, tipo aeropuerto.
44. Una mesa inclinada donde al final esté la bolsa grande de 24kg.
45. Una bandeja con polea.
46. Dos canaletas inclinadas, una que caiga donde se empaqueta el bulto de 24kg.
y otra el de 20kg.
47. Una pinza tipo las maquinitas que agarran peluches en los parques de diversiones.
48. En moto.
49. Colocar más personal entre uno y otro paso.

50. Cambiar la bolsa por cajas con un contador de 20kg. o 24kg., una vez que esta se haya llenado que alguien la esté esperando para cambiarla.
51. Paletizado manual, pero con cajas.
52. Que la paleta sea móvil horizontal.
53. Que la paleta sea móvil vertical.
54. Un brazo hidráulico.
55. Un brazo gitano.
56. Contratar fisicoculturistas.
57. Un brazo tipo araña anclado al piso.
58. Un brazo con chupón anclado al piso.
59. Una mesa con rueditas y dos bracitos.
60. Una mesa giratoria y con paletizado manual.
61. Un mini camión de volteo a batería.
62. Un brazo de succión anclado al techo.
63. Sistema de elevación manual con polea y cadenas (Señorita) con bandeja.
64. Una rampa inclinada que coloque el bulto en su posición en la paleta, y que a su vez sea móvil. Y que esos bultos sean colocados al inicio de la rampa con un ascensor.
65. Una grúa.
66. Escaleras mecánicas.

4.2.3.- Descripción de las ideas

- 1.- Se monta un puente grúa en el techo del galpón y con él se cargan los fardos de azúcar se mueven al sitio de sellado y al sitio de la paleta.
- 2.- Se utiliza este dispositivo para cargar y elevar los paquetes de 1 kg y los fardos. Se mueve la señorita con los paquetes para formar los fardos y con otra señorita se mueven los fardos para ser sellados y en esa señorita se mueven los paquetes sellados a la paleta.

- 3.- Utilizar a Superman en todas las fases del proceso, en el traslado de los paquetes de 1 kg use el soplido súper fuerte para llevarlos a la fase de armado del fardo, use su súper fuerza para levantar y mover los fardos conformados, con su rayo infrarrojo selle los fardos conformados y mueva los fardos a la paleta.
- 4.- Se colocan los paquetes de 1kg en un cohete y se propulsan hacia el sitio de conformado, se realizan los fardos y se sellan, y se colocan en otro cohete para lanzarlos a la paleta.
- 5.- Se montan los paquetes de 1kg en una carretilla y se llevan a armar los fardos, luego se colocan los bultos listos en la carretilla, se llevan a sellar y por último se voltean en la paleta.
- 6.- Se le reza a Dios Nuestro Señor todo poderoso y Él hace todo el trabajo, traslada los paquetes de 1 kg, arma los fardos, los sella y los coloca en la paleta.
- 7.- Se cargan los paquetes de 1kg de 5 en 5 con un brazo con una garra y se llevan a la estación de enfardado, se forman los fardos y se sellan en el mismo sitio, y con otro brazo se cargan los sacos ya sellados a la paleta.
- 8.- Con una ventosa movible, se sujetan los paquetes de 1kg y se les traslada a la zona de formación de los fardos, con otra ventosa de mayor capacidad se trasladan los sacos ya sellados a la paleta, los fardos se sellan en el mismo lugar que se forman.
- 9.- Se contratan a varios lanzadores profesionales de sacos para que lancen los paquetes de 1kg y los fardos ya sellados directo a la paleta, se sellan los fardos en el mismo sitio de la formación de los fardos.
- 10.- Se utiliza una máquina que transporte los paquetes necesarios para conformar el fardo (20 kg o 24 kg), directo a la estación de enfardado, se hace el fardo y se sella, y con otro tele transportador se manda directo a la paleta.
- 11.- Se utilizan tubos de succión (como los del correo antiguo), para trasladar los paquetes de 1kg a la zona de conformado de los fardos, se arman los fardos y se sellan, y con otro tubo se mandan directo a la paleta.

12.- Se usan a varias Robotinas (la robot de los supersónicos) para que trasladen los paquetes de 1kg a la zona de enfardado, armen y sellen los fardos y los coloquen en la paleta.

13.- Utilizar a burros, chivos y elefantes para las diferentes fases de traslado de la línea de producción.

14.- Utilizar a monos para todas las fases de la línea de producción, el traslado de los paquetes de 1kg, el conformado y sellado de los fardos, el traslado de los fardos a la paleta y la colocación de los mismos en la paleta.

15.- Colocarle morrales en la espalda a los trabajadores para que muevan los paquetes de 1 kg a la zona de enfardado, otro morral en la parte del pecho para colocar los fardos no sellados y llevarlos a sellar, y después de sellados llevarlos a la paleta en el mismo morral de pecho.

16.- Utilizar un dispositivo cinematográfico (una cámara de televisión) que capturara los paquetes de 1 kg, y los mandara a una televisión donde se recogen y conformar los fardos, sellarlos y con otro dispositivo similar trasladar los fardos a otro televisor ubicado encima de la paleta.

17.- Utilizar aviones para los diferentes traslados entre cada fase del proceso, el traslado de los paquetes y los fardos, tanto los sin sellar como los sellados.

18.- Utilizar barcos para los traslados de los paquetes y los fardos sin sellar y sellados.

19.- Utilizar un carro a control remoto con una mesa para el traslado de los paquetes de 1 kg y otro con una bandeja metálica para el traslado de los fardos a la zona de sellado y a la paleta.

20.- Utilizar carro de supermercado modificados para el traslado de los paquetes de 1kg, los fardos sin sellar a la zona de sellado y los fardos sellados a la paleta.

21.- Usar carros para los diferentes traslados realizados en todas las fases de la línea de producción.

- 22.- Hacer traslados de los paquetes de 1kg de 5 paquetes a la vez y los traslados de los fardos ya sellados de 5 fardos a la vez.
- 23.- Colocar los paquetes en unas bolsas tipo de basura y arrastrarlos por el suelo hasta el lugar del armado de los bultos y luego con otras bolsas más resistentes se llevan los fardos ya sellados a la paleta.
- 24.- Usar varias mesas con ruedas, 1 para trasladar los paquetes de 1kg y otra para mover los fardos sin sellar y otra para mover los fardos sellados a la paleta.
- 25.- Usar varios montacargas de varias capacidades, uno de pequeña capacidad para mover los paquetes de 1 kg, otro con mayor capacidad para mover los fardos sin sellar a la estación de sellado y otro para llevar los fardos sellados a la paleta.
- 26.- Amarrar los paquetes con un mecate y arrastrarlos hasta la estación de formación de los fardos, otro mecate para amarrar y arrastrar los fardos sin sellar a la estación de sellado y, otro mecate para arrastrar los fardos ya sellados a la paleta.
- 27.- Utilizar bicicletas con unas cestas en su parte delantera para realizar todos los traslados en la línea de producción.
- 28.- Colocarse los fardos sobre la cabeza y transportarlos desde la etapa de sellado hasta la paleta.
- 29.-Introducir los fardos en un carrito de helados y trasladarlos hasta la paleta.
- 30.-Colocar cadenas aéreas en la planta que permita transportar los fardos a lo largo de la empresa hasta posicionarlos sobre la paleta.
- 31.-Colocar los fardos en carrucha o zorra y trasladarlos hasta la paleta.
- 32.-En una plataforma con ruedas transportar los fardos hasta la paleta.
- 33.-Banda transportadora que permitan trasladar los paquetes de 1 kg hasta la fase de sellado de los bultos, y otra banda transportadora para mover los bultos a la paleta, tanto los de 20 kg como los de 24 kg.

- 34.-Emplear una mesa con rodillos que facilite la manipulación y traslado de los bultos de 1 kg.
- 35.-Colocar los fardos en una camilla de hospital y trasladarlos hasta la paleta.
- 36.-Colocar los bultos de 24 kg sobre el lomo de los trabajadores y trasladarlos a la paleta.
- 37.-Colocar las bolsas de 1 kg en un coche de bebé trasladarlos hasta la fase de sellado y posteriormente transportar el fardo hasta la paleta.
- 38.-Colocar los paquetes de 1 kg en una catapulta que los impulse hasta la etapa de sellado y otra catapulta para llevar los bultos de 20 kg y 24 kg a la paleta.
- 39.-Usar un rodete de una turbina pelton para transportar las bolsas de 1 kg hasta la etapa de llenado del fardo.
- 40.-Las bolsas de 1 kg son transportados desde el final de la cinta transportadora de la maquina por zamuros.
- 41.-Los paquetes de 1 kg son encogidos y transportados hasta el fardo, una vez lleno el fardo es encogido y posteriormente agrandado en la paleta.
- 42.-Transportar los fardos a través de la empresa empleando un ascensor horizontal hasta la paleta.
- 43.- Se utilizaría unos rodillos mecánicos como los encontrados en los aeropuertos para transportar los sacos de 1 kg hasta la zona donde se empaquetan en bultos y luego una correa transportadora para llevarlos a la zona del paletizado.
- 44.- Colocar una mesa con inclinación suficiente para que deslicen los sacos de 1 kg hasta el final de la mesa donde se colocaría una bolsa para que caigan los sacos dentro de la bolsa de 24 kg.
- 45.- Se utilizaría una bandeja con un sistema de poleas donde se colocarían los sacos y los bultos para su traslado.

- 46.- Canales inclinados donde se deslicen los sacos de 1 kg desde que son llenados y sellados hasta el empaquetado en bultos. Un canal sería para los bultos de 24 kg y el otro para bultos de 20 kg.
- 47.- Se utilizaría un sistema mecánico con motores, poleas y guayas para maniobrar una pinza que sea capaz de levantar los sacos y los bultos y llevarlos a las todas las áreas del proceso.
- 48.- Recurrir a una moto con un motorizado que mueva los sacos y bultos.
- 49.- El trabajo del traslado, empaquetado y paletizado de los sacos sería más fácil de lograr si existieran más trabajadores, así pudieran turnarse en el esfuerzo físico.
- 50.- Utilizar cajas en vez de bolsas para el empaquetado de 20 kg y 24 kilogramos, de esta forma serían más fácil de maniobrar. Un contador pudiera alertar al trabajador cuando tenga que cambiar la caja llena por una vacía.
- 51.- El paletizado seguiría siendo manual, pero el proceso se haría más fácil porque se utilizarían cajas en vez de sacos.
- 52.- Colocar una base en la paleta que tenga movimiento horizontal, así al momento de colocar los sacos, el movimiento lo haría la paleta y no el trabajador.
- 53.- Colocar una base en la paleta que tenga movimiento vertical, así al momento de apilar los sacos, el movimiento lo haría la paleta y no el trabajador.
- 54.- El movimiento desde el empaquetado de los bultos hasta el paletizado se haría con un brazo hidráulico que sea capaz de levantar los sacos y colocarlos en las paletas.
- 55.- Todo el movimiento necesario de los sacos y bultos se haría con trabajadores gitanos.
- 56.- Todo el movimiento necesario de los sacos y bultos se haría con trabajadores fisicoculturistas.

57.- Un brazo mecánico con una garra con ocho patas que sea capaz de hacer el traslado y paletizado de los bultos. El mismo estaría anclado al piso.

58.- El movimiento desde el empaquetado de los bultos hasta el paletizado se haría con un brazo mecánico que levante los bultos con un sistema de succión. El mismo estaría anclado al piso.

59.- El movimiento de los bultos de 20 kg y 24 kg se haría con una mesa operada por un trabajador. Esta mesa tendrá dos brazos que sean capaces de levantar el bulto y elevarlo o bajarlo para la colocación en la paleta. El movimiento de la mesa con ruedas la haría el trabajador.

60.- El traslado del bulto de azúcar se haría con una mesa giratoria hasta el área del paletizado. El paletizado seguiría siendo manual.

61.- Se utilizaría un camión volteo a escala accionado por baterías.

62.- El movimiento desde el empaquetado de los bultos hasta el paletizado se haría con un brazo mecánico que levante los bultos con un sistema de succión. El mismo estaría anclado al techo.

63.- Se adaptaría una señorita de uso en talleres mecánicos para hacer el levantamiento de los bultos de azúcar.

64.- Una rampa inclinada que coloque el bulto en su posición en la paleta. La rampa debe ser móvil, y además tener un ascensor para la colocación de los bultos en lugares altos del paletizado.

65.- Una grúa mecánica levantaría y colocaría los bultos en la paleta.

66.- Una escalera mecánica levantaría los bultos para la colocación de los mismos en las partes altas del paletizado.

CAPITULO V

FASE DE CONVERGENCIA

5.1.- INTRODUCCIÓN

Se sabe que se debe realizar un proceso de depuración y organización de las ideas obtenidas, mediante los métodos aplicados anteriormente, utilizando diferentes métodos y procesos, tales como la Matriz de Objetivos Ponderados y la Matriz de interacción. Luego de estos procesos de depuración y organización, se procede a la selección de las ideas resultantes para obtener las posibles soluciones a la problemática y, junto con los parámetros inherentes a la situación presentada, se escoge la mejor solución posible, resultando así la solución generalizada a la problemática planteada.

5.2.- FILTRADO INICIAL DE LAS IDEAS GENERADAS

Para el inicio de esta fase se realizó un primer filtrado de las ideas generadas, el mismo consta de una primera depuración considerando la lógica de las ideas presentadas y su existencia en el mundo actual.

Las ideas descartadas fueron:

3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 36, 38, 39, 40, 41, 47, 48, 55, 61, 65 y 66.

Las ideas aprobadas fueron:

2, 4, 7, 8, 15, 19, 20, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63 y 64.

Quedando así el reordenamiento de las ideas expresadas en la tabla 3:

Tabla 3 Reordenamiento de ideas generadas

Ideas	Numeración
Sistema de elevación con polea y cadenas (señorita)	1
Carretilla	2
Brazo mecánico	3
Ventosa	4
Morral	5
En carro a control remoto	6
Carrito de supermercado	7
Mesa con ruedas	8
Un montacargas	9
En un carrito de helados	10
Cadenas aéreas	11
En carrucha o zorra	12
En una plataforma con ruedas	13
Banda transportadoras	14
Mesa con rodillos	15
En una camilla de hospital	16
En un coche de bebé	17
Un ascensor horizontal	18
Combinación de correa transportadora y rodillo	19
Mesa inclinada y al final bolsa de 24kg	20
Bandeja con polea	21
Dos canaletas inclinadas, para 20 y otra para 24kg	22
Colocar más personal entre uno y otro paso	23
Cambiar bolsas por cajas y usar contador	24
Paletizado manual, pero con cajas	25
Paleta con movimiento horizontal	26
Paleta con movimiento vertical	27
Un brazo hidráulico	28
Contratar fisicoculturista	29
Un brazo tipo araña anclado al piso	30
Un brazo con chupón anclado al piso	31
Una mesa con rueditas y 2 brazos	32
Una mesa giratoria con paletizadora manual	33
Un brazo de succión anclado al techo	34
Sistema de elevación con polea y cadenas (señorita) con bandeja	35

5.3.- MATRIZ DE OBJETIVOS PONDERADOS

Con este método se logra seleccionar las ideas generadas en las respectivas sesiones. Las ideas son evaluadas bajo una cantidad de parámetros establecidos mediante un puntaje a cada parámetro.

Parámetros de la Matriz de Objetivos Ponderados:

Para comprender un poco mejor estos parámetros se realizará una breve explicación de los mismos a continuación:

1. **Coste:** Se refiere al costo de implementación de esta solución, costos de materiales y construcción del dispositivo.
2. **Comodidad del personal:** Considera la ergonomía, postura y bienestar del personal.
3. **Entendimiento del personal:** Considera las complicaciones en la maniobrabilidad y facilidad de uso del dispositivo a implementar.
4. **Conservación de los puestos de trabajo:** Contempla la estadía de los trabajadores en la línea de producción.
5. **Estética del dispositivo:** Expresa el acabado final del dispositivo enriqueciendo la belleza del mismo.
6. **Carga de trabajo del personal:** Se refiere a la cantidad de trabajo realizado por el operador en planta con el dispositivo a implementar, tratando de minimizar las competencias adquiridas por el trabajador.
7. **Dimensiones:** considera las dimensiones físicas del dispositivo a ser utilizado, considerando que esté acorde con el espacio físico en planta.
8. **Legal:** El dispositivo a ser implementado debe cumplir con las normativas legales utilizadas en el país.

9. **Energía consumida:** Consiste en la energía que requiere el dispositivo para su accionamiento, en caso tal de que lo requiera, procurando que sea el menor posible.
10. **Insumos y repuestos:** Considera el menor uso de repuestos e insumos requeridos para el funcionamiento del dispositivo.
11. **Mantenimiento:** Se refiere el tiempo requerido para el mantenimiento del dispositivo y la frecuencia en la que se realiza el mismo, procurando que sea lo mínimo posible.
12. **Tiempo de traslado:** Este parámetro está asociado al tiempo que le toma al operador realizar sus actividades, buscando en si mantener o reducir este tiempo invertido por el trabajador.

Para darle puntuación y peso a estos parámetros, se consultó con el personal de la empresa, quienes según sus criterios, produjeron la información expresada en la tabla 4:

(Orden decreciente de los parámetros concebidos por las partes interesadas)

Tabla 4 Puntuación de los parámetros utilizados en la Matriz de Objetivos Ponderados

Con 10 puntos	Coste, Legal, Insumos y Repuestos, y Mantenimiento
Con 9 puntos	Carga de trabajo del personal
Con 8 puntos	Comodidad del personal, Entendimiento del personal y Tiempo de traslado
Con 7 puntos	Energía consumida
Con 3 puntos	Conservación de los puestos de trabajo, Estética del dispositivo y Dimensiones

A continuación en la tabla 5 se presenta la Matriz de Objetivos Ponderados.

Tabla 5 Matriz de Objetivos Ponderados

ideas	Coste	Comodidad del personal	Entendimiento del personal	Conservación de los puestos de trabajos	Estética del dispositivo	Carga de trabajo del personal	dimensiones	legal	energía consumida	insumos y repuestos	mantenimiento	tiempo de traslado	total
	10	8	8	3	3	9	3	10	7	10	10	8	89
1	8	5	5	3	2	9	3	10	7	8	8	4	72
2	8	6	7	3	2	7	2	10	7	9	9	7	77
3	4	6	4	2	2	9	2	10	2	7	7	6	61
4	4	6	4	2	2	9	2	10	2	4	3	6	54
5	8	3	8	3	2	2	3	0	7	9	9	6	60
6	7	7	6	2	2	8	2	10	5	6	6	7	68
7	8	7	7	3	2	8	2	10	6	8	8	7	76
8	8	7	7	3	2	8	2	10	6	8	8	6	75
9	3	7	4	2	2	8	1	10	4	5	5	5	56
10	9	7	7	2	2	7	3	10	7	7	7	6	74
11	3	7	4	2	2	8	2	10	4	5	5	8	60
12	7	7	7	3	2	8	2	10	7	8	8	6	75
13	7	7	7	3	2	8	2	10	7	8	8	7	76
14	5	7	7	2	2	8	2	10	6	7	7	8	71
15	7	7	7	3	2	8	2	10	7	8	8	7	76
16	6	7	7	3	2	8	2	10	7	7	7	6	72
17	8	5	7	3	2	7	3	10	7	9	9	4	74
18	3	6	6	2	2	8	2	10	4	4	4	8	59
19	2	7	6	2	2	8	1	10	2	4	5	8	57
20	9	7	7	3	3	8	1	10	7	8	8	6	77
21	9	4	4	3	1	6	2	10	7	9	9	5	69
22	9	7	7	2	2	8	2	10	7	9	8	7	78
23	2	7	7	3	2	9	2	10	6	9	9	7	73
24	7	8	8	3	3	7	2	10	6	8	9	6	77
25	6	5	7	3	3	6	3	10	6	6	8	7	70
26	6	5	7	3	2	8	1	10	3	4	4	8	61
27	6	5	7	3	2	9	1	10	3	4	4	8	62
28	5	6	7	2	2	8	2	10	4	8	7	7	68
29	4	4	4	0	2	3	1	0	6	7	8	7	46
30	7	6	6	2	2	8	2	10	5	8	7	7	70
31	7	6	6	2	2	8	2	10	5	8	6	7	69
32	8	6	7	3	2	8	2	10	6	9	9	8	78
33	8	6	8	2	3	8	1	10	6	9	8	8	77
34	6	7	7	2	2	9	3	10	6	7	7	7	73
35	7	7	7	2	1	6	3	10	6	8	8	6	71

Las ideas quedaron evaluadas de la siguiente manera:

Ideas ganadoras ubicadas en la columna total de la tabla 2, con color Verde.

Ideas posibles ubicadas en la columna total de la tabla 2, con color Amarillo.

Ideas no posibles ubicadas en la columna total de la tabla 2, con color Rojo.

Los números de las ideas ganadoras se muestran a continuación:

1, 2, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 32, 33 y 35.

Las ideas posibles fueron las siguientes:

3, 4, 5, 6, 9, 11, 18, 19, 21, 25, 26, 27, 28, 30, 31 y 34.

Las Ideas no posibles fueron las siguientes:

29.

Luego de procesar las ideas generadas con los parámetros obtenidos y descritos anteriormente, se obtuvo que de un universo de 35 ideas se transformó a uno de 20 ideas, sin perder información durante el proceso.

5.4.- MATRIZ DE INTERACCIÓN

Luego de procesar las ideas generadas en las sesiones evaluadas conforme a los parámetros obtenidos y a la ponderación establecida por el personal de la empresa, se empleó un nuevo proceso de purificación de ideas llamado Matriz de Interacción, cuyo objetivo radicó en establecer conexiones entre todas las ideas del proceso.

Se evaluaron 20 ideas provenientes de la aplicación de la Matriz de Objetivos Ponderados anteriormente descrita, y conforme a los parámetros establecidos por el personal de Inversiones Arcevi, C.A.

Las ideas constitutivas de la matriz de interacción son consideradas en esta fase como “elementos” y se estableció la existencia o inexistencia de conexiones entre cada par de elementos, como la combinación entre forma de aplicación del movimiento (manual, mecánico), y la dirección del movimiento de transporte que genera la idea. Ponderándose la relación que guardan de la siguiente manera:

- 0 Ninguna relación.
- 1 relación baja.
- 2 relación alta.

Las ideas ganadoras se posicionaron en un formato que facilitará establecer la interacción entre un mismo elemento, así como también entre un elemento y otro, este formato está expuesto en la tabla 10. Las ideas ganadoras utilizadas en la Matriz de Interacción se presenta gráficamente en las tablas de la 6 a la 9.

Tabla 6 Dibujos de ideas ganadoras 1

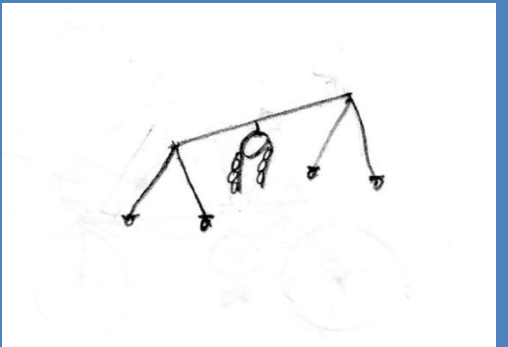
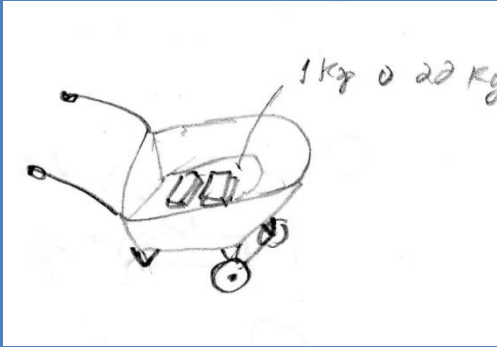
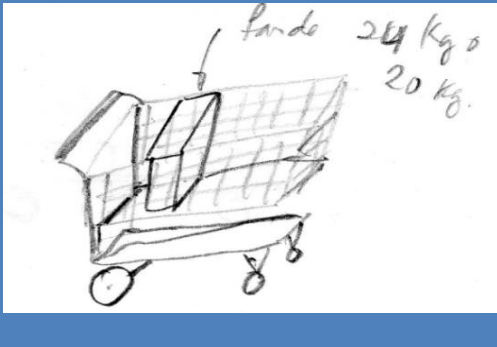
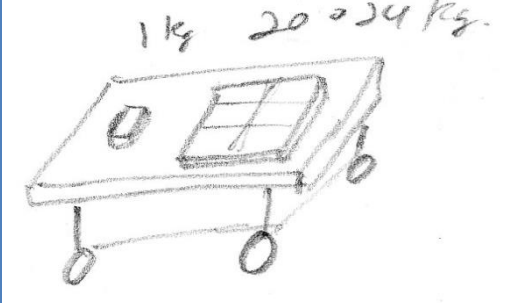
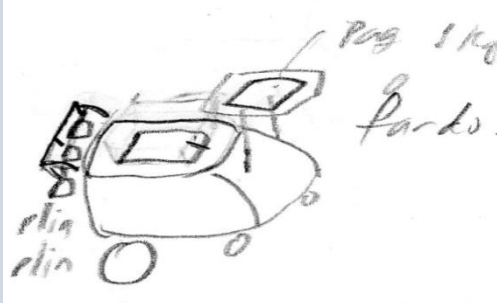
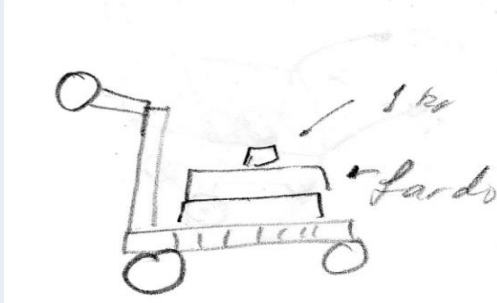
		
1 Sistema de elevación con polea y cadenas (señorita)	2 Carretilla	3 Carrito de supermercado
		
4 Mesa con ruedas	5 En un carrito de helados	6 En carrucha o zorra

Tabla 7 Dibujos de ideas ganadoras 2

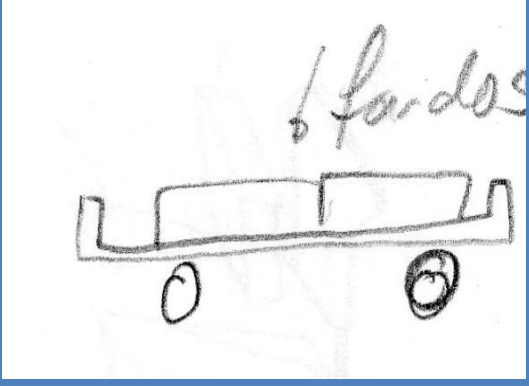
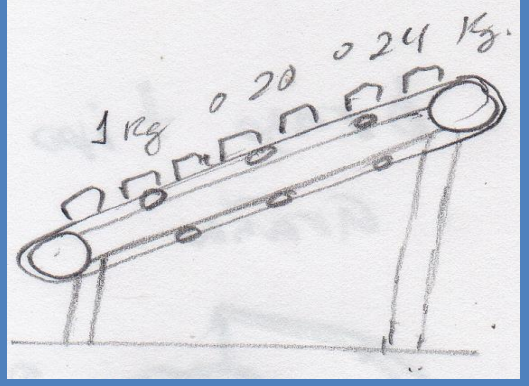
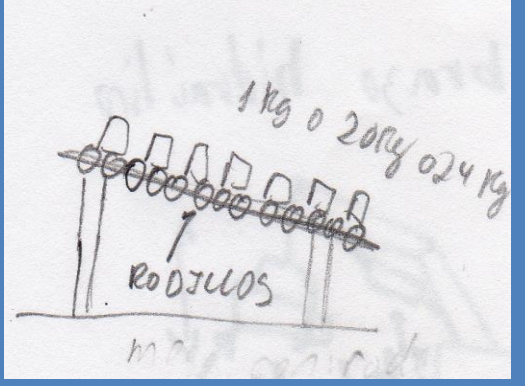
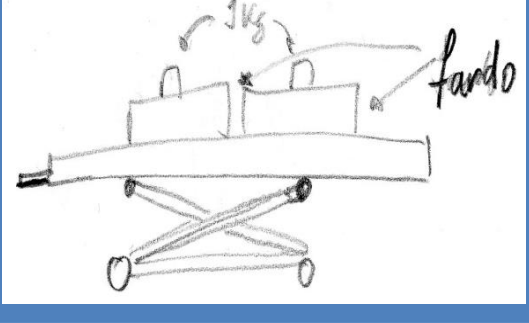
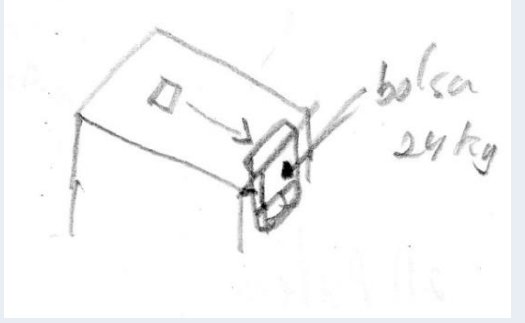
		
7 En una plataforma con ruedas	8 Banda transportadora	9 Mesa con rodillos
		
10 En una camilla de hospital	11 En un coche de bebé	12 Mesa inclinada y al final bolsa de 24kg

Tabla 8 Dibujos de ideas ganadoras 3

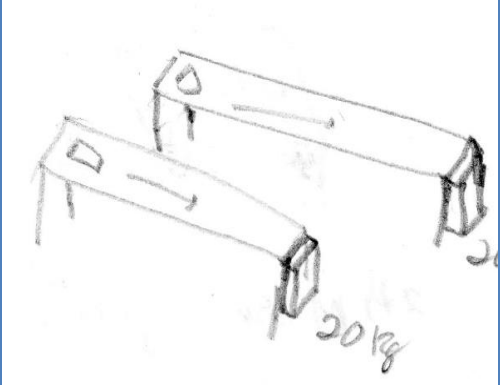
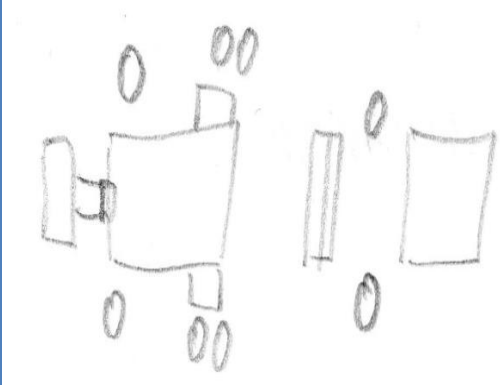
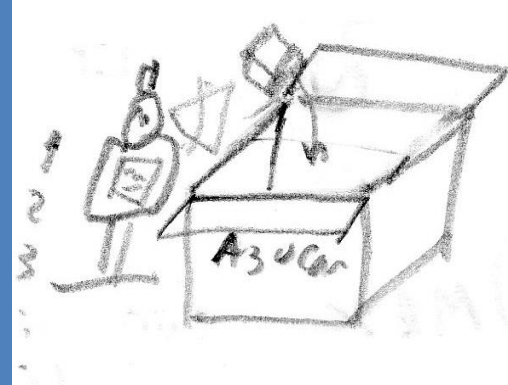
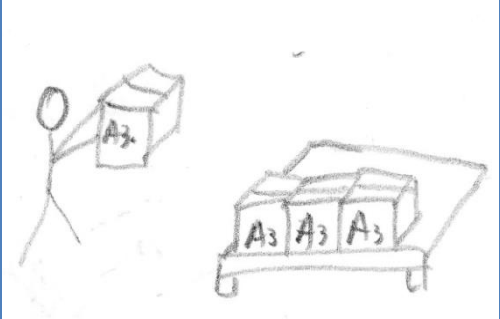
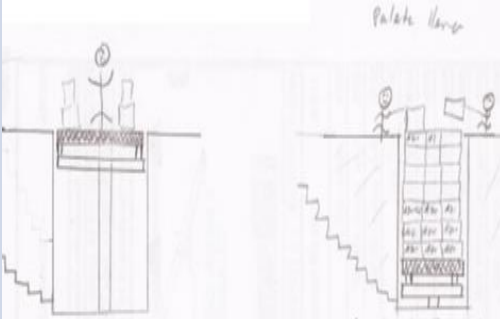
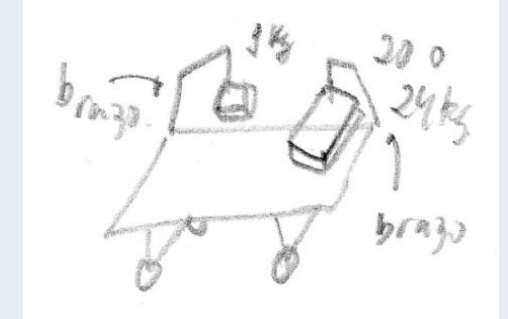
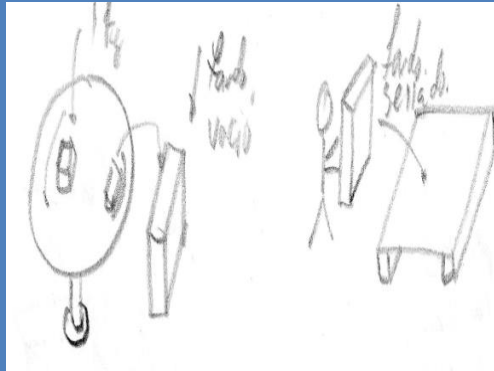
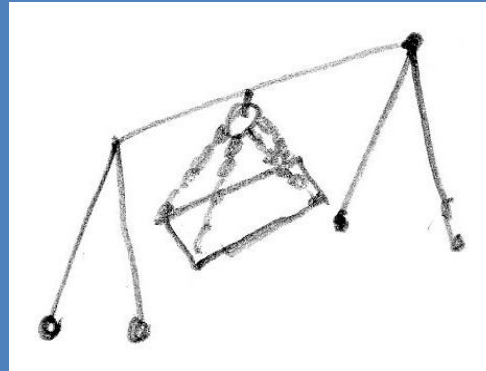
		
13 Dos canaletas inclinadas, una para 20 y otra para 24kg	14 Colocar más personal entre uno y otro paso	15 Cambiar bolsas por cajas y usar contador
		
16 Paletizado manual, pero con caja	17 Paleta con Movimiento Vertical	18 Una mesa con ruedas y 2 brazos

Tabla 9 Dibujos de ideas ganadoras 4

19 una mesa giratoria con paletizadora manual



20 Sistema de elevación con polea y cadenas (señorita) con bandeja

Tabla 10 Matriz de Interacción

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
2	0	-	2	2	2	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	0	2	-	2	2	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	2	2	-	2	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	2	2	2	-	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6	0	2	2	2	2	-	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7	0	2	2	2	2	2	-	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
9	0	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
10	0	2	2	2	2	2	2	1	1	-	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	0	2	2	2	2	2	2	1	1	2	-	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	-	2	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	-	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	0	0	1	0
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	2
18	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0
20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	-

Ideas combinadas

En este punto se busca mezclar las ideas ganadoras de la Matriz de Interacción, para obtener una serie de soluciones completas y combinadas, con el fin de obtener una idea final que englobe a varias posibles soluciones.

- Se plantea en líneas generales el uso de algún equipo de izamiento tales como: Sistema de elevación con polea y cadenas (señorita), el mismo sistema con bandeja y paleta con movimiento vertical. El empleo de estos equipos no resulta muy adecuado para colocar los bultos terminados ya que involucra un arreglo de poleas, que requieren ser posicionadas a nivel aéreo involucrando nuevos arreglos a nivel estructural en la planta, lo cual eleva considerablemente los gastos económicos asociados a la etapa de paletizado.
- Carretilla, Carrito de súper mercado, mesa con ruedas, en un carrito de helados, en carrucha o zorra, en una plataforma con ruedas, en una camilla de hospital, en un coche de bebe. Este grupo de ideas proponen el uso de algún dispositivo con ruedas, a consideración y adaptación de sus dimensiones conforme a la disponibilidad espacial en la empresa.
- Banda transportadora. Esta idea contempla el diseño de un dispositivo sencillo, económico, que permite transportar rápidamente bolsas o paquetes de un sitio a otro, incrementando los niveles de producción de la planta y reduciendo los tiempos de parada.
- Mesa con rodillos: Esta idea involucra un dispositivo económico, adaptable al dimensionamiento real de la planta, de bajo costo asociado al mantenimiento y transporte rápido, lo cual favorece el rendimiento de la planta.
- Mesa inclinada y al final bolsa de 24 kg. Esta idea ganadora se encuentra limitada por la altura de salida de la máquina en planta y la altura mínima requerida para que los operadores de la fase de llenado de los fardos puedan ejecutar la actividad.

- Colocar más personal entre uno y otro paso. Esta idea requiere expansión de las instalaciones físicas de la planta.
- Cambiar bolsas por cajas y usar contador. Ésta aumenta el tiempo de fabricación de los fardos, incrementando los costos asociados al proceso.
- Paletizado manual, pero con cajas: Esta idea similar al caso anterior aumenta el tiempo de elaboración de las paletas, incrementando los costos asociados al proceso.
- Paleta con movimiento vertical, lo cual se encuentra restringido dentro de las condiciones actuales de la planta, por requerir la inclusión de otro mecanismo o dispositivo para accionarla.
- Una mesa con ruedas y dos brazos. Esta idea se encuentra limitada por la necesidad de involucrar 2 ideas ganadoras adicionales (personal y tecnología), lo cual incrementaría los costos asociados.
- Mesa giratoria: ésta involucra un alto costo de fabricación ya que se requiere una elevada potencia de torsión para vencer la inercia de la mesa, inestabilidad de la mesa asociada al peso involucrado en el proceso productivo.

5.5.- DISEÑO DE MATERIALIZACIÓN

Luego de obtener las ideas ganadoras del proceso de diseño conceptual, se procede a la transición de la conceptualización a la materialización de las ideas ganadoras, lo cual se realiza en combinación con los parámetros empleados en la Matriz de Objetivos Ponderados, en la búsqueda de mejoras ergonómicas del personal femenino, particularmente; los resultados obtenidos en la encuesta, el incremento del rendimiento del personal en las líneas de producción, y el espacio físico disponible en la planta.

Para el movimiento vertical de la paleta se disminuye su utilización por los siguientes factores:

- Aunque bien disminuye la carga de peso al trabajador que manipula los fardos sellados a la paleta, le aumenta el tiempo a la actividad de colocar los bultos sellados en la paleta y le agrega otra actividad, que es la manipulación de instrumentos de control para el movimiento de la paleta.
- Los trabajadores encuestados que desarrollan su actividad diaria en este proceso de la línea de producción, señalaron que se sentían a gusto realizando la actividad como la han venido desarrollando, restringiendo así su disposición a un cambio, por más pequeño que sea, de la forma en que se desarrolla la actividad.
- Para respaldar la determinación de descartar la implementación del movimiento vertical de la paleta, se consideró además las normativas dispuestas en el Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Decreto N° 156. (1973), el cual estipula que el peso máximo de transporte para el personal masculino es de 50 kg. Sabiendo que la máxima carga a ser transportada por el personal masculino es de 25 kg, se consideró que la actividad actual en la planta para el transporte de los fardos sellados a la paleta, es adecuada.

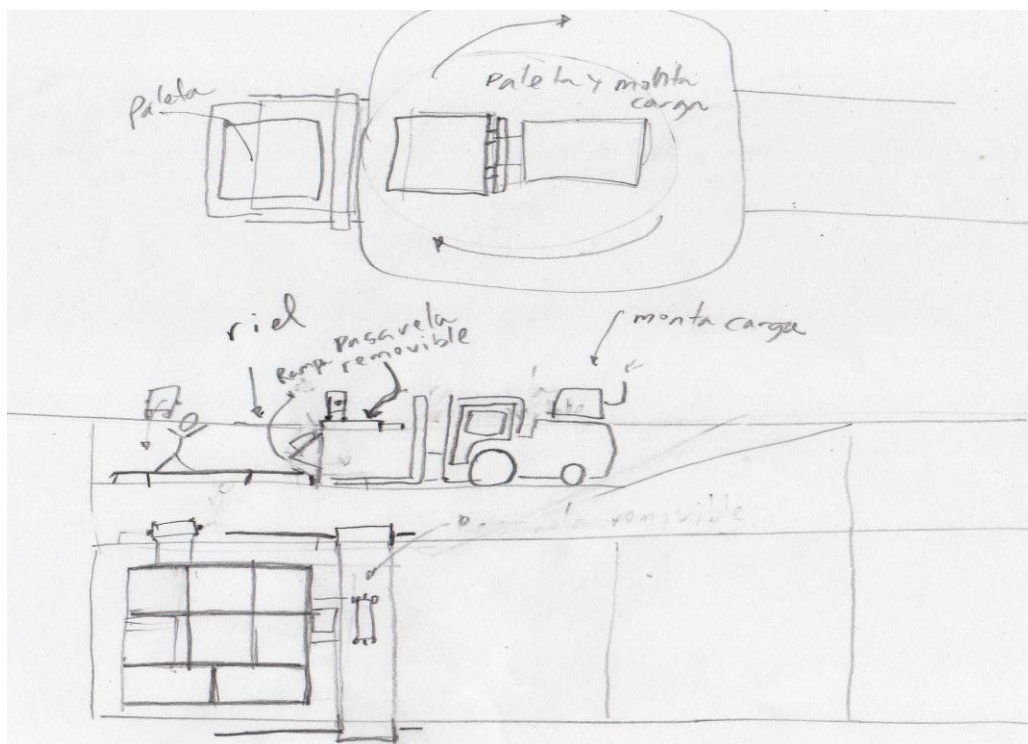


Fig. 25 Materialización movimiento paleta vertical

Para la mesa giratoria se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El punto de despacho de la máquina fabricadora de paquetes de azúcar a la mesa de almacenamiento para el proceso de enfardado debe garantizar la fluidez del paquete de 1 kg sobre la mesa giratoria, este punto de despacho tiene como altura máxima entre 90 a 95 cm sobre el suelo.
- La altura de la mesa giratoria debe ser de 90 cm desde el suelo, para garantizar la armonía entre la máquina y la persona trabajadora.
- La dimensión de la mesa contempla un diámetro máximo de 1,10 m, conforme al espacio físico disponible en planta.
- Determinar la altura mínima para el almacenamiento de 300 paquetes de azúcar requerida en la mesa giratoria; la altura requerida es de 31,5 cm a partir de la salida de la máquina fabricadora de paquetes de 1 kg, la cual se calculó a partir de la premisa anterior de una mesa de 1,10 m de diámetro.

- Determinar la separación entre la máquina fabricadora de paquetes y la mesa giratoria cargada con los 300 kg, para su adecuado funcionamiento y evitar una colisión entre los paquetes y la máquina fabricadora. Esta separación es de 10 cm por debajo del punto de despacho de la máquina fabricadora.

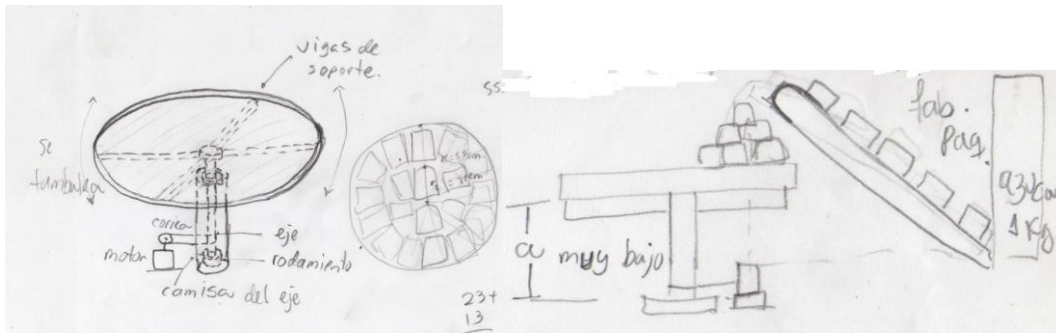


Fig. 26 Materialización mesa giratoria

Luego de estudiar e intersectar las consideraciones anteriormente explicadas se decidió lo siguiente:

Se rechaza la idea de la mesa giratoria debido a que la altura requerida para cumplir con la armonía de la persona trabajadora y la mesa no se satisface, por las razones expuestas a continuación:

La altura máxima de la mesa giratoria no debe exceder el punto de despacho de la cinta transportadora de la máquina fabricadora que es de 90 cm del suelo. Para poder almacenar 300 kg encima de la mesa giratoria, habría que instalar la mesa con una altura máxima de 50 cm. Esto causaría la necesidad al personal de agacharse o inclinarse en forma repetitiva, creando así la posibilidad de lesiones a largo plazo.

5.6.- SOLUCION PROPUESTA

En este sentido la presente investigación permitió seleccionar como equipos potencialmente viables; **la cinta transportadora**, ya que se pretende a través de la automatización incrementar el rendimiento diario de la planta. **La mesa inclinada** conjuntamente con el dispositivo anterior, proporcionan a los trabajadores de la etapa de enfardado, mejoras en las condiciones actuales de trabajo y posibilitan una relación Dispositivo – Personal armónica, formando un equipo laboral potencialmente favorable para la empresa en términos de rendimiento – practicidad. Finalmente se propone como tercer aditamento al proceso productivo de inversiones Arcevi, C.A., **un carro de enfardado y traslado** que eliminará las cargas transportadas por el personal femenino. Todos los dispositivos ganadores se encuentran sujetos a adaptaciones dimensionales conforme a las restricciones del espacio físico de la planta.

En la tabla 11 se presenta la aplicación de cada dispositivo dentro de las etapas del proceso productivo considerando las restricciones espaciales. Partiendo de la etapa de traslado de los paquetes, definida como aquella donde los paquetes de 1 kg realizan un recorrido que va desde la salida de la máquina empaquetadora hasta el posicionamiento de estos sobre la mesa de enfardado. Etapa de traslado de los fardos sin sellar, es el recorrido que realiza el fardo desde la mesa de conformación de este hasta la etapa de sellado. Finalmente la etapa de traslado de los fardos sellados a la paleta, es el recorrido que realiza el fardo una vez sellado hasta la disposición final en la paleta.

Tabla 11 Aplicabilidad de los dispositivos en planta

Ideas Potenciales	Traslado de los paquetes	Traslado de los fardos sin sellar	Traslado de los fardos sellados a la paleta
Banda Transportadora	Aplica	No Aplica	No Aplica
Mesa Inclinada	Aplica	No Aplica	No Aplica
Carro	No Aplica	Aplica	Aplica

En la figura 27 se puede observar la disposición de los dispositivos propuestos en el presente trabajo, de manera proporcional a las dimensiones espaciales disponibles en Industrias Arcevi, C.A.

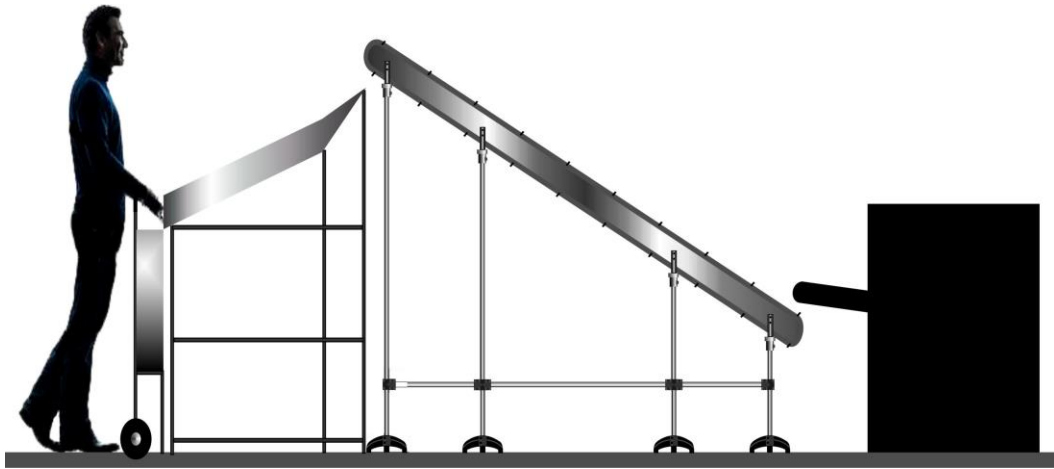


Fig. 27 Figura Montaje de los dispositivos en planta

CAPÍTULO VI.-

INGENIERÍA DE DETALLE

6.1.- CÁLCULOS DE DISPOSITIVOS

6.1.1.- Traslado de los paquetes

Para el traslado de paquetes de 1 kg se consideró en el capítulo anterior, que la solución es colocar una cinta transportadora inclinada y una mesa inclinada.

CINTA TRANSPORTADORA

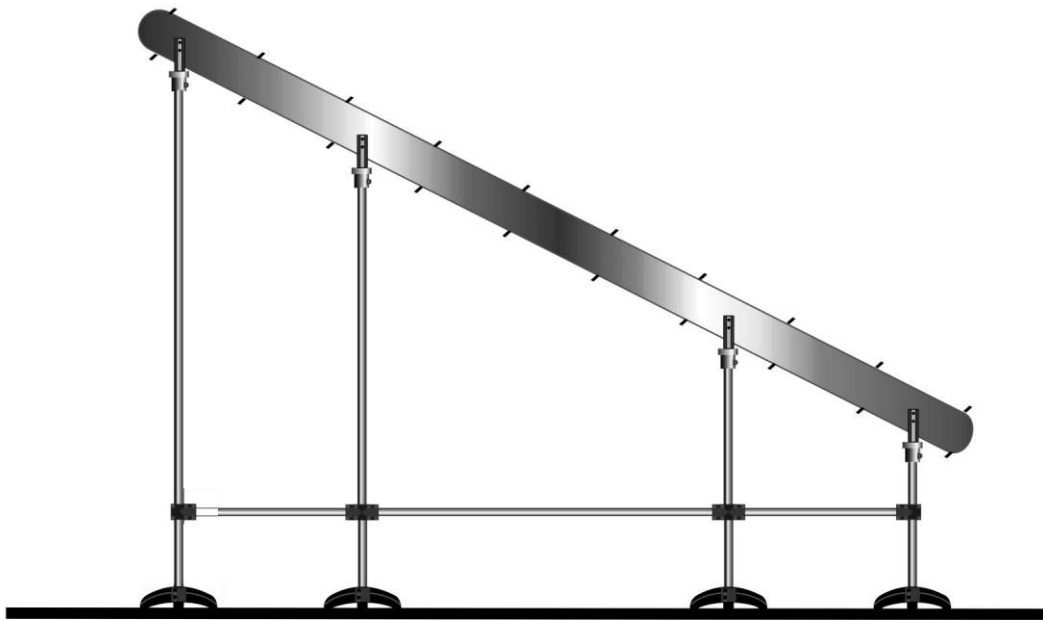


Fig. 28 Representación visual de la banda transportadora

Función: Transportar los paquetes de 1 kg de la máquina realizadora de paquetes de 1 kg a la mesa inclinada.

Cálculos del dispositivo

Para todos los cálculos y las tablas mencionadas en los cálculos para la cinta transportadora, tomamos como guía los autores Miravete y Larrodé (1996).

Para comenzar con el dimensionamiento de la cinta transportadora se requirió de información técnica de la planta, la cual se especifica a continuación usando la figura 29 y 30:

Tamaño del paquete de 1 kg

Largo $a = 0,24$ m, Ancho $b = 0,15$ m y Profundidad $c = 0,035$ m

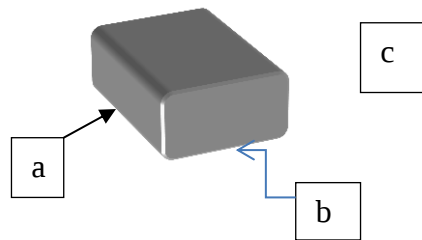


Fig. 29 Dimensiones de un paquete de 1 kg de azúcar

La producción de la planta va de 1 a 2 paletas por hora, conformando un total de 96 fardos de 20 kg reportando una carga total de 1.920 kg. El total de fardos paletizados por hora es de 3840 kg/h, con un promedio diario de 2700 kg/h, sabiendo que la máquina fabricadora de paquetes de azúcar produce 45 paquetes por minuto.

L = longitud entre centros $L = 1,7$ m

α = ángulo de inclinación de la cinta con respecto a la horizontal

$$\alpha = 30^\circ$$

H_1 = altura inicial de la cinta $H_1 = 0,5$ m

H_2 = altura final de la cinta $H_2 = 1,5$ m

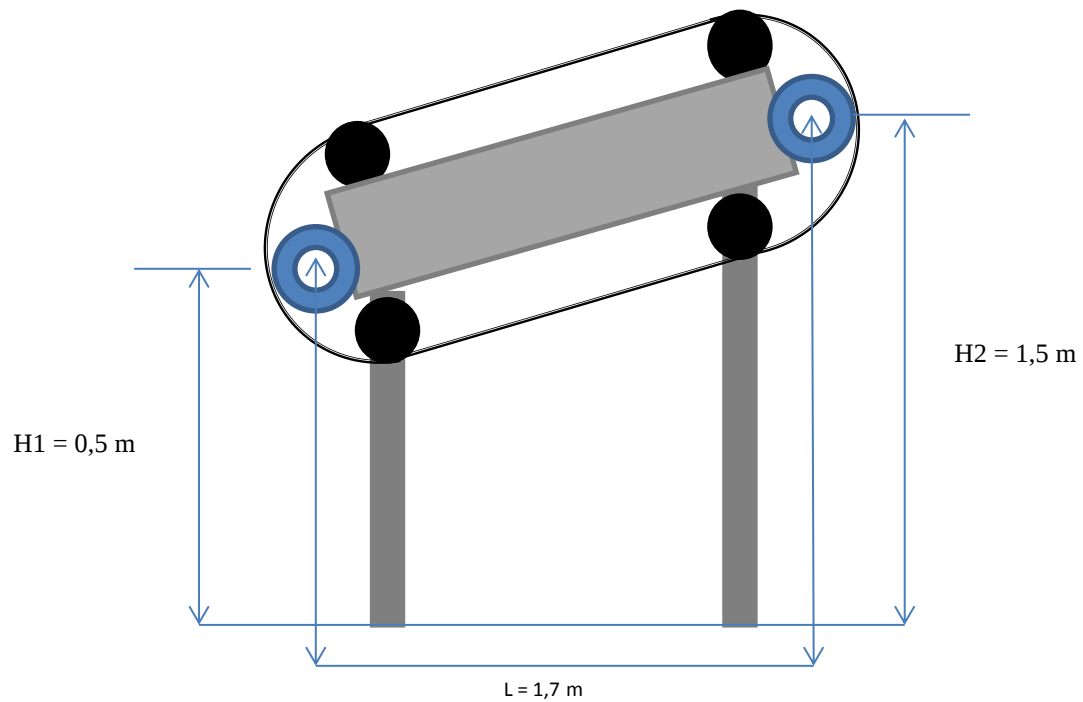


Fig. 30 Medidas iniciales de la banda transportadora

V = velocidad de la banda $V = 1 \text{ m/s}$

l = longitud de la cinta $l = 2 \text{ m}$

Características de la banda transportadora

Volumen de Paquete de 1 kg (Ec.1)

$$V_{\text{Paq } 1 \text{ kg}} = X.Y.Z \text{ [m}^3\text{]} \quad \text{Ec.1}$$

$$V_{\text{Paq } 1 \text{ kg}} = 0.0013 \text{ m}^3$$

X = Largo del Paquete 1 kg [m]

Y = Ancho del Paquete 1 kg [m]

Z = Altura del Paquete 1 kg [m]

Ancho de banda

$B = \text{Ancho de banda [mm]}$

De tabla 5.7.

$B = 300 \text{ mm}$

Ancho efectivo de banda (Ec. 2)

$b = \text{Ancho efectivo de banda}$

Para banda plana

$$b = (0,9.B) - 0,05 \text{ [mm]} \quad \text{Ec. 2}$$

$b = 269,95 \text{ mm}$

Para paquete 1 kg $\rightarrow$ Ancho = 150 mm

Si $b < 150 \text{ mm}$, el ancho de banda efectivo es insuficiente para el volumen que ocupa un paquete de 1 kg.

Como $b = 269,95 \text{ mm}$; de tabla 5.7 **$B = 300 \text{ mm}$**

Velocidad de banda (Ec. 3)

Con una capacidad de $Q = 2,7 \text{ T/h}$;

$Q_m = 12 \text{ m}^3/\text{h}$ de la tabla 5.7

$K = 0,56$ de la tabla 5.8

Sabiendo que γ es el peso específico del azúcar y usando las medidas del paquete de azúcar (fig. 29) y su masa, se obtiene que $\gamma = 0,7937 \text{ T/m}^3$

se tiene que:

$$V_{banda} = ((Q) / (Qm.K.\gamma)) \quad [m/s] \quad Ec. 3$$

$$V_{banda} = 0,5063 \text{ m/s}$$

Potencia de la polea motriz (Ec. 4)

$$Na = ((F.V) / (75)) \quad [CV] \quad Ec. 4$$

$$Na = 0,1362 \text{ CV}$$

F = Fuerza desarrollada en la polea motriz [kg]

V = Velocidad [m/s]

Na = Potencia de la polea motriz

Fuerza de accionamiento del motor (Ec. 5)

$$F = R_s + R_i \quad [kg] \quad Ec. 5$$

$$F = 20,1795 \text{ kg}$$

Rs = Resistencia al movimiento en el ramal superior (Ec. 6)

$$Rs = C.f.L (P_Q + P_b).cos\delta + P_s] + H.(P_Q + P_b) \quad [kg] \quad Ec. 6$$

Fórmula para banda inclinada

$$Rs = 10,3681 \text{ kg}$$

(Carpentiero, F., entrevista, mayo, 29, 2013), considera que el coeficiente por longitud entre centros de poleas de la banda, Partiendo de tabla 5.8 y extrapolando, se calculó con la línea de tendencia potencial denominada C (Ec.7)

$$C = 12.896L^{-0.441} \quad Ec. 7$$

L = Longitud entre centros de rodillo de cola y motriz

Si L = 3; C = 9

Caso Inversiones Arcevi, C.A., L = 1.7 m; C = 10,21

Peso del material a transportar por metro de banda (Ec. 8)

$$P_Q = ((Q) / (3,6.V)) \quad [\text{kg/m}] \quad \text{Ec. 8}$$

$$P_Q = 1,4815 \text{ kg/m}$$

Peso de las partes móviles por metro en el ramal superior (Ec. 9)

$$P_s = ((\text{Peso del rodillo plano}) / (\text{Distancia entre rodillos superiores})) \quad [\text{kg/m}] \quad \text{Ec. 9}$$

$$P_s = 1,6 \text{ kg/m}$$

Altura de transporte

Usando H_1 y H_2 de la figura 28

$$H = H_2 - H_1 \quad [\text{m}] \quad \text{Ec. 10}$$

$$H = 1,0 \text{ m}$$

Factor de fricción entre rodillos y banda

Considerando (0,022 – 0,025), Se tomó el valor máximo debido a la baja velocidad

$$f = 0,025$$

Resistencia al movimiento en el ramal inferior para banda inclinada (Ec. 11)

$$R_i = C.f.L.(P_b \cos \delta + P_i) + H.(P_Q + P_b) \quad [\text{kg}] \quad \text{Ec. 11}$$

$$R_i = 9,8114 \text{ kg}$$

Peso de las partes móviles por metro en el ramal inferior (Ec. 12)

$$P_i = ((P) / (i)) \quad [\text{kg/m}] \quad \text{Ec. 12}$$

i = Distancia entre rodillos inferiores

p = Peso del rodillo inferior; se usó el mismo valor que en el cálculo del ramal superior según tabla 5.14.

$$P_i = 1,6 \text{ kg/m}$$

Calculo de tensiones en la banda

Para una banda ascendente con una sola polea motriz

$$T_1 = F \cdot [1 + ((1) / (e^{\mu \cdot \alpha - 1}))] \quad [\text{kg}] \quad \text{Ec. 13}$$

Usando (Ec. 13)

$$T_1 = 33,0944 \text{ kg}$$

μ = Coeficiente de tipo de polea, para polea desnuda en ambiente seco tabla 5.15

$$\mu = 0,30$$

Angulo de arrollamiento de la banda en la polea

Se tiene que $((1) / (e^{\mu \alpha - 1})) = 0,64$ de tabla 5.13

$$\alpha = 180^\circ$$

$$T_2 = T_1 - F$$

$$T_2 = 12,9149 \text{ kg}$$

$$T_3 = T_2 + R_i$$

$$T_3 = 22,7263 \text{ kg}$$

$$T_3 = T_4$$

$$T_4 = 22,7263$$

Tensión a carga vacía (Ec. 14)

$$T = ((T_1 + T_2 + T_3 + T_4) / (4)) \quad [\text{kg}] \quad \text{Ec.14}$$

$$T = 22,8655 \text{ kg}$$

Numero de capas de la banda (Ec. 15)

Para banda B-60

Entre 3 y 5 capas **S = 11**

Z = Resistencia a la tracción

$$Z = 60 \text{ kg/cm}$$

$$z = 0,20$$

$$z = ((T_m \cdot S)) / ((B \cdot Z)) \quad \text{Ec. 15}$$

T_m = Tensión máxima = T_1

S = Factor de seguridad

Diámetro de la polea matriz (Ec. 16)

$$D_{pm} = ((360 \cdot F) / (\rho \cdot \pi \cdot \alpha \cdot \beta)) \quad [\text{mm}] \quad \text{Ec. 16}$$

$$D_{pm} = 23,79 \text{ mm}$$

F = Fuerza de accionamiento

ρ = Capacidad de transmisión entre banda y polea 1600 a 2000 kgf/m²

$\rho = 1800$ se usa promedio

β = Ancho de banda en m

α = Angulo de arrollamiento 180°

D_{pc} polea de cola (Ec. 17)

$$D_{pc} = 0,8 D_{pm} \quad [\text{mm}] \quad \text{Ec. 17}$$

$$D_{pc} = 19,0321 \text{ mm}$$

MESA INCLINADA

Función: La mesa tiene como objetivo trasladar los paquetes a la estación de enfardado y acumular los paquetes de un kilo para el proceso de enfardado.

Parámetros de diseño:

El material de contacto entre el dispositivo y el paquete de azúcar plástico debe ser acero inoxidable austenítico de la serie 200 y 300 AISI. Este material es el ideal para manejo de alimentos y además ofrece una fuerza de roce mínima entre las superficies.

El ángulo de inclinación de la mesa debe ser mayor a 24 grados con respecto a la horizontal, para garantizar el deslizamiento del paquete. Este valor se obtuvo de manera experimental. Se tomó un valor de 30 grados.

La mesa será capaz de soportar 300 paquetes de un kilogramo cada uno.

Para determinar las dimensiones se tomó en cuenta la disponibilidad del espacio físico en la planta y el volumen ocupado por los 300 paquetes, quedando de la siguiente manera la mesa:

Con un espacio disponible de 1,6 m metros de ancho y 1,10 metros de largo para la colocación de la mesa, se toma que el ancho de la mesa es de 1,5m y el largo de la misma es de 1 metro.

Con las dimensiones descritas del paquete de 1 kg (fig. 29) se tiene que a lo ancho de la mesa se pueden colocar 10 paquetes y a lo largo de la misma, se pueden colocar 4 paquetes, quedando así 40 paquetes en la plancha de la mesa.

Sabiendo que se necesitan acumular 300 paquetes en la mesa hay que colocar varios pisos de paquetes de azúcar, necesitando así 8 pisos de paquetes para cumplir con este requerimiento.

Con el fin de que los paquetes no se caigan de la mesa se necesitan planchas de soporte capaces de albergar el volumen generado por estos. La altura de estos soportes es de 0,28 m.

Despiece del dispositivo

Plancha

La mesa consta de una plancha mide 2,06 metros de ancho (W), y 1.28 metros de largo (L). El material a utilizar láminas de acero inoxidable AISI 304 de 3mm de espesor, a las cuales se le realizarán cortes y doblado para obtener la configuración deseada.

Estructura de soporte

Debe soportar el peso de la plancha superior y los paquetes de un kilogramo, incluso cuando se acumulen 300 paquetes. Se utilizarán tubos y perfiles de acero para uso estructural fabricados de acuerdo a la norma EN10219:1998, Con un esfuerzo de fluencia $F_y = 3.515 \text{ kg/cm}^2$ (tubos estructurales, Materiales los Andes)

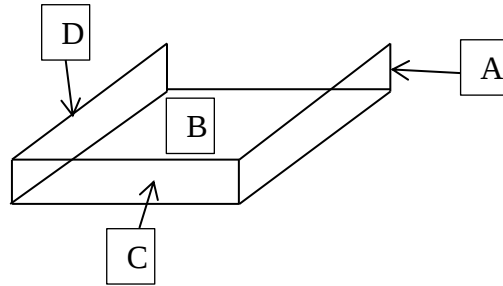
Cálculos del dispositivo



Fig. 31 Dibujo referencial de la Mesa Inclinada

Para realizar los cálculos correspondientes se tomó en consideración lo siguiente:

- La carga se considera de manera distribuida.
- La masa de los soportes es trasladada a la plancha principal quedando así las fuerzas ejercidas por estos, absorbida y redirigidas por la plancha principal.



Fuerzas ejercidas por la plancha de acero

Áreas planchas laterales (A y D) $A = 0,28m \times 1m = 0,28 m^2$

Área plancha principal (B) $A = 1,5m \times 1m = 1,5 m^2$

Área plancha frontal (C) $A = 1,5m \times 0,28m = 0,42 m^2$

Area total Plancha $= 0,28 + 1,5 + 0,42 + 0,28$

Area total plancha $= 2,48 m^2$

Usando un espesor de 0,003m y una densidad de 8000 kg/m³ para el acero inoxidable, se tiene que el volumen que genera la plancha es de 0,00744 m³ y la masa de la plancha es de 59.52 kg

(Guell, A., entrevista, octubre, 23, 2013) asesora que la masa de la plancha y los 300 paquetes generan una carga distribuida en toda el área de la plancha principal quedando de la siguiente manera:

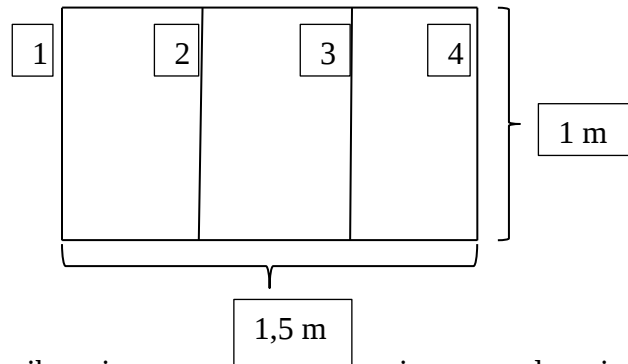
Carga total $= 300 kg + 59,52 kg = 359,52 kg \times 9.8 m/s^2 = Q$

$Q = 3523,296 N$

$$q = \frac{Q}{A_B} = \frac{3523,296}{1,5} \quad [\text{N/m}^2] \quad \text{Ec. 18}$$

La carga distribuida en el área de la plancha quedó (Ec. 18) $q = 2348,864 \text{ N/m}^2$

Se reparte toda la carga en 4 vigas de soporte para la plancha principal dispuestas de la siguiente manera:



Calculando el área tributaria para cada viga se tiene que, las vigas 1 y 4 poseen similar área tributaria y las vigas 2 y 3 tienen similitudes entre sus áreas tributarias, obteniendo así que el estudio de la viga 4 es similar al estudio de la viga 1 y respectivamente ocurren con las vigas 2 y 3.

Para las vigas 1 y 4 la carga distribuida queda:

$$\text{Carga distribuida } q_1 = q_4 = Q \times d_1$$

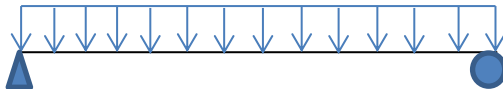
Donde d_1 es la distancia de acción del área tributaria

$$q_1 = 2348,864 \text{ N/m}^2 \times 0,25 \text{ m} = 587,216 \text{ N/m}$$

Procedimiento similar para q_2 y q_3 con $d_2 = 0,5\text{m}$

$$q_2 = 1174,432 \text{ N/m}$$

Usando una viga simplemente apoyada



Realizando el estudio en la viga 1 llegamos a la ecuación de momento flector (Ec.19)

$$M = 293,608 X - \frac{587,216}{2} X^2 \quad [\text{N.m}] \quad \text{Ec. 19}$$

Para una distancia de $X=0,5$ m ocurre el mayor momento $M_{max} = 73,402 \text{ N.m}$

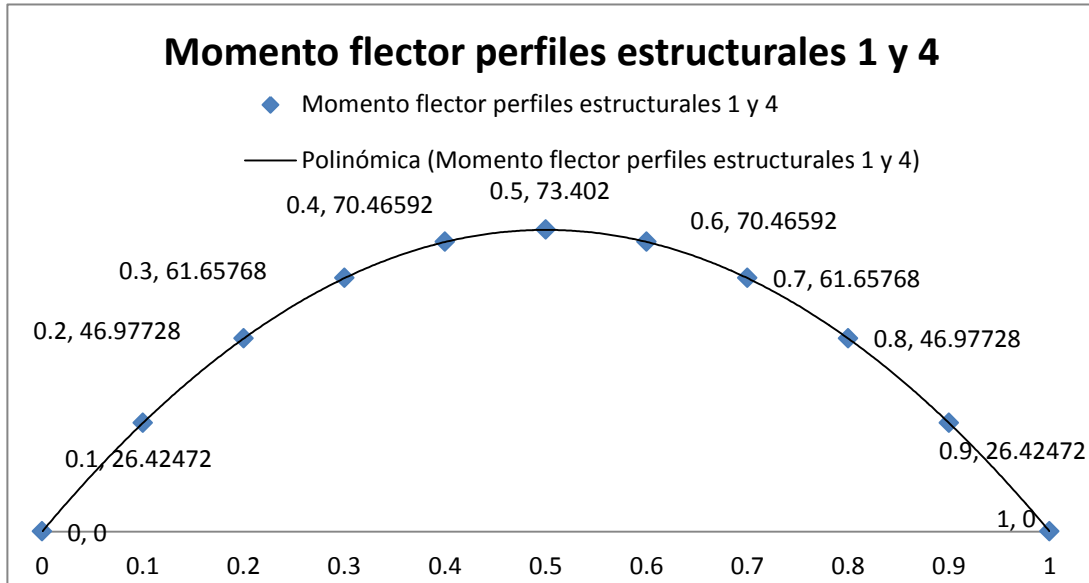


Fig. 32 Gráfica Momento flector perfiles estructurales 1 y 4

Con un factor de seguridad de 2 hallamos el esfuerzo admisible (Ec. 20)

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{FS} \quad [\text{kg/cm}^2] \quad \text{Ec. 20}$$

Usando el $\sigma_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma_{adm} = 1757,5 \text{ kg/cm}^2$$

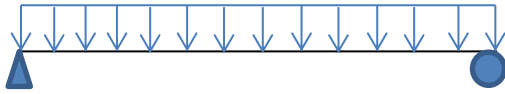
Módulo de sección requerido (Ec. 21)

$$S_{req} = M_{max} / \sigma_{adm} \quad [\text{cm}^3] \quad \text{Ec. 21}$$

$$S_{req} = 4,18 \text{ cm}^3$$

El perfil cuadrado más cercano disponible actualmente en el mercado es de 40 X 40 X 3 mm, y tiene un módulo elástico de $S_x = S_y = 4,51 \text{ cm}^3$ cumpliendo así con los requerimientos propuestos. Este perfil se aplica también a la viga 4

Usando una viga simplemente apoyada



Realizando el estudio en la viga 2 llegamos a la ecuación de momento flector (Ec. 22)

$$M = 587,216 X - \frac{1174,432}{2} X^2 \quad [\text{N.m}] \quad \text{Ec. 22}$$

Para una distancia de $X=0,5 \text{ m}$ ocurre el mayor momento $M_{max} = 146,804 \text{ N.m}$

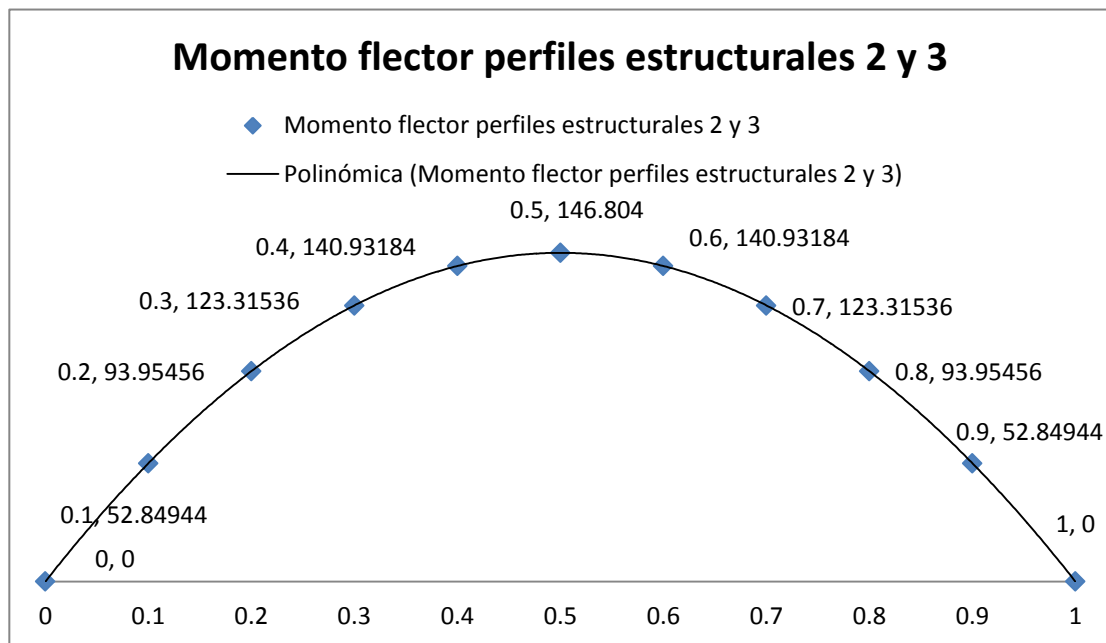


Fig. 33 Gráfica momento flector perfiles estructurales 2 y 3

Con un factor de seguridad de 2 hallamos el esfuerzo admisible (Ec. 20)

$$\text{El } \sigma_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} = 1757,5 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de sección requerido (Ec. 21)

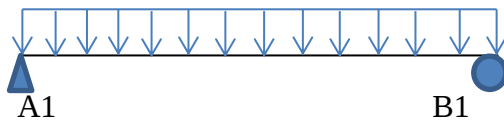
$$S_{req} = 8,35 \text{ cm}^3$$

El perfil cuadrado más cercano disponible actualmente en el mercado es de 50 X 50 X 3 mm, y tiene un módulo elástico de $S_x = S_y = 9,19 \text{ cm}^3$ cumpliendo así con los requerimientos propuestos. Este perfil se aplica también a la viga 3

Las reacciones en los apoyos de las vigas 1 y 4, luego de realizar la sumatoria de fuerzas en dirección vertical (+ $\uparrow$), son las siguientes:

$$R_{yA1} = 293,608 \text{ N} = R_{yA4}$$

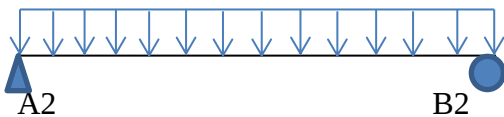
$$R_{yB1} = 293,608 \text{ N} = R_{yA4}$$



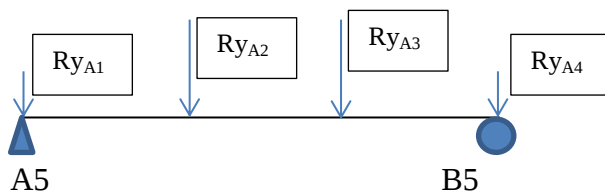
Para las vigas 2 y 3 las reacciones son:

$$R_{yA2} = 587,216 \text{ N} = R_{yA3}$$

$$R_{yB2} = 587,216 \text{ N} = R_{yB3}$$



Estas 4 vigas están apoyadas en 2 vigas más (5 y 6) las cuales reciben la carga a través de las reacciones entre ellas de la siguiente manera:



Esta distribución de fuerzas presentadas anteriormente es para la viga 5, para la viga 6 se usan las reacciones R_{yB}

Realizando sumatoria de fuerzas verticales en la viga 5 (+ $\uparrow$), las reacciones en A y B quedan:

$$R_{yA5} = 880,824 \text{ N} = R_{yA6}$$

$$R_{yB5} = 880,824 \text{ N} = R_{yB6}$$

Como las patas se comportan como columnas, es conveniente el uso de las ecuaciones de Euler para columnas, Popov (2000), conocida como pandeo crítico (Ec. 23)

$$\text{Pandeo Critico} = (\pi^2 * E * I) / L^2 \quad [\text{N}] \quad \text{Ec. 23}$$

Para la pata trasera el pandeo crítico es 880.824 N

Se despeja I para escoger el perfil más adecuado para el pandeo

Con $L = 1,202 \text{ m}$

Un E (módulo de Young) de 350 MPA

$$I = 3,684 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$I = 36,84 \text{ cm}^4$$

Para la estructura de la mesa se utilizará un perfil de 60 X 60 X 4 mm (del catálogo) siendo este el perfil más próximo a los requerimientos de la mesa con un $I = 42,30 \text{ cm}^4$ logrando así sobrepasar las necesidades de la mesa.

6.1.2.- Traslado de los fardos sin sellar

Para el traslado de los fardos sin sellar desde el área de llenado hasta la paleta se consideró que la solución viable y factible es un dispositivo similar a un carro con 2 ruedas con dimensiones ajustables a la planta.

Carro para enfardado y traslado



Fig. 34 Dibujo referencial del carro

Función:

El dispositivo debe servir de soporte de la bolsa plástica al momento de llenado del fardo. Además, debe ser capaz de trasladar con facilidad, el fardo armado hasta el área de sellado del bulto y finalmente a la paleta.

Parámetros de diseño:

Según Mott (2006), se recomienda que el material de contacto entre el dispositivo y la bolsa plástica del fardo sea acero inoxidable austeníticos de la serie 200 y 300 AISI. Este material es el ideal para manejo de alimentos y además ofrece una fuerza de roce mínima entre las superficies.

El dispositivo debe funcionar para bultos de 20 y 24 kg.

Las dimensiones del cajón están directamente asociadas al tamaño del fardo, por lo que las dimensiones del mismo serán 60 x 40 x 15 centímetros.

El carro será suficientemente estable para realizar las labores de carga, traslado y descarga de bultos de azúcar.

Para ahorrar tiempo de armado de la paleta, se recomienda construir cuatro carritos de traslado, de esta manera se puede armar un fardo mientras otro trabajador posiciona el fardo armado y sellado en la paleta.

Las dimensiones del carro están determinadas por la altura de armado del fardo, y el área de trabajo en el enfardado y paletizado.

Despiece del dispositivo

Caja

Función: Soportar el peso del bulto de azúcar y los esfuerzos y deformaciones que esto implica.

Material: Láminas de acero inoxidable AISI 304 de 3mm de espesor.

Método de manufactura: El cajón se realizará con corte y doblado de la lámina de acero inoxidable. Las uniones entre el acero inoxidable y los perfiles seleccionados se harán con remaches.

Estructura de soporte

Función: Soportar el peso del bulto y brindar la rigidez necesaria para el traslado del bulto de Azúcar.

Material: Se seleccionó perfil cuadrado con un tamaño de 25 milímetro y un espesor 1,5 milímetros, Los perfiles están fabricados de acuerdo a la norma ASTM A-500 grado C, Con un esfuerzo de fluencia $F_y = 3,220 \text{ kg/cm}$ (46,000 psi) (322MPa)

Ruedas

Función: Permitir el traslado del carrito desde el área de enfardado hasta el área de sellado y paletizado con el menor esfuerzo posible para los trabajadores.

Se seleccionaron ruedas con las siguientes características

Tipo de rueda: Fija

Tamaño de la rueda: Diámetro 10 cm / Grosor: 1,5 cm

Tamaño de la placa: 2,4 x 2,4 cm

Altura total: 4,8 cm

Diámetro del agujero para la instalación: 0,5 cm

Material: Rueda de polipropileno/ Marco: Metálico

Capacidad de carga: 74 Kg

Cálculos del dispositivo

Fuerza ejercida por la plancha de acero

$$\text{Área de plancha mayor} = 60\text{cm} \times 40\text{cm} = 2400 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de plancha lateral} = 15\text{cm} \times 60\text{cm} = 900 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de plancha inferior} = 15\text{cm} \times 40\text{cm} = 600 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área Total de la plancha} = 2(2400) + 2(900) + 600 = 7200 \text{ cm}^2$$

Suponemos un espesor de 0,3 cm

$$\text{Volumen de la plancha} = 7200 \times 0,3 = 2160 \text{ cm}^3$$

$$\text{Peso de la plancha} = \text{Volumen} \times \text{Densidad} = 2160 \times 0,008 \text{ kg/ cm}^3 = 17,28 \text{ Kg}$$

El peso total en los perfiles inferiores del cajón será el peso del bulto más el peso de la plancha seleccionada,

$$\text{Peso total} = 17,28 \text{ Kg} + 24 \text{ Kg} = 41,28 \text{ Kg}$$

$$\text{La fuerza total en los perfiles inferiores del cajón} = 41,28 \times 9,8 = 404,54 \text{ N}$$

Esta fuerza se distribuye uniformemente entre ambos perfiles inferiores, quedando una fuerza de 202,27 Nw en cada perfil. Esta fuerza se distribuirá a lo largo del perfil, que tiene una longitud de 0,15mts. Estudiando este caso de viga simplemente apoyada en sus extremos, llegamos a la siguiente ecuación de momento flector (Ec. 24)

$$M = 101,13 X - 674,23 X^2 \quad [\text{N.m}] \quad \text{Ec. 24}$$

Evaluamos el momento máximo en el medio de la barra para $X = 0,075 \text{ m}$

$$M_{\max} = 3,7925 \text{ N m}$$

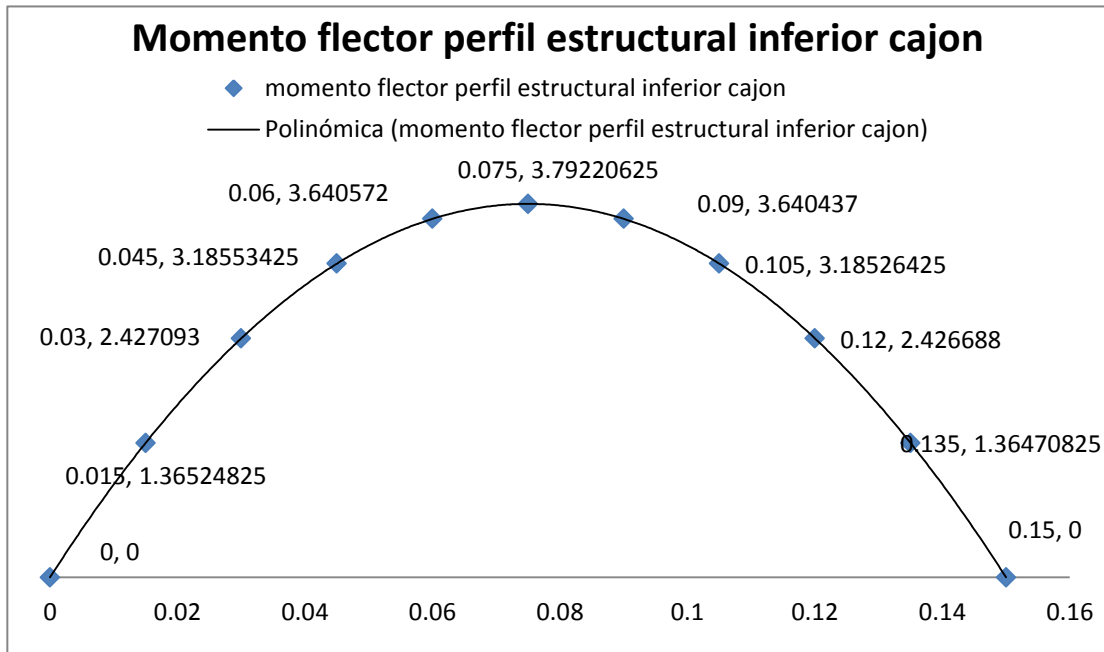


Fig. 35 Momento flector perfil estructural inferior cajón

Con un Factor de seguridad de 2, Hallamos el valor del esfuerzo de flexión admisible

$$\sigma_{\text{admisible}} = 2184 \text{ Kg/ cm}^2$$

Módulo de Sección requerido (Ec.21)

$$S_{\text{requerido}} = 0,1736 \text{ cm}^3$$

El perfil cuadrado más pequeño disponible actualmente en el mercado es de 25 milímetro, y tiene un módulo elástico de $S_x = S_y = 1,13 \text{ cm}^3$

El perfil sobrepasa nuestras necesidades, pero es el más pequeño disponible para nuestra aplicación, además es fácil de conseguir y de bajo costo.

Se calcularon los perfiles verticales inferiores para verificar si fallan por pandeo.

Tabla 12 Perfiles verticales inferiores

Perfil	Cantidad	Longitud	Peso del perfil	Peso Individual	Peso Total
1	2	0,2	1,16	0,232	0,464
2	2	0,4	1,16	0,464	0,928
3	4	0,6	1,16	0,696	2,784
4	1	0,4	1,16	0,464	0,464
5	2	0,225	1,16	0,261	0,522
6	1	0,35	1,16	0,406	0,406

Peso total de la estructura superior = 5,568 Kg

Peso de la plancha = 17,28 Kg

Peso del bulto de Azúcar = 24 Kg

Fuerza que ejerce el peso de la estructura = 54,5664Nw

Fuerza Total sobre el Perfil = 404,54 Nw + 54,5664 Nw = 459,1064 Nw

El peso se distribuye en los 4 apoyos, 2 patas y 2 ruedas, pero el estudio crítico es cuando se traslada, quedando todo el peso en las ruedas.

Fuerza ejercida sobre cada perfil que contienen las ruedas = 229,5532 Nw C/u.

Usando para el pandeo crítico (Ec. 23)

Pandeo Critico = $4,1992 \cdot 10^{13}$ Nw

Este valor es superior a nuestra fuerza, por lo que se puede concluir que el sistema no fallará por pandeo.

Por último, para el cálculo de las ruedas, se adicionó la fuerza ejercida por el peso de la estructura inferior.

Tabla 13 Perfiles verticales inferiores

Perfil	Cantidad	Longitud	Peso del perfil	Peso Individual	Peso Total
7	2	0,273	1,16	0,31668	0,63336
8	2	0,2	1,16	0,232	0,464
9	2	0,175	1,16	0,203	0,406

Peso total de toda la estructura = 7,071 Kg

Peso de la plancha = 17,28 Kg

Peso del bulto de Azúcar = 24 Kg

Peso Total = 48,351 Kg

Las ruedas deben ser capaces de soportar un peso mínimo de 25 Kg c/u.

La longitud total necesaria de perfil cuadrado de 25 milímetro ASTM A-500 para armar toda la estructura es de 2,82 Metros.

6.2.- SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Para reforzar la seguridad, durabilidad y confiabilidad de los equipos que componen el sistema, se procedió a configurar un sistema de control y protección para la cinta transportadora implementada para el traslado de los paquetes de 1 kg de azúcar, el cual consta de los siguientes componentes:

Parámetros del Diseño:

Espacio disponible para el cajetín: 20cm de ancho x 35 de alto c 15 de profundidad

Pulsadores:

3 pulsadores, un Pulsador de arranque, un pulsador de parada, un pulsador de parada de emergencia tipo hongo

Luces:

2 luces indicadoras, una luz verde para arranque y una luz roja para parada.

Datos del motor: Moto-reductor 0,75 HP Modelo VF49F 28, 2 amperios, 220V.

Contactores con protección térmica y cortocircuito, en cajetín resistente al polvo y explosión.

A continuación se presenta el diagrama de potencia y control del motor de la banda transportadora (Fig. 36).

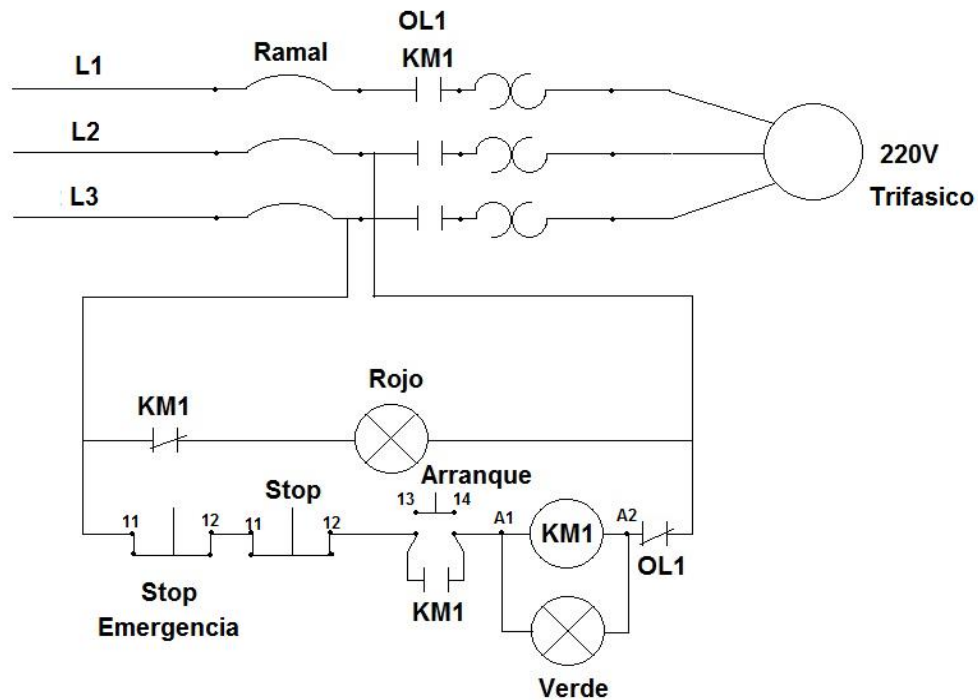


Fig. 36 Diagrama de potencia y control del motor de la banda transportadora.

Se seleccionaron los siguientes componentes basados en las necesidades ya planteadas.

Armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, (Altura: 350mm, Ancho: 250mm, profundidad: 150mm), con protección IP66, marca Rittal.

Pulsador rasante línea Rafix evolution 22mm. Termoplástico metalizado redondo opaco verde, marca Schmersal.

Bloque de contacto empuje, línea Rafix, marca Schmersal.

Pulsador rasante línea Rafix evolution 22mm. Termoplástico metalizado redondo opaco rojo, marca Schmersal.

Bloque de contacto empuje, línea Rafix, marca Schmersal.

Pulsador de emergencia con cabeza 36mm con traba línea Rafix evolution 22mm. Termoplástico metalizado redondo opaco rojo, marca Schmersal.

Bloque de contacto empuje, línea Rafix, marca Schmersal.

Todos estos componentes pueden ser observados en los anexos 2.

6.3.- COSTO DE LOS DISPOSITIVOS

Para determinar la viabilidad de los dispositivos potencialmente aplicables en la planta se cotizó precios y stock de consumibles y equipos en empresas fabricantes, importadoras y distribuidoras en Caracas.

6.3.1.- Costos de la banda transportadora

Los costos que se observan en la tabla 14, corresponden a una banda transportadora ensamblada con las piezas y aditamentos accesibles consultados en MAICA Soluciones Técnicas, C. A., ya que el diseño calculado en la presente investigación no representa un 100 % de factibilidad de adquisición de todas las piezas necesarias para su construcción en la planta. Adicionalmente, se estimó un costo monetario

superior a la cotizada, el cual no se representa debido a la falta de los aditamentos en stock, imposibilitando al proveedor determinar un valor preciso.

Es importante señalar que la banda transportadora cotizada satisface las necesidades arrojadas por la investigación tales como; Dimensiones adaptables al espacio físico en planta, automatización y aumento del rendimiento de la producción en planta (Velocidad de alimentación de la mesa de llenado similar a la calculada en la investigación) y bajo costo asociado.

Tabla 14 Costos de la banda transportadora

Ítems	Precio Unitario	Cantidad	Precio	IVA 12%	Total
WHA100FT - 340 c/aletas c 10/eslabones	3,879.00	4.57	17,738.67	2128.64	19,867.31
Piñones CS 1000	1,200.00	8.00	9,600.00	1152	10,752.00
Motoreductor 0,75 HP Modelo VF49F 28	10,370.00	1.00	10,370.00	1244.4	11,614.40
Cabezal de apoyo	483.00	4.00	1,932.00	231.84	2,163.84
Base tripoidal	780.00	4.00	3,120.00	374.4	3,494.40
Pie articulado	264.00	12.00	3,168.00	380.16	3,548.16
Junta de conexión	474.00	8.00	3,792.00	455.04	4,247.04
Guía de deslizamiento barra de 3 m	596.00	2.00	1,192.00	143.04	1,335.04
Guía tipo clip viene por metro	120.00	4.00	480.00	57.6	537.60
Rodillos de retorno	28.00	8.00	224.00	26.88	250.88
Total			51,616.67	6,194.00	57,810.67

A continuación se muestran algunas imágenes de componentes cotizados para la presente investigación en la figura 37.

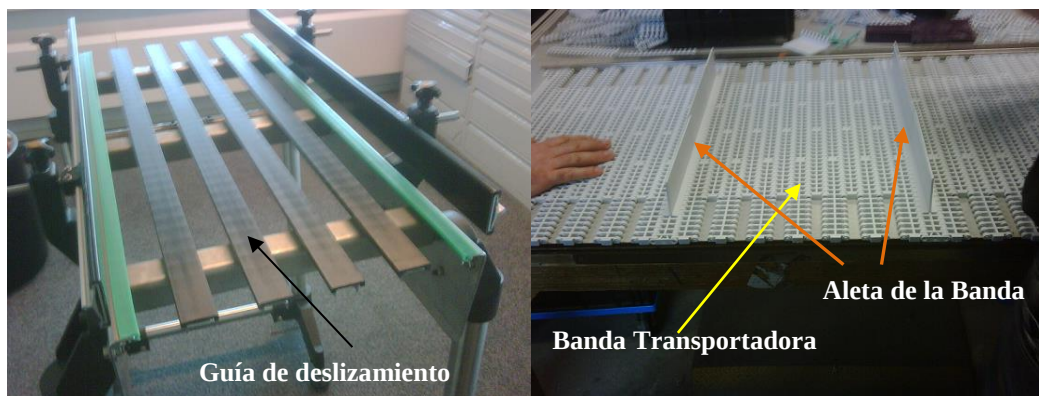


Fig. 37 Representación de la Banda transportadora

6.3.2.- Costos de la mesa inclinada

Los costos de diseño que se observan en la tabla 15, corresponden a los asociados a la fabricación de la mesa inclinada.

Tabla 15 Costos de diseño asociados a la fabricación de la mesa inclinada

Ítems	Precio Unitario	Cantidad	Total
Tubo estructural 60*60*4 de 6 m	4,650.00	2.00	9,300.00
Planchón acero inoxidable	538.00	2.00	1,076.00
Total			10,376.00

6.3.3 Costos del carro con 2 ruedas

Los costos de diseño que se observan en la tabla 16, corresponden a los asociados a la fabricación de un cajón con ruedas.

Tabla 16 Costos de diseño asociados a la fabricación del carrito.

Ítems	Precio Unitario	Cantidad	Total
Tubo estructural 25*25*2 de 6 m	1,550.00	1.00	1,550.00
Planchón acero inox	538.00	1.00	538.00
Ruedas de soporte	75.00	2.00	150.00
Total			2,238.00

6.3.4 Costos de la caja de control de la cinta transportadora

Los costos de diseño que se observan en la tabla 17, corresponden a los asociados a la fabricación de un cajón con ruedas.

Tabla 17 Costos de la caja de control de la cinta transportadora

Ítems	Precio Unitario	Cantidad	Total
Armario Rittal 35*25*15 cm	12,905.47	1.00	12,905.47
Pulsador Rafx Verde	227.70	1.00	227.70
Bloque de contacto	215.33	1.00	215.33
Pulsador Rafx Rojo	227.70	1.00	227.70
Pulsador Rafx Rojo de emergencia	512.33	1.00	512.33
Bloque de contacto	207.90	2.00	415.80
Sub-Total			14,504.33
Iva(12.00%)			1,740.52
Total			16,244.85

Los costos reflejados en las tablas 14, 15,16 y 17 poseen una vigencia y factibilidad de adquisición durante 5 días a partir de la fecha de cotización

6.4.- MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

6.4.1.- Banda transportadora

No se contempla la presente investigación la elaboración de un manual de operaciones, dada la practicidad de funcionamiento de la banda. Se recomienda revisión periódica del motor o a consideración del operario de la banda conforme a condiciones y requisiciones de la empresa.

Se recomienda limpieza y lavado periódico de la banda transportadora a satisfacción de los usuarios de la misma.

6.4.2.- Mesa inclinada

Se recomienda limpieza y lavado diario de la mesa inclinada, específicamente de la plancha de acero inoxidable que está en contacto con los paquetes de azúcar.

6.4.3.- Carro con 2 ruedas

Se recomienda limpieza periódica del cajón con ruedas a satisfacción de los usuarios del mismo.

CAPÍTULO VII

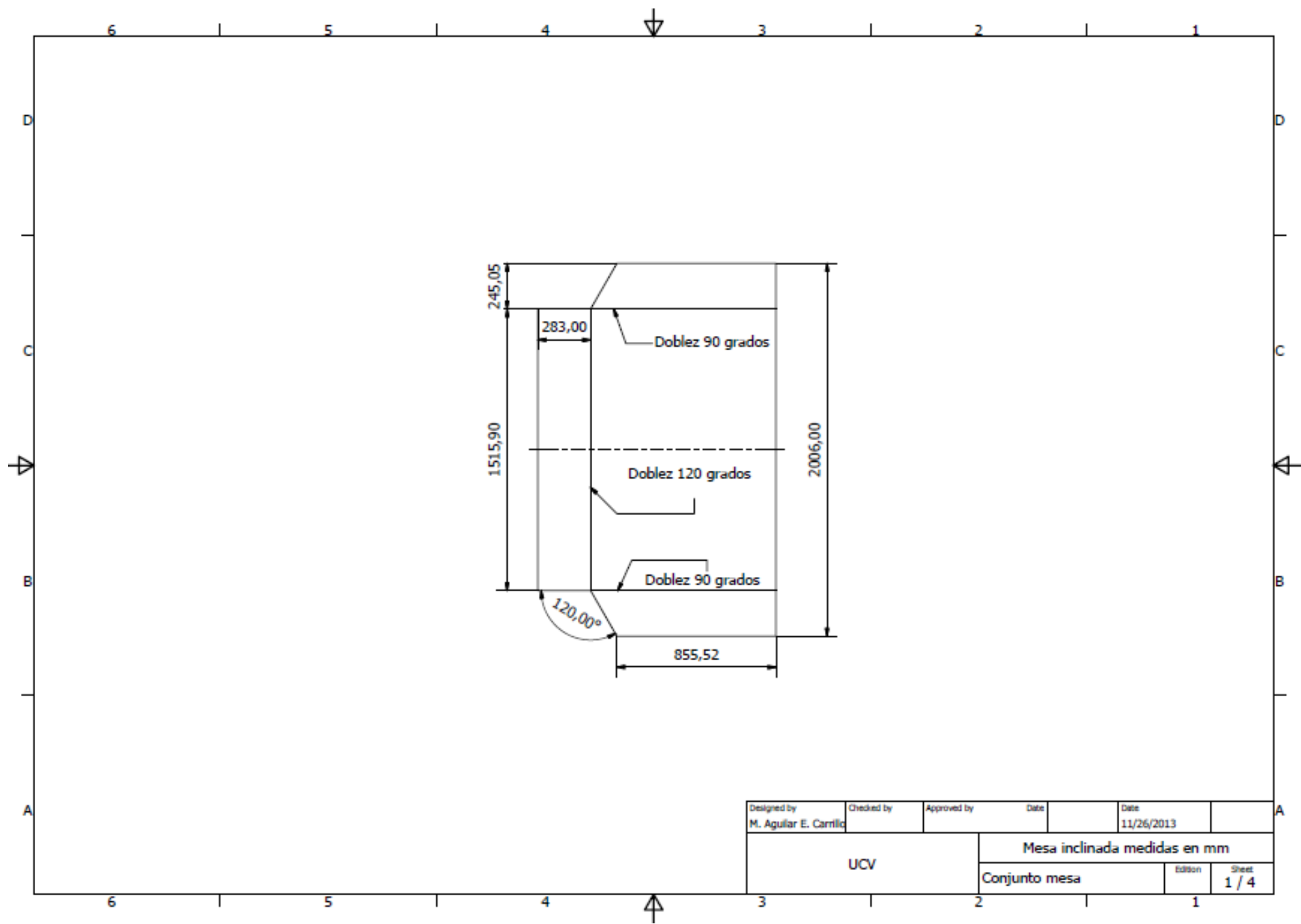
PLANOS DEL DISPOSITIVO

Los planos de los dispositivos se elaboraron empleando la herramienta de dibujo asistido (Inventor).

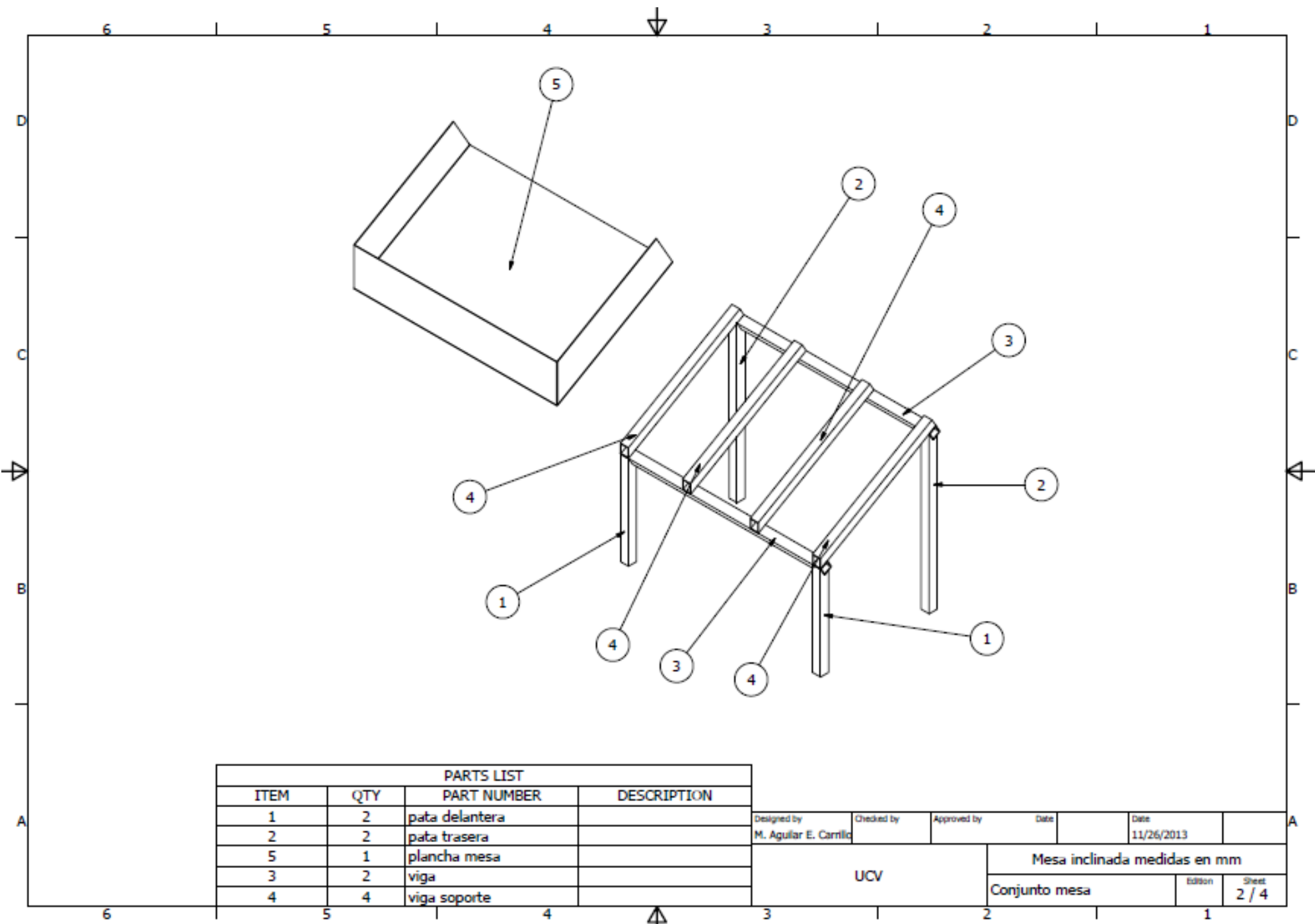
7.1.- PLANOS DE LA BANDA TRANSPORTADORA

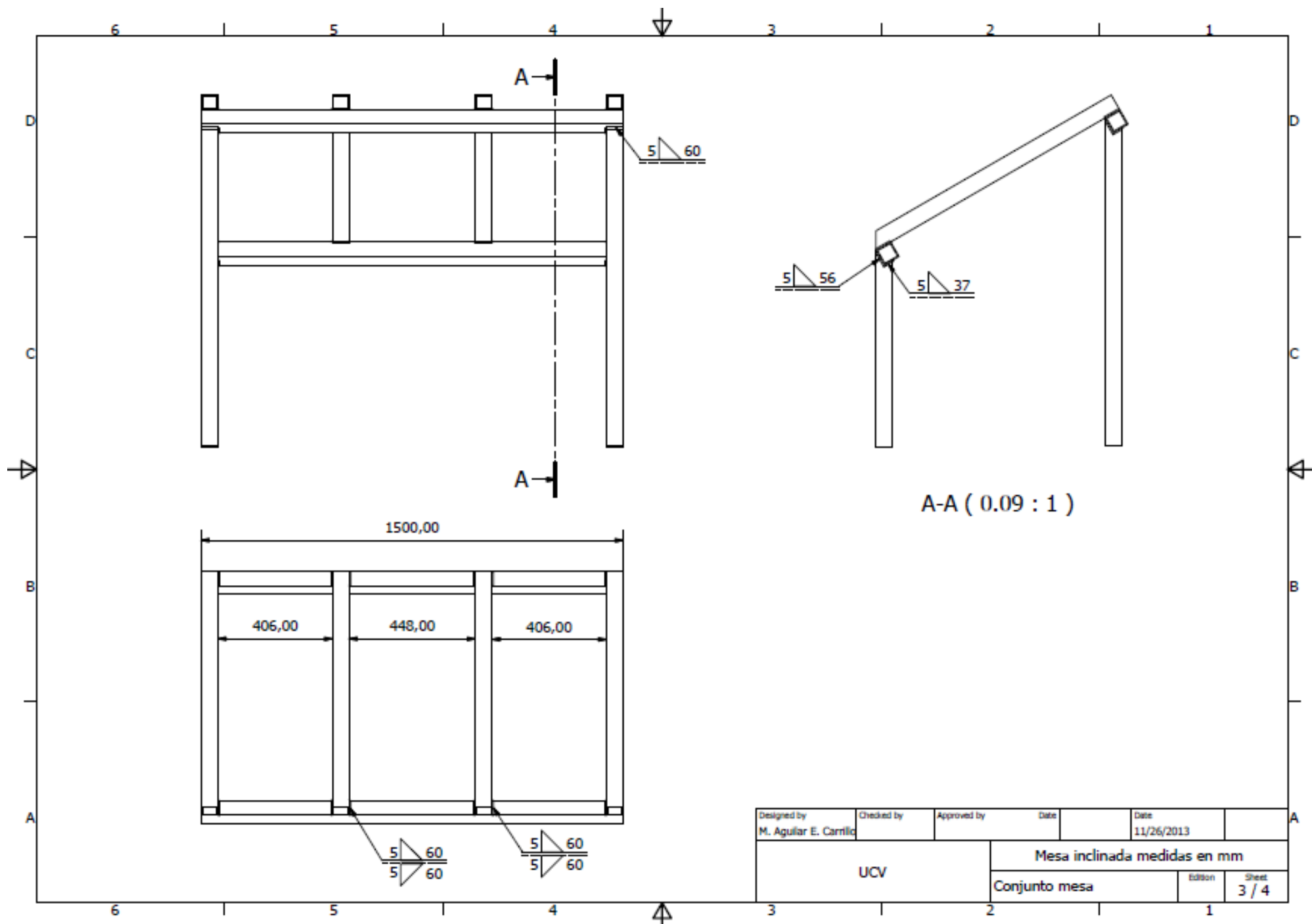
No se contempla la disposición de los planos de la cinta transportadora debido a que los componentes de dicha banda, fueron seleccionados directamente de los catálogos del proveedor. Dichos catálogos pueden ser observados en los anexos 1.

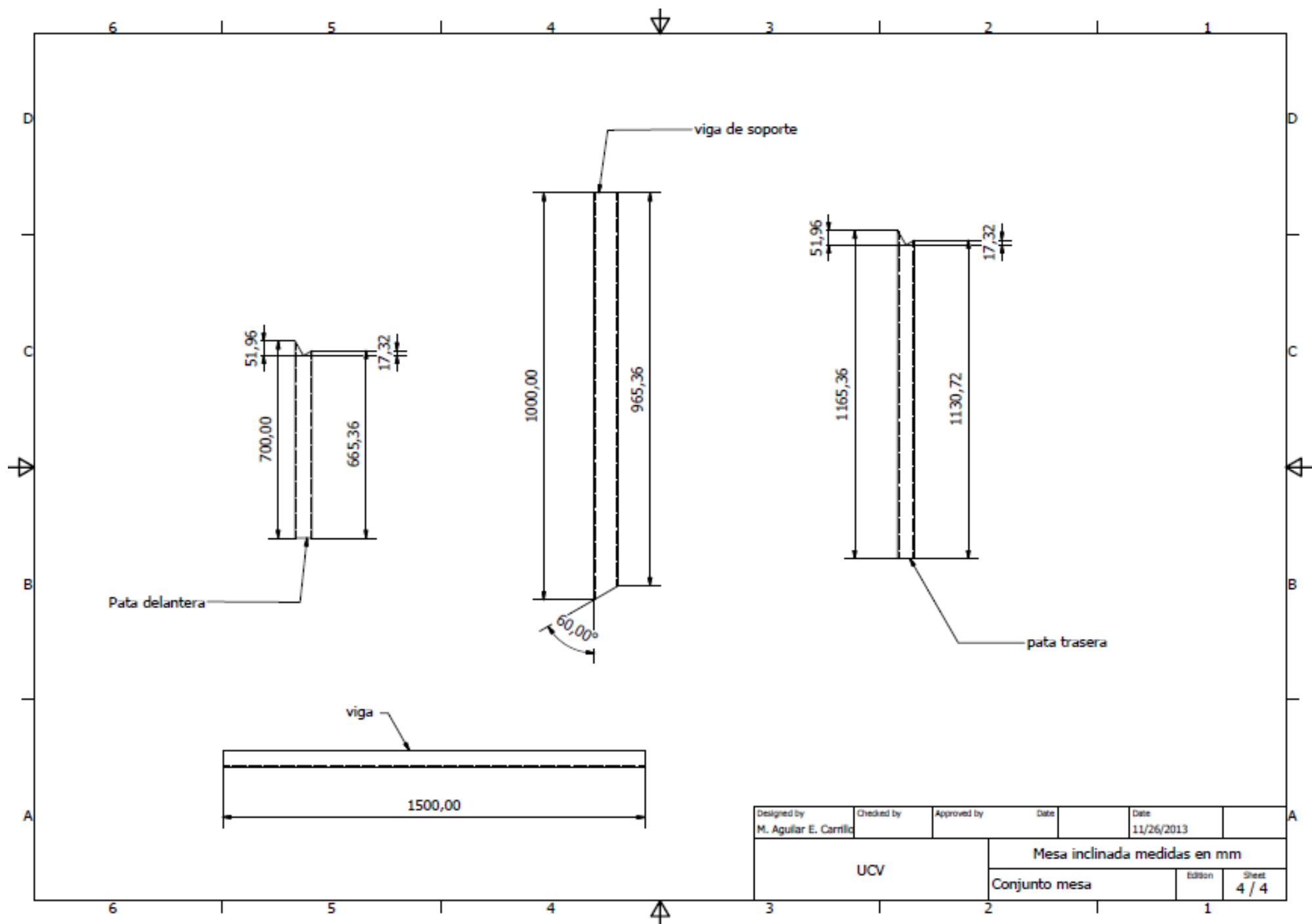
7.2.- PLANOS DE LA MESA INCLINADA



Designed by M. Aguilar E. Carrillo	Checked by	Approved by	Date	Date 11/26/2013
UCV		Mesa inclinada medidas en mm		
		Conjunto mesa	Edition	Sheet 1 / 4

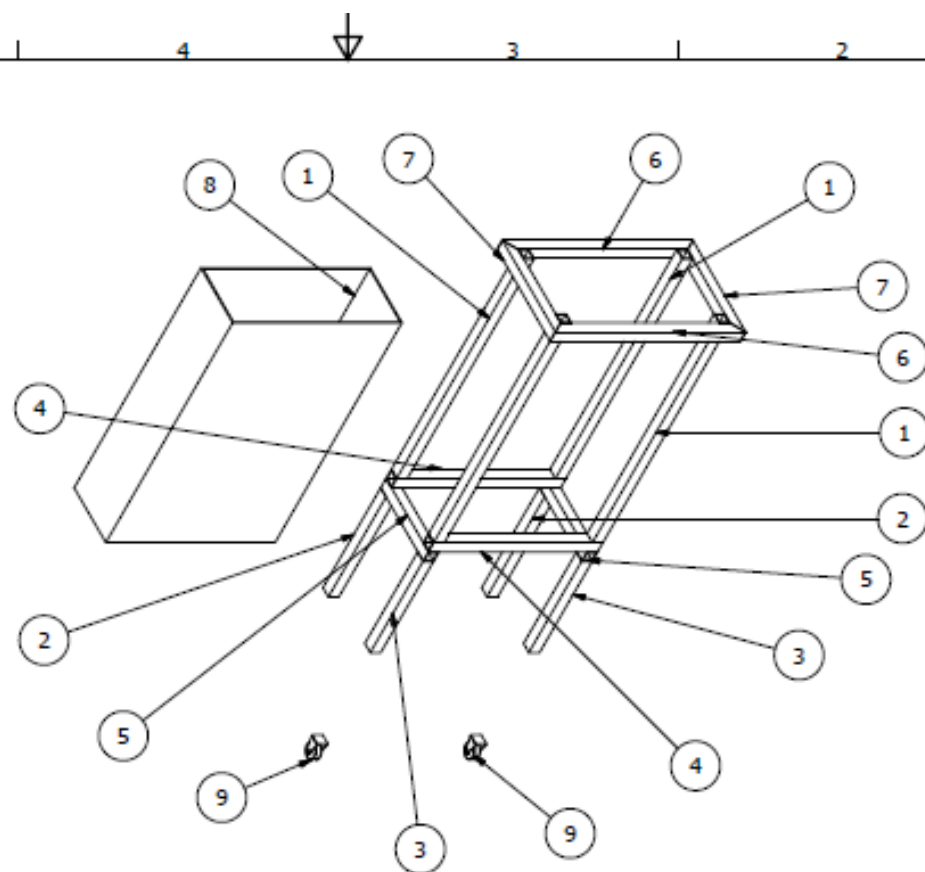






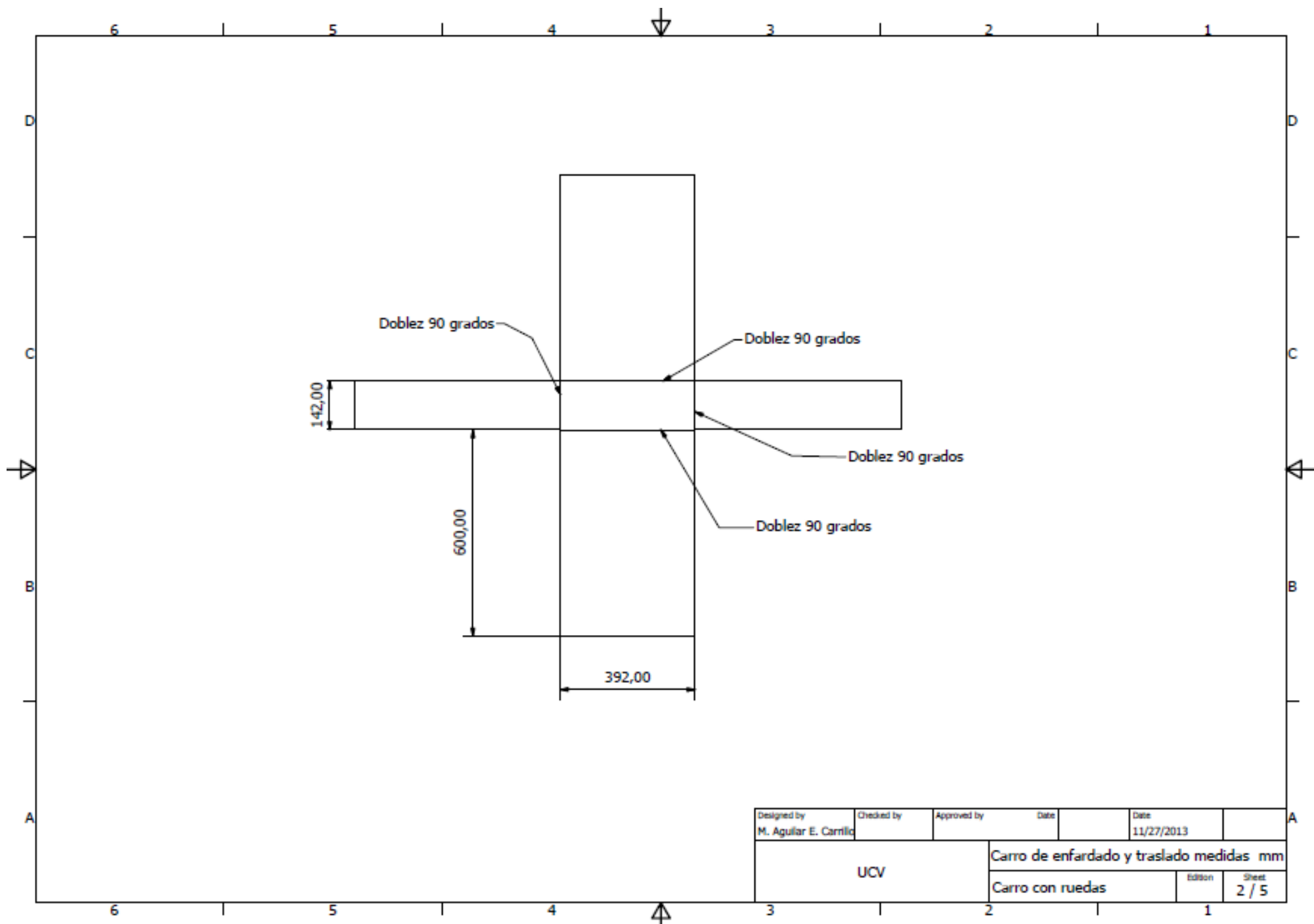
Designed by M. Aguilar E. Carrillo	Checked by	Approved by	Date	Date 11/26/2013	
UCV			Mesa inclinada medidas en mm		
			Conjunto mesa		Edition Sheet 4 / 4

7.3.- PLANOS DEL CARRO CON 2 RUEDAS

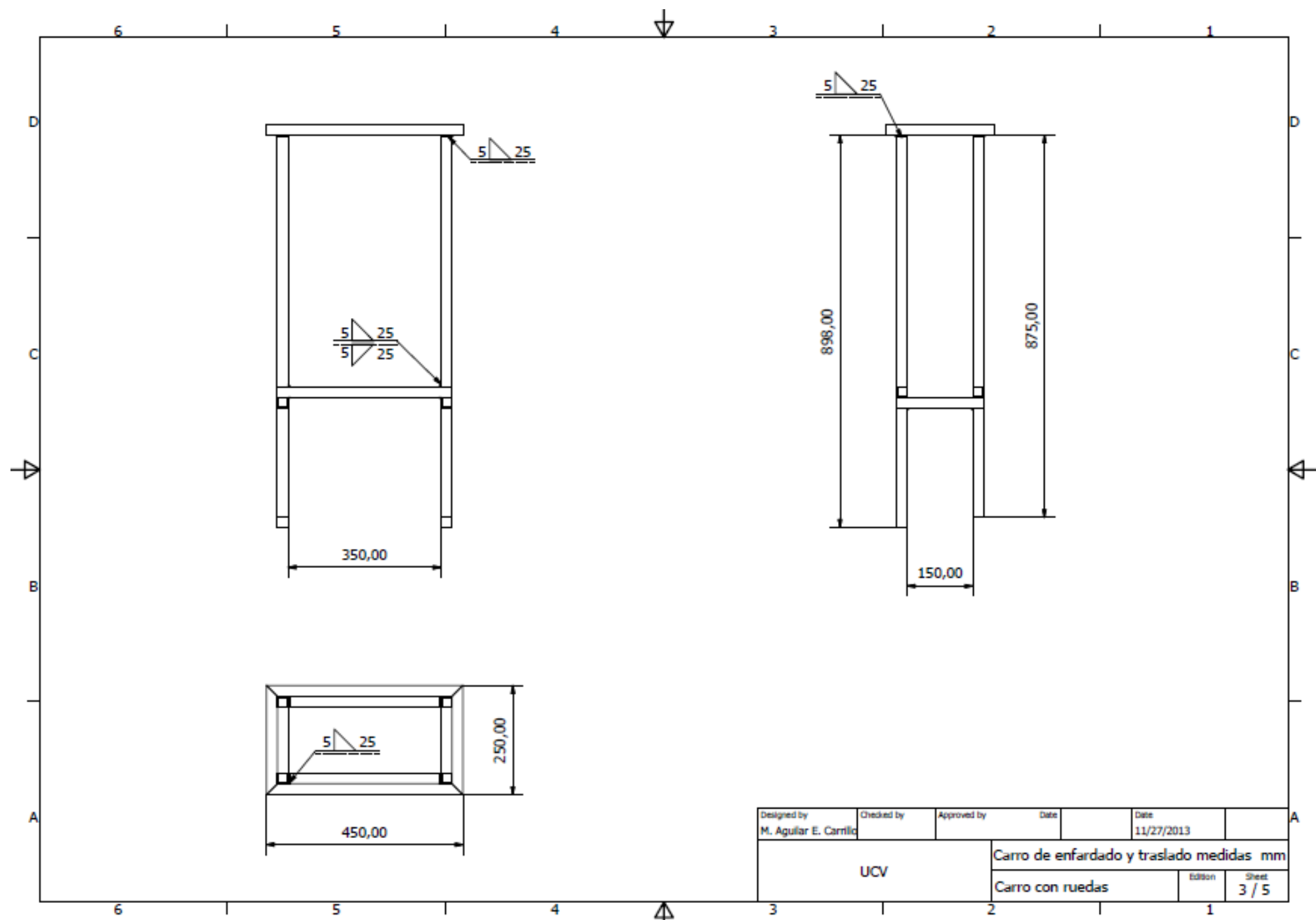


PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	4	columna 1	
2	2	columna 2	
3	2	columna 3	
4	2	viga 1	
5	2	viga 2	
6	2	viga esp 1	
7	2	viga esp 2	
8	1	cajon	
9	2	rueda	

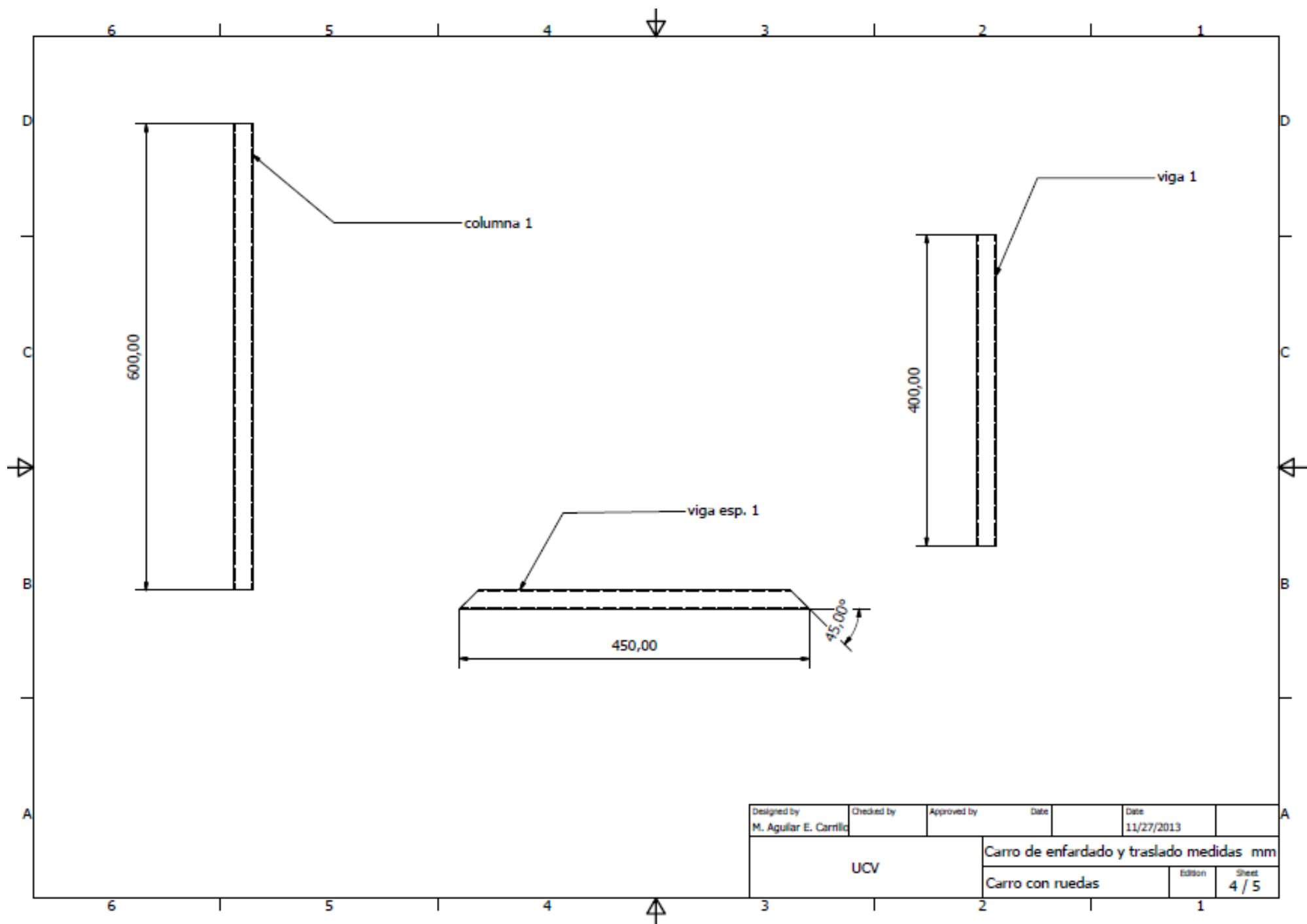
Designed by M. Aguilar E. Carrillo	Checked by	Approved by	Date	Date 11/27/2013
UCV			Carro de enfiado y traslado medidas mm	
Carro con ruedas			Edicion	Sheet 1 / 5

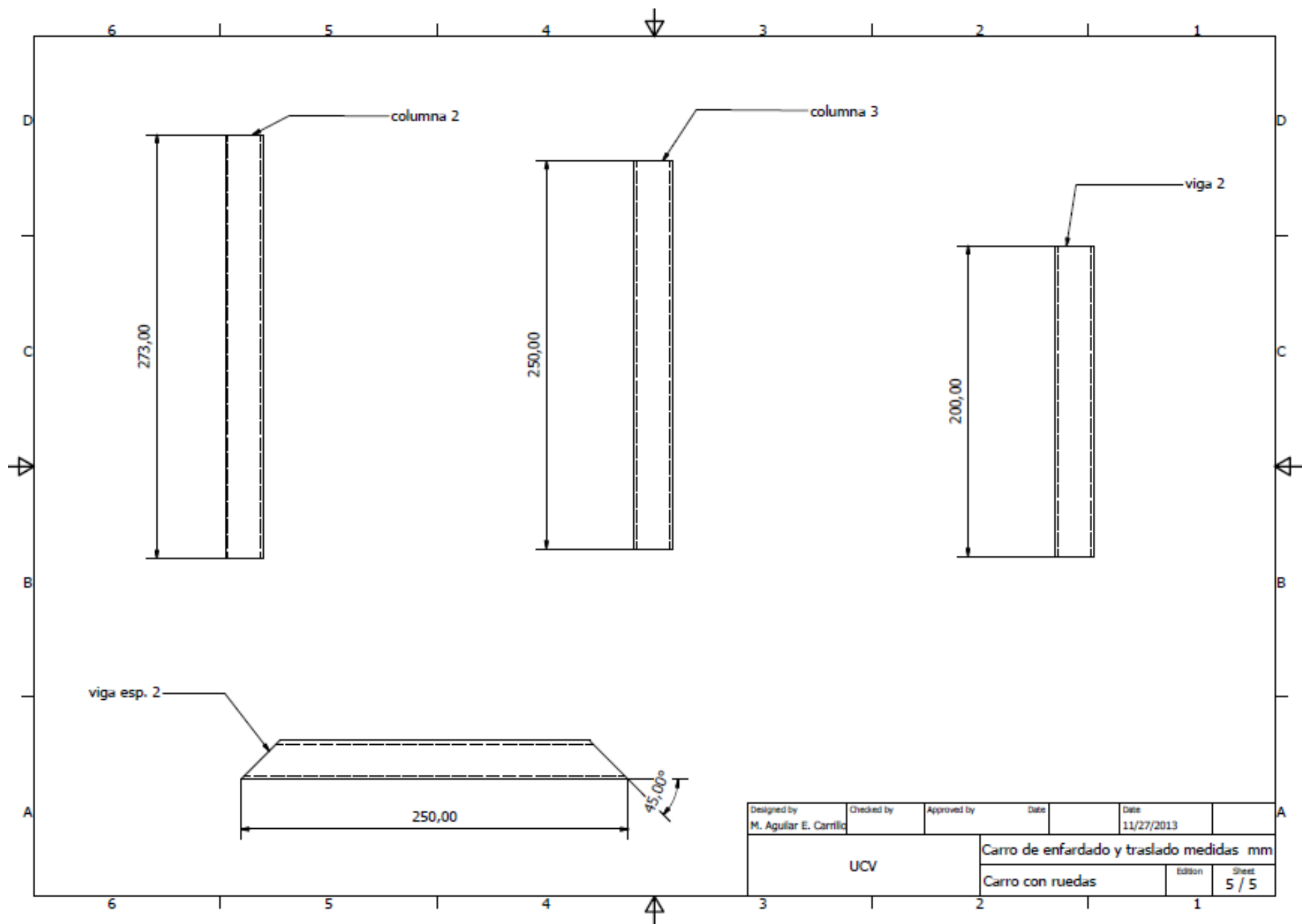


Designed by M. Aguilar E. Carrillo	Checked by	Approved by	Date	Date 11/27/2013
UCV		Carro de enfardado y traslado medidas mm		
		Carro con ruedas	Edition	Sheet 2 / 5



Designed by M. Aguilar E. Carrillo	Checked by	Approved by	Date	Date 11/27/2013
UCV		Carro de enfiado y traslado medidas mm		
Carro con ruedas		Edition	Sheet 3 / 5	





CAPÍTULO VIII.-

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1.- CONCLUSIONES

- La selección de un modelo de investigación basado en las técnicas del Diseño Conceptual, permitió trabajar la problemática que giraba en torno al traslado, enfardado, y sellado de bultos de azúcar en una industria azucarera, este modelo consto de una serie de métodos y técnicas de Diseño con las cuales se pudo solucionar objetivamente la problemática encontrada.
- Para el transporte de los paquetes de 1 kg de azúcar desde la salida de la máquina automática hasta la mesa de enfardado, se obtuvo como solución potencialmente ejecutable en planta, una banda transportadora.
- Para el almacenamiento de los paquetes de 1 kg de azúcar y posterior proceso de enfardado este presente trabajo arrojo como solución potencialmente ejecutable en planta, una mesa inclinada.
- Para el traslado de los fardos de 20 kg y 24 kg desde la etapa de enfardado hasta la paleta, se presenta como solución potencialmente ejecutable en planta, un carro con 2 ruedas.
- Se realizaron los cálculos necesarios de la mesa inclinada y del carro con ruedas, para que bajo las condiciones de servicio, éstos no representen vulnerabilidad a fallas.
- Se realizaron los cálculos necesarios para la cinta transportadora, con el fin de realizar su selección adecuada para los requerimientos exigidos en planta.

8.2.- RECOMENDACIONES

- Según la data recolectada de los trabajadores de la línea de producción de azúcar, se recomienda el empleo de personal masculino para posicionar los bultos de 20 kg y 24 kg directamente sobre la paleta.
- Se recomienda no exceder el límite máximo de 300 paquetes de azúcar sobre la mesa inclinada.
- Se recomienda no exceder el límite máximo de 24 kilogramos del carrito de enfardado y transporte.
- Según la data recolectada de los trabajadores de la línea de producción de azúcar, se recomienda el empleo de personal masculino para posicionar los bultos de 20 kg y 24 kg sobre la paleta.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Barreto José. (2013). Diseño de un equipo lavador y descamador de pescados varios para una fábrica de equipos de procesamiento de alimentos. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 2.- Bonilla H., Humberto; Carrillo A., Raúl J. (1995). Adaptaciones a un prototipo cosechador de yuca para cosechar batata. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 3.- Chaparro T. Luis R. (1987). Diseño de un Sistema para Manejar Productos Terminados en una Planta de las Industrias Savoy. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas
- 4.- Contreras E. José R., Martínez G. Jesús A. (2000). Estudio de la Optimización del Sistema de Transporte de la Materia Prima de una Empresa Fabricante de Vidrio. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 5.- Cross, Nigel. (2001). Métodos de Diseño, estrategias para el diseño de productos. Milton Keynes: Limusa Wiley.
- 6.- Fava G., Sergio J., Gómez P., Dani F. (2008). Diseño construcción y automatización de una cinta transportadora para la simulación mecánica de un proceso industrial. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 7.- Guerrero V., Isabel T., Ocampo G., Rosalyn. (2003). Rediseño del Quirófano de Intervenciones de neurocirugía del Hospital J.M. de los Ríos Sobre la Base de un Estudio Ergonómico. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

- 8.- Jones, J (1992), Design methods, Second Edition, John Wiley & Sons, INC.
- 9.- Jota V., Dangerwis E., Molina R., Idelfonso J. (2003). Propuesta de Rediseño Ergonómico del Quirófano Tipo Abdominal del Hospital Militar de Caracas "Dr. Carlos Arvelo.". Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 10.- Mendoza G., Lurif L., Rukóz M., Hernán J. (2011). Diseño de un ergonómetro para medir parámetros de diseño y rendimiento de los prototipos de vehículos de propulsión humana del grupo ASME UCV. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 11.- Milani, Rodolfo, (1977). Diseño para nuestra realidad. Caracas, Editorial Equinoccio
- 12.- Miravete, A., Larrodé, E., (1996). Transportadores y elevadores., INO Reproducciones S. A. 1era Edición. Zaragoza. Pags. 165 – 250.
- 13.- Mott, Robert L. (2006). Diseño de elementos de máquinas. Pearson Educación. 4ta Edición. México.
- 14.- Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K. (2007). Engineering Design. A Systematic Approach, 3rd Ed. Springer, London.
- 15.- Paredes Bolívar, Ugueto Norman. (1998). Estudio y Diseño de un Sistema de Transporte de Materiales a Granel o de Paquetería. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- 16.- Pereira G. Paola S., Ruiz P. Mireya T. (2010). Aplicación de Técnicas del Diseño Conceptual para la Creación de un Espacio de Enseñanza –Aprendizaje que Reúna Conocimientos Teóricos con Experiencias Técnicas. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

- 17.- Popov, E., (2000). Mecánica de Sólidos, 2da Edición. Pearson Educación
- 18.- Reglamento de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo, (Decreto N°1564). (1973, Diciembre 31). Eduven.
- 19.- Rojas T., María A.; Vera R., Ramón E. (2010). Aplicación de las técnicas del diseño conceptual para el desarrollo de un bien de consumo. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela Caracas
- 20.- Rumbos Miguel, Vielma R. José A. (1997). Diseño de un banco de ensayos de válvulas mecánicas cardíacas. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- 1.- Burge, Stuart (s.f.). The systems engineering Tool Box, Pugh Matrix. Obtenida el 28 de marzo del 2013, de <http://www.burgehugheswalsh.co.uk/uploaded/documents/Pugh-Matrix-v1.1.pdf>
- 2.- Buzan, Tony (s.f.). Mind Mapping. Obtenida el 23 de Mayo del 2013 <http://www.tonybuzan.com/about/mind-mapping/>
- 3.- Ciencia y el hombre (s.f.). Lo dulce del Azúcar. Obtenida el 03 de febrero del 2013, de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num1/articulos/azucar/index.htm>
- 4.- Decision MaKing Confidence (s.f.). How to use the Pugh Matrix. (s.f.), de <http://www.decision-making-confidence.com/pugh-matrix.html>
- 5.- Hernández, Daniel R. (2006). La estatura no es problema en Venezuela. Obtenida el 17 de Julio del 2013, de http://www.eluniversal.com/2006/07/10/ten_art_09454A.shtml
- 6.- Instituto Nacional de prevención, Salud y seguridad Laborales. Obtenida el 19 de Julio del 2013, de http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/lopcymat.pdf
- 7.- Materiales Los Andes, Tubos y perfiles de acero para uso estructural. Obtenida el 5 de Febrero del 2013 de http://www.materialeslosandes.com/tproductos.php?pagina=conduven_estru
- 8.- Ramírez, Alfonzo. La palabra Diseño. Obtenida el 20 de Julio del 2012, de <http://www.dtic.upf.edu/~rramirez/Arponce/LaPalabraDiseno.pdf>
- 9.- Real Academia de la Lengua Española (s.f.). Obtenida el 03 de febrero del 2012, de http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA

10.- Real Academia de la Lengua Española, (s.f.). Obtenida el 28 de marzo del 2012, de <http://lema.rae.es/drae/?val=fardo>

11.- Scientistlive (s.f.). Diseño de un sistema de vacío para su aplicación de gestión de bolsas. Obtenida el 4 de febrero de 2012, de <http://www.scientistlive.com/Eropean.food-scientist/packaging>

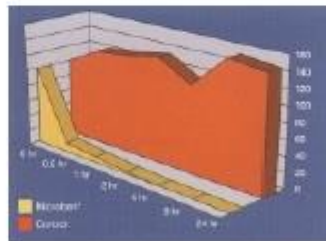
ANEXOS

ANEXOS 1

PRODUCT QUALITY



- Part. 261-634-356-613-219-273-210-211-213-107 are supplied with Microban® antibacterial protection
- By penetrating the cell wall of bacteria Microban® inhibits the growth of most common food poisoning bacteria, such as E.coli, Salmonella, Listeria, S.aureus, Campylobacter, which can cause contamination and odour.
- Independent laboratory tests have proven Microban® to be effective throughout the lifetime of the product. Because it is built-in, it is working all-over.
- The active agent used in Microban® technology has been recommended for approval in food contact uses by the European Union Scientific (SCF), in the United States the Environmental Protection Agency (EPA) has approved it for use in conveyor belts.



Bacteria E.coli in Microban® plastic compound compared to identical untreated plastic.



Without protection, growth of bacteria on and around the product.



With Microban®, absence of bacteria on and around the product.

Contents

max belt
Conveyor Components



CHAIN GUIDE COMPONENTS

Page 6

- ✦ Chain guide profiles Page 8
- ✦ Corner tracks and straight tracks Page 22
- ✦ Roller guides for chain return Page 31
- ✦ Serpentine guides for chain return Page 39
- ✦ Expansion plugs for sides connection Page 42

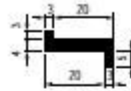


FRAME SUPPORT COMPONENTS

Page 44

- ✦ Side mounting top brackets Page 46
- ✦ Bearing heads Page 48
- ✦ Support bases Page 50
- ✦ Connecting joints Page 56

Part. 262



Reinforced version

Chain guide profile

Part.	Colour	Packaging metric	Code
-------	--------	---------------------	------

262	Black	45	63651
-----	-------	----	-------

Standard packaging: coil.

Material

Polyethylene UHMWPE with molecular density 5.000.000.

Linear expansion coefficient

 2×10^{-4}

Calculation of thermal expansion

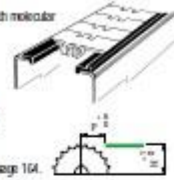
See page 161.

Operating temperature

In air (-40 to +80 °C).

In hot water (+70 °C).

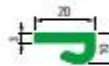
Position of guides. See page 164.



TableTop® chains series 812 - 815 - 820 - 821 - 881 1AB - 8811 1AB - 879 1AB - 880 1AB

Fig. 1 - Chain width 82,5 mm (K 325) / Guide clearance 45 mm

Part. 261



Chain guide profile

Part.	Packaging metric	Code
-------	---------------------	------

261	40	651982 65681
-----	----	--------------

Applicable to 2,5 to 4 mm thick sheet metal.

Colour: white (with Microban®), green (without Microban®).

Standard packaging: coil.

Accessories: Chain inlet guide shoe side Part. 551. See page 14.

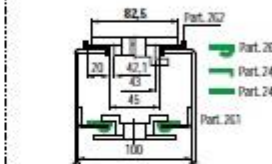


Fig. 2 - Chain width 82,5 mm (K 325) / Guide clearance 45 mm

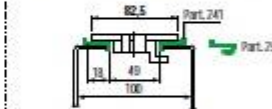


Fig. 3 - Chain width 114,3 mm (K 450)

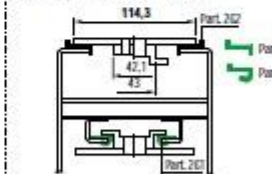


Fig. 4 - Chain width 152,4 mm (K 600), 190,5 (K 750)

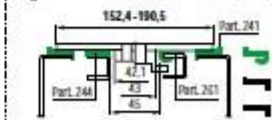
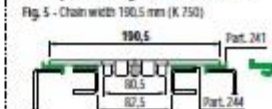


Fig. 5 - Chain width 190,5 mm (K 750)



Part. 243



Chain guide profile

Part.	Colour	Packaging metric	Code
-------	--------	---------------------	------

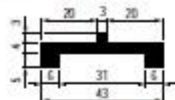
243	Green	90	63781
-----	-------	----	-------

Standard packaging: coil.

Accessories: Chain inlet guide shoe side Part. 551. See page 14.



Part. 263



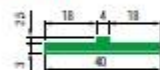
Reinforced version

Chain guide profile

Part.	Colour	Length meters	Code
263	Black	3 6	694321* 63681

- Use: see Fig. 13.
- Standard packaging: bars of 3 and 6 metres.
- Packaging: 96 metres.

Part. 242

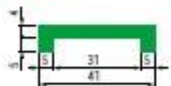


Chain guide profile

Part.	Colour	Packaging meters	Code
242	Green	80	63671

- Use: see Fig. 14.
- Standard packaging: coil.

Part. 362

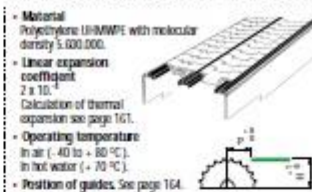


Reinforced version

Chain guide profile

Part.	Colour	Length meters	Code
362	Green	3 6	694331* 67435
	Black	3 6	694341 67726

- Use: see Fig. 15.
- Standard packaging: bars of 3 and 6 metres.
- Packaging: 96 metres.



- Material: Polyethylene UHMWPE with molecular density 5.000.000.
- Linear expansion coefficient: 2×10^{-5} . Calculation of thermal expansion see page 161.
- Operating temperature: in air (-40 to +80 °C), in hot water (+70 °C).
- Position of guides: See page 164.

- TableTop chains series 812 - 815 - 820 - 831 - 861 TAB - 8811 TAB - 879 TAB - 880 TAB

Fig. 13 - Chain width 82.5 mm (K 325) / Pitch 88 mm

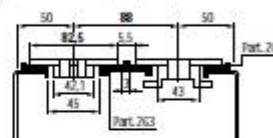


Fig. 14 - Chain width 82.5 mm (K 325) / Pitch 88 mm

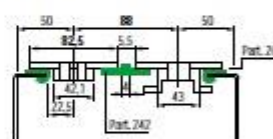
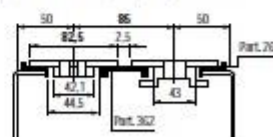


Fig. 15 - Chain width 82.5 mm (K 325) / Pitch 85 mm



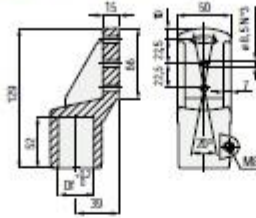
* Items highlighted are made to order and not in stock, sufficient quantity may apply, consult our customer service for availability.

Part. 416



For round tubes

Side mounting top bracket



Part	Tube dimensions	Base dia. Ø mm	Drills material	Colors
416	33,7 (1")	33,7	AISI 304	09668*

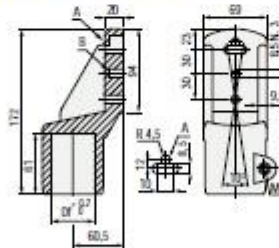
- Material : reinforced polyamide (PA/FV) (black).
 - Weight : 0.15 kg.
 - Max recommended tightening torque : 2 kgm.
 - Packaging : 24 pieces.

Part. 199



For round and square tubes

Side mounting top bracket



Part	Tube dimensions	Base dia. Ø mm	Drills material	Colors
	dia. 48,3 (1 1/2")	dia. 48,3	AISI 304	59171
	38x38	38	AISI 304	611622
199	38x38	38	Zinc plated steel	611712
	40x40	40	AISI 304	611632
	40x40	40	Zinc plated steel	611722

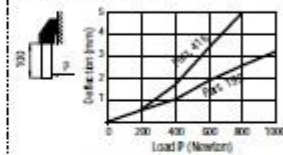
- Material : reinforced polyamide (PA/FV) (black).
 - Weight : 0.32 kg.
 - Max recommended tightening torque : 2 kgm.
 - Packaging : 24 pieces.

* Items highlighted are made to order and not in stock, minimum quantity may apply, consult our customer service for availability.

Assembly of Part. 416



Deflection of Part. 416 - 199



Sliding load



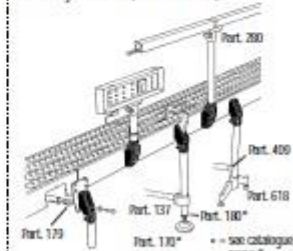
Breaking load



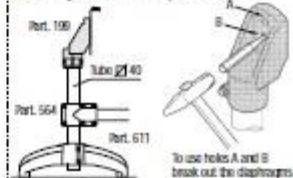
Part. 416 (P = 3300 N)	Part. 416 (P = 21900 N)
Part. 199 Ø48.3 (P = 3500 N)	Part. 199 (P = 35000 N)
Part. 199 38x38 (P = 2500 N)	
Part. 199 40x40 (P = 1900 N)	

Tests performed at tightening torque : 2 kgm

Assembly of Part. 199 (with round tubes)

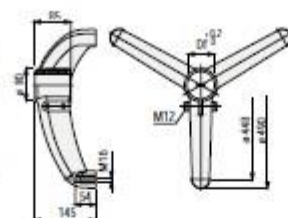


Assembly of Part. 199 (with square tubes)



Part. 615

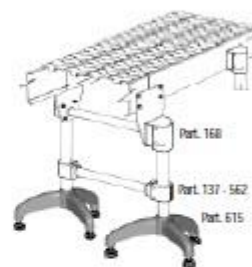
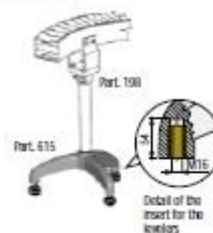
Support base (tripod)



Part.	Tube dia. mm	Base dia. Ø mm	Code
• Bolts in stainless steel AISI 304			
615	38,1	38,1	624242
	42,4 (1" 1/4)	42,4	624252
	48,3 (1" 1/2)	48,3	624262
	50,8	50,8	624272
	60,3 (2")	60,3	624282
• Bolts in zinc plated steel			
615	38,1	38,1	638742
	42,4 (1" 1/4)	42,4	638752
	48,3 (1" 1/2)	48,3	638762
	50,8	50,8	638772
	60,3 (2")	60,3	638782

Material: support base in reinforced polyamide PA 11 (black), brass threaded bushings.
 Weight: 1,45 Kg.
 Max recommended tightening torque: 3,6 Kgm.
 Packaging: 8 pieces.

Assembly of Part. 615



Sliding load resistance


 $P = 8000 \text{ N}$

Max applicable load


 $P = 10000 \text{ N}$

Tests performed at tightening torque: 3,6 Kgm

Types of levelers that can be used

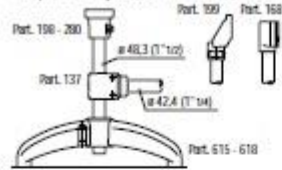


Please refer to
 R080+ catalogue
 for dimensions and
 characteristics

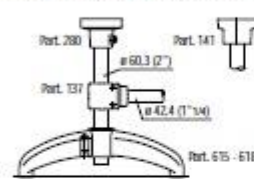
Part. 88-132-133-172-323

Assembly of Part 137

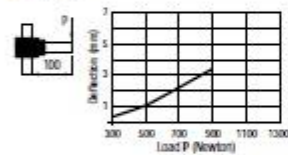
Example of assembly with vertical tubes $\varnothing 48,3$ mm



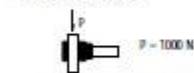
Example of assembly with vertical tubes $\varnothing 60,3$ mm



Deflection

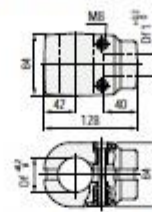


Sliding load resistance



Tests performed at tightening torque : 1 Kg.m

Connecting joint



Part	Vertical tube dia mm	Horizontal tube dia mm	Box dia. ØK mm	Box dia. ØK1 mm	Code
137	48,3 (1 1/2)	42,4 (1 3/4)	48,3	42,4	66813
	60,3 (2)	42,4 (1 3/4)	60,3	42,4	66020

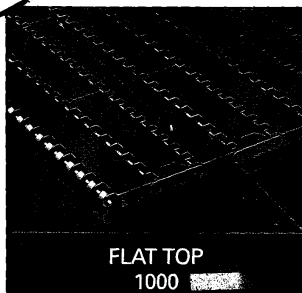
Material : joint in reinforced polyamide PA 11 (black).
Tightening screws in stainless steel AISI 304, cadmium plated brass threaded bushings.
Weight : 0.44 Kg.
Max recommended tightening torque : 1 Kg.m.
Packaging : 6 pieces.

Part 137

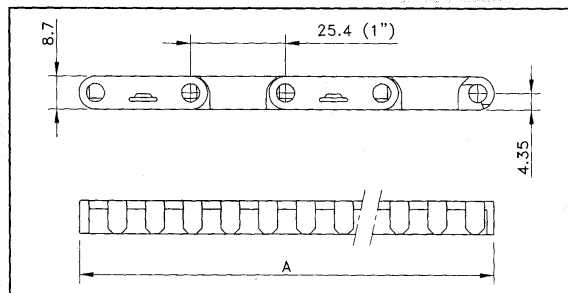


For round tubes

SERIE 1000



FLAT TOP
1000



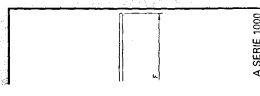
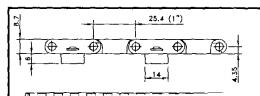
		temperaturas °C		Carga de trabajo (máx.)			
		en seco	humedo	N/m (21°C)	kg/m ²		
ACETAL XLG							
ESTÁNDAR	FT 1000 XLG	817.30.xx	4 a 80	4 a 65	22000	6,50	25
DOBLE POSITRACK	FTDP 1000 XLG	873.27.xx					
POSITRACK EN UN COSTADO, FREE FLOW EN UN COSTADO	FFTP 1000 XLG	873.08.xx					
POSITRACK EN DOS COSTADOS, FREE FLOW EN UN COSTADO	FFTP 1000 XLG	873.07.xx					
DOBLE POSITRACK 84	FTDP 1000 XLG 84	873.21.09	-30 a +80	hasta 65			
ACETAL PS							
DOBLE POSITRACK	FTDP 1000 PS	873.35.xx	4 a 80	4 a 65	22000	6,50	25
DOBLE POSITRACK 84	FTDP 1000 PS 84	873.35.09	-30 a +80	hasta 65			
POLIPROPILENO XP							
ESTÁNDAR	FT 1000 XP	818.30.xx	4 a 104	4 a 104	11000	4,25	25
DOBLE POSITRACK	FTDP 1000 XP	873.29.xx					
ACETAL AS							
ESTÁNDAR	FT 1000 AS	814.30.xx	4 a 80	-	13000	6,11	25
DOBLE POSITRACK	FTDP 1000 AS	873.32.xx					
POLIETILENO WLA ANTIBACTERIANO							
ESTÁNDAR	WLA 1000 FT	812.60.xx	-70 a +35	-70 a +35	5000	4,60	25
POLIETILENO BLA ANTIBACTERIANO							
ESTÁNDAR	BLA 1000 FT	812.80.xx	-70 a +35	-70 a +35	5000	4,60	25
POLIPROPILENO WHA ANTIBACTERIANO							
ESTÁNDAR	WHA 1000 FT	811.80.xx	4 a 104	4 a 104	11000	4,30	25
ACETAL WSA ANTIBACTERIANO							
ESTÁNDAR	WSA 1000 FT	815.70.xx	4 a 80	4 a 65	22000	6,50	25
DOBLE POSITRACK	WSA 1000 FTDP	873.28.xx					

* En los códigos, xx se corresponde con el ancho de la malla (A), comenzando en 10 hasta 85 mm, 11 hasta 170 mm y así sucesivamente con incrementos de 85 mm, u opcionalmente 5 mm, hasta 6.120 mm; consulte también la página 202

Si necesita empujadores, describa la malla eligiendo las opciones necesarias que se indican en la 2ª columna de la tabla:

Material	WLA o BLA o WHA o WSA	Consulte la página 204
Tipo de malla	1000 FT o 1000 FTDP	Positrack (doble) disponible solamente en WSA
Ancho (A)	KM-.. (in mm)	Las mallas con empujadores tienen un ancho mínima de 130 mm con incrementos de 10 mm
Empujadores	F3 o F2 o F1 o H..	Altura estándar de 3", 2", 1" o altura especial en mm
Distancia entre empujadores	T..P	Empujadores en cada ..ª fila (debe corresponderse con un número par de filas)
Side-indent del empujador	N.. (in mm)	Mínimo de 40 mm con incrementos de 5 mm

Ejemplo: WSA 1000 FTDP KM-430 H50 T6P N45 es una malla con Flat Top 1000 y doble positrack, hecha de acetal blanco con Microban, ancho especial de 430 mm, empujadores especiales de 50 mm de altura en cada 6ª fila a 45 mm de los lados



A SERIE 1000

dién- tes	B	E	F	cubo A
		mm	mm	mm

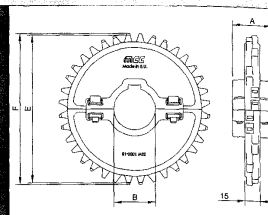
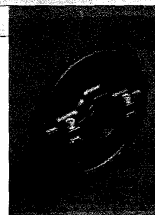
WATERMAN
página 205

PIÑONES PARTIDOS DE CUBO ANCHO

EJES REDONDOS

SSW 1000 16-30	899.06.17	16	30 mm	130,2	130,6
SSW 1000 16-35	899.06.10	16	35 mm		
SSW 1000 16-40	899.06.11	16	40 mm		
SSW 1000 18-30	899.08.17	18	30 mm	146,3	146,8
SSW 1000 18-35	899.08.10	18	35 mm		
SSW 1000 18-40	899.08.11	18	40 mm		
SSW 1000 20-30	899.09.17	20	30 mm	162,4	163,1
SSW 1000 20-35	899.09.10	20	35 mm		
SSW 1000 20-40	899.09.11	20	40 mm		
SSW 1000 16-1½	899.06.31	16	1,5"	130,2	130,6
SSW 1000 18-1½	899.08.31	18	1,5"	146,3	146,8
SSW 1000 20-1½	899.09.31	20	1,5"	162,4	163,1

39



EJES CUADRADOS

SSW 1000 16-40x40	899.06.21	16	40 mm	130,2	130,6
SSW 1000 18-40x40	899.08.21	18	40 mm	146,3	146,8
SSW 1000 20-40x40	899.09.21	20	40 mm	162,4	163,1
SSW 1000 16-1½x1½	899.06.41	16	1,5"	130,2	130,6
SSW 1000 18-1½x1½	899.08.41	18	1,5"	146,3	146,8
SSW 1000 20-1½x1½	899.09.41	20	1,5"	162,4	163,1

39

Para piñones de cubo ancho con eje redondo, un chavetero es suficiente.

Para aplicaciones húmedas en caliente como la pasteurización, se encuentran disponibles piñones especiales; consulte la página siguiente.



BONFIGLIOLI
RIDUTTORI

Worm Gear Series

Supplement



VF



W



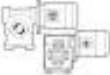
VF/VF - VF/W
W/VF



BONFIGLIOLI

Power & Control Solutions

0.5 hp

n_2 [rpm]	T_2 [lb-in]	S Safety factor	i (ratio)	R_{a2} [lb]					
4.3	3313	1.0	400	1394			VF/W 44/75 - 400	P71 BN71B4	N56C
4.3	2953	1.5	400	1574			VF/W 44/86 - 400	P71 BN71B4	N56C
3.2	3971	1.1	525	1574			VF/W 44/86 - 525	P71 BN71B4	N56C
3.1	3987	2.2	540	1798			VF/W 49/110 - 540	P71 BN71B4	N56C
2.8	4322	3.7	600	3102			WVF 63/130 - 600	P71 BN71B4	N56C
2.5	6212	3.7	690	3597			WVF 86/150 - 690	P71 BN71B4	N56C
2.4	5186	1.7	720	1798			VF/W 49/110 - 720	P71 BN71B4	N56C
2.2	5337	3.0	750	3102			WVF 63/130 - 750	P71 BN71B4	N56C
1.8	6396	2.5	960	3102			WVF 63/130 - 960	P71 BN71B4	N56C
1.6	6029	1.5	1080	1798			VF/W 49/110 - 1080	P71 BN71B4	N56C
1.4	7347	2.2	1200	3102			WVF 63/130 - 1200	P71 BN71B4	N56C
1.3	7298	1.2	1350	1798			VF/W 49/110 - 1350	P71 BN71B4	N56C
1.2	10437	2.2	1380	3597			WVF 86/150 - 1380	P71 BN71B4	N56C
1.1	8759	1.8	1520	3102			WVF 63/130 - 1520	P71 BN71B4	N56C
1.0	8946	1.0	1656	1798			VF/W 49/110 - 1656	P71 BN71B4	N56C
0.94	9076	1.8	1800	3102			WVF 63/130 - 1800	P71 BN71B4	N56C
0.92	12591	1.8	1840	3597			WVF 86/150 - 1840	P71 BN71B4	N56C
0.86	10608	1.5	2560	3102			WVF 63/130 - 2560	P71 BN71B4	N56C
0.58	14314	1.6	2944	3597			WVF 86/150 - 2944	P71 BN71B4	N56C
0.53	9796	1.6	3200	3102			WVF 63/130 - 3200	P71 BN71B4	N56C

0.75 hp

n_2 [rpm]	T_2 [lb-in]	S Safety factor	i (ratio)	R_{a2} [lb]					
244	163	2.9	7	263	VF 49 - 7			P80 BN80A4	N56C
171	227	2.3	10	317	VF 49 - 10			P80 BN80A4	N56C
122	306	1.9	14	366	VF 49 - 14			P80 BN80A4	N56C
114	336	3.9	15	513	W 63 - 15			P80 BN80A4	N56C
95	379	1.4	18	425	VF 49 - 18			P80 BN80A4	N56C
90	416	3.2	19	584	W 63 - 19			P80 BN80A4	N56C
86	446	4.9	20	767	W 75 - 20			P80 BN80A4	N56C
81	476	2.6	21	564		WR 63 - 21		P80 BN80A4	N56C
71	486	1.1	24	474	VF 49 - 24			P80 BN80A4	N56C
71	506	2.7	24	650	W 63 - 24			P80 BN80A4	N56C
68	540	4.1	25	863	W 75 - 25			P80 BN80A4	N56C
61	537	1.2	28	488	VF 49 - 28			P80 BN80A4	N56C
57	600	2.4	30	713	W 63 - 30			P80 BN80A4	N56C
57	681	3.6	30	812		WR 75 - 30		P80 BN80A4	N56C

Dynamic efficiency included in output values 3 phase / 4 pole electric motor Refer to Notes after 20 hp section for ^{1,2,3,4}

ANEXOS 2

Rittal – The System.

Faster – better – worldwide.

► **Catálogo General 33**
Edición 2011/2012

50

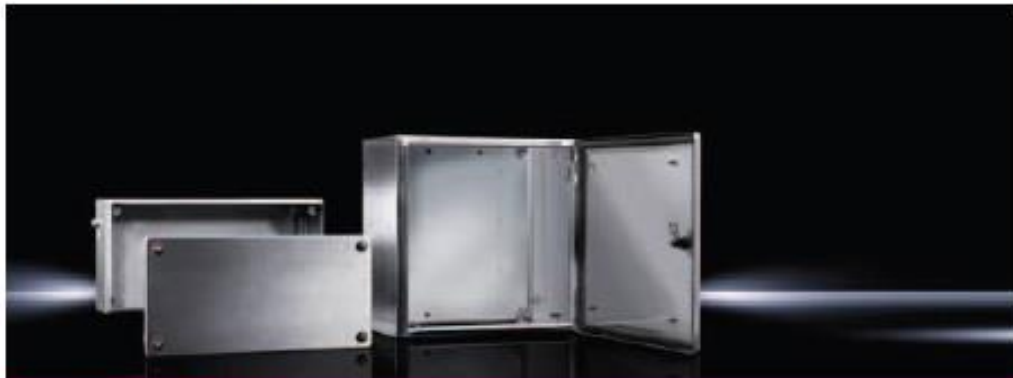
Rittal. Power and Vision!

ENCLOSURES POWER DISTRIBUTION CLIMATE CONTROL IT INFRASTRUCTURE SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



Ex enclosures



System accessories Page 627

Application range:

- Zone 1 and 2 or 21 and 22 to 04/0/EC
- Ambient temperature range: -30°C to +80°C
- Protection type to IEC 60 079: Equipment protection thanks to increased safety, equipment protection thanks to enclosure

Material:

- Enclosure: Stainless steel 1.4301 (AISI 304)
- Cover or door: Stainless steel 1.4301 (AISI 304), all-round foamed-in silicone seal
- Mounting plate: Sheet steel

Surface finish:

- Enclosure: Brushed, grain 240
- Mounting plate: Zinc-plated

Protection category:

IP 66 to IEC 60 529

Supply includes:

- Enclosure
- Cover or door
- Mounting plate (only for enclosures with door)

Certificates:

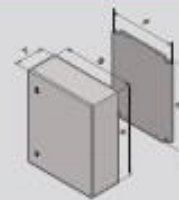
- Enclosure with cover:
 - PTB 03 ATEX 1013U
 - IEC Ex PTB 09 0003U
- Enclosure with door:
 - PTB 02 ATEX 1062U
 - IEC Ex PTB 09 0006U

Approvals:

- ATEX
- IEC

Detailed drawings:

Available on the Internet.



Stainless steel, with screw fastened cover

Width (B) mm	Packs of	150	200	300	350	380	400	Page
Height (H) mm		150	200	150	200	300	200	
Depth (T) mm		80	80	80	80	100	120	
Model No. KGL	1	8901.000	8903.000	8902.000	8904.000	8905.000	8906.000	
Weight (kg)		1.3	1.8	1.8	2.4	3.9	3.0	
Accessories								
Mounting plates		1560.700	1562.700	1561.700	1563.700	1567.700	1564.700	621
Wall mounting bracket ¹⁾	4	1594.000	1594.000	1594.000	1594.000	1594.000	1594.000	627
Support rails TS 35/7.5	60	2314.000	2315.000	2316.000	2316.000	2316.000	2317.000	635
Earth straps		see page 628						

Stainless steel, with hinged door

Width (B) mm	Packs of	200	300	380	380	380	600	600	700	800	Page
Height (H) mm		300	380	300	380	600	600	700	700	1000	
Depth (T) mm		155	210	155	210	210	210	210	300	300	
Mounting plate width (F) mm		162	234	234	234	234	549	549	704	739	
Mounting plate height (G) mm		275	275	275	365	570	570	700	700	865	
Model No. KGL	1	9401.600	9406.600	9402.600	9403.600	9404.600	9405.600	9406.600	9407.600	9408.600	
Cam lock with double-throw insert		1	1	1	1	2	2	2	2	2	
Weight (kg)		3.8	7.7	7.4	9.7	13.3	15.6	22.3	30.5	36.3	
Accessories											
Wall mounting bracket ¹⁾	4	2430.000	2433.000	2433.000	2433.000	2433.000	2433.000	2433.000	2433.000	2433.000	627
Support rails TS 35/7.5	60	2316.000	2316.000	-	-	-	2319.000	2319.000	-	-	635
Tools for interior installation	4	-	2373.210	-	2373.210	2373.210	2373.210	2373.210	2373.300	2373.300	647
Perforated mounting strip	20	-	2310.038	-	2310.038	-	-	-	-	-	645
Earth straps		see page 628									

¹⁾Stainless steel 1.4301 (AISI 304)

Ex enclosures



System accessories Page 637

Application range:

- Zone 1 and 2 or 21 and 22 to 94/95°C
- Ambient temperature range: -30°C to +80°C
- Protection type to IEC 60 079
- Equipment protection thanks to increased safety, equipment protection thanks to enclosure

Material:

- Fibre-glass-reinforced unsaturated polyester, surface resistance: $< 10^9 \Omega$
- Door: Fibre-glass-reinforced unsaturated polyester, surface resistance: $< 10^9 \Omega$, all-round formed-in silicone seal
- Mounting plate: Sheet steel, zinc-plated

Colour:
RAL 9011

Protection category:
IP 66 to IEC 60 529

Supply includes:

- Enclosure
- Door
- Mounting plate

Certificates:

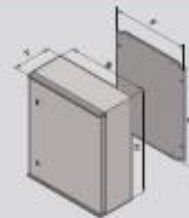
- PTB 03 ATEX 1011U
- IEC Ex PTB 10.0011U

Approvals:

- ATEX
- IEC

Detailed drawings:

Available on the Internet.



Plastic

Width (B) mm	Packs of	200	250	300	400	400	500	600	600	800	Page
Height (H) mm		300	350	400	400	400	500	600	600	800	
Depth (T) mm		150	150	200	200	200	300	300	300	300	
Mounting plate width (F) mm		145	195	245	245	245	417	545	517	717	
Mounting plate height (G) mm		250	300	350	350	350	450	550	550	750	
Model No. KEL	1	9201.600	9202.600	9203.600	9204.600	9205.600	9207.600	9206.600	9208.600	9209.600	
Cam lock with double-tilt insert		1	1	2	2	2	2	2	—	—	
3-point locking rod		—	—	—	—	—	—	—	■	■	
Weight (kg)		3.7	4.6	6.0	6.5	11.5	12.9	15.9	24.3	33.0	
Accessories											
Wall mounting bracket	4	6095.000	6096.000	6096.000	6096.000	6096.000	6096.000	6096.000	6096.000	6096.000	628
Threaded inserts MI	20	1482.000	1482.000	1482.000	1482.000	1482.000	1482.000	1482.000	1482.000	1482.000	630
Mounting plate adjustment bracket	4	1481.000	1481.000	1481.000	1481.000	1481.000	1481.000	1481.000	1481.000	1481.000	634
Support rails							see page 634				
Earth strap							see page 630				
Cable duct							see page 715				

Botoes e Sinaleiros Ø 22 mm
Botones e Indicadores Ø 22 mm

Rafix
Evolution



Soluções em Sistemas de Segurança e Automação
Soluciones en Sistemas de Seguridad y Automatización

SCHMERSAL
ACE

Modelos de Botões / Botones

		Facado Raso	Saliente	Cogumelo Ø36 Hongo Ø36	Emergência Emergencia	Interruptor
Aro Frontal Metalizado Redondo		RE Ø2	RE Ø32	RE C2 36	RE E2 36	RE I2
	Opções	• • • • •	• • • • •	• •	•	•
	Colores Translúcidas Transparentes	• • • • •	• • • • •	—	—	—
Observações Observaciones		Para melhor luminosidade, utilizar: STLS / STLS ou Lâmpadas. Para una luminosidad mejor, utilizar: STLS / STLS o Lámparas.				

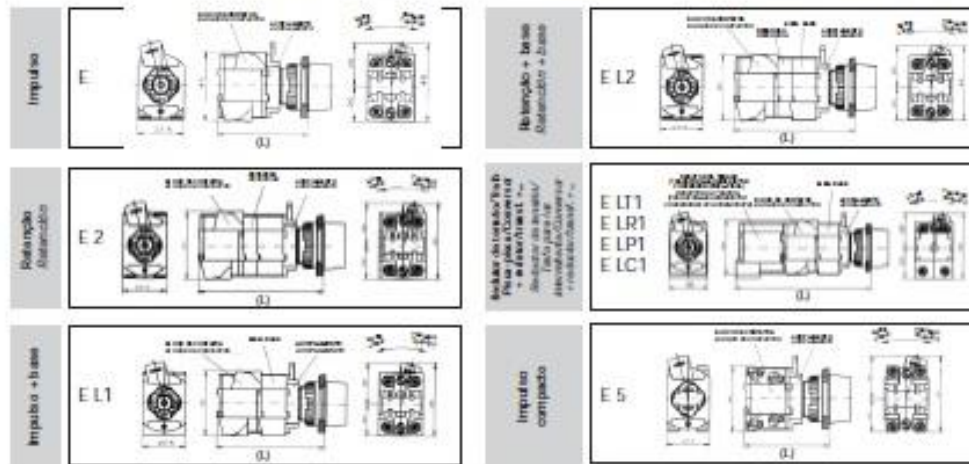
		Yalo (c/ chave) c/ base e acion. por chave Yalo (c/ chave) c/ base y accion. por base	Yalo (c/ chave) c/ base e accion. manual Yalo (c/ chave) c/ base y accion. manual	Cogumelo Ø36 Yalo (c/ chave) Hongo Ø36 Yalo (c/ chave)	Cogumelo Ø50 Yalo (c/ chave) Hongo Ø50 Yalo (c/ chave)	Duplo Iluminado Doblo Iluminado
Aro Frontal Metalizado Redondo		RE Y22	RE Y22	RE P2 36	RE P2 50	DP
	Opções	•	•	• •	• •	•
	Colores Translúcidas Transparentes	—	—	—	—	•
Observações Observaciones		Para melhor luminosidade, utilizar: STLS / STLS ou Lâmpadas. Para una luminosidad mejor, utilizar: STLS / STLS o Lámparas.				

Modelos de Sinaleiros / Indicadores

Lançamento
New Arrival

		Facado Raso com anel cinza sem anel (opcional, ver foto)	Facado Raso com anel cinza sem anel (opcional, ver foto)	Saliente sem visor com anel cinza sem anel (opcional, ver foto)	Sem Visor sem anel com anel cinza sem anel (opcional, ver foto)	Facado Raso com anel cinza sem anel (opcional, ver foto)
Aro Frontal em Termoplástico Metalizado		RE V220	RE V222	RE VS222	RE V222 w/ visor	SM 22
	Aplicação / Aplicación (L 123)	✓	✓	✓	✓	—
	Colores Translúcidas Transparentes	• • • • •	• • • • •	• • • • •	—	• • • • •
Torneiras Tornos		Conf. bloco de contato Conf. bloque de contacto				
		24VDC/125WAC 220WAC				

Blocos de Contato Conjugados / Bloques de Contacto Conjugados



IMPULSO					RETENÇÃO** / RETENCIÓN**					COMPACTO**				
Distribuição dos contactos Distribución de los contactos	E	Dim. L 22mm	EL	Dim. L 27mm	Distribuição dos contactos Distribución de los contactos	E	Dim. L 22mm	EL	Dim. L 22mm	Distribuição dos contactos Distribución de los contactos	E	Dim. L 22mm	EL	Dim. L 22mm
1NA	E110	53	EL110	68	1NA	E210	72,5	EL210	72,5	2NA + 2NF**	E522	53	EL522	68
1NF*	E101	53	EL101	68	1NF*	E201	72,5	EL201	72,5	4NA + 4NF**	E544	80	EL544	96
1NA + 1NF*	E111	53	EL111	68	1NA + 1NF*	E211	72,5	EL211	72,5	6NA + 6NF**	E566	107	EL566	123
2NA	E120	53	EL120	68	2NA	E220	72,5	EL220	72,5					
2NF*	E102	53	EL102	68	2NF*	E202	72,5	EL202	72,5					
2NA + 2NF*	E122	80	EL122	96	2NA + 2NF*	E222	104,5	EL222	104,5					
3NA	E130	80	EL130	96	3NA	E230	104,5	EL230	104,5					
3NF*	E103	80	EL103	96	3NF*	E203	104,5	EL203	104,5					
3NA + 3NF*	E133	107	EL133	123	3NA + 3NF*	E233	131,5	EL233	131,5					
4NA	E140	80	EL140	96	4NA	E240	104,5	EL240	104,5					
4NF*	E104	80	EL104	96	4NF*	E204	104,5	EL204	104,5					
6NA	E160	107	EL160	123	6NA	E260	131,5	EL260	131,5					
6NF*	E106	107	EL106	123	6NF*	E206	131,5	EL206	131,5					

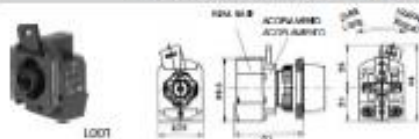
*NF = NC

Como especificar o código de um bloco de contato
Cómo especificar el código de un bloque de contacto

EL 111	Quantidade de contactos NF Cantidad de contactos NC
	Quantidade de contactos NA Cantidad de contactos NA
	1 - Bloco de impulso Bloque de Impulso
	2 - Bloco de Retenção Bloque de Retención
E	Elemento de contato
EL	Elemento de contato + base para fiação
E	Elemento de contato
EL	Elemento de contato + base para fiação

** Não utilizar para o bloco de retenção e compacto com dimensão de 68 x 53 e 80 x 53.
No utilizar para el bloque de retención y compacto con dimensión de 68 x 53 y 80 x 53.

Elementos Base Conjugados / Elementos Base Conjugados



L00T: Elemento base para fiação
alimentação direta
Elemento base para fiação
alimentación directa

L00T*: Elemento base para fiação
com resistor: indicar redução desejada
Elemento base para fiação
con resistor: indicar la reducción deseada

Potência máxima
Potencia máxima

2,5 W

Tensão
Tensión

250V

Acoplável em qualquer sinalizador
Acoplable a cualquier indicador