

800 219
J. 219
2007

**INFORME FINAL
PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
205-4313**

**“PANALES DE ALETAS
CORRUGADAS TIPO CT:
DESARROLLO DEL
PRODUCTO Y DE LA
TECNOLOGÍA DE
MANUFACTURA”**

EMPRESA BENEFICIARIA

INPPA S.A.

ENTIDAD EJECUTORA

INPPA S.A.

NÚMERO DE INFORME

INFORME FINAL

FECHA

31 DE MAYO DE 2007

**INFORME FINAL
PROYECTO DE INNOVACION TECNOLOGICA
205-4313**

"Panales de Aletas Corrugadas Tipo CT: Desarrollo del Producto y de la Tecnología de Manufactura"

EMPRESA INPPA S.A.

INICIO NOVIEMBRE 2005

TÉRMINO MARZO 2007

A) RESUMEN EJECUTIVO

Antecedentes de la Empresa

Industrial Nacional de Piezas y Partes Metalúrgicas S.A. (en adelante INPPA) es una empresa metalúrgica ubicada en Camino a Melipilla N° 13.460, comuna de Maipú. Sus instalaciones cubren una superficie de 12.031 m² entre oficinas y fábrica, contando con instalaciones y equipamiento para desarrollar sus procesos productivos, dentro de los cuales destacan: Línea completa de fabricación de radiadores automotores; Maestranza calderera, ésta involucra equipos para soldar, prensas mecánicas e hidráulicas, entre otros; Línea completa de corte y estampado de planchas delgadas.

La empresa está dedicada a la fabricación de productos metal-mecánicos, los cuales se pueden agrupar en tres áreas: a) División Automotriz, b) División Construcción y c) División Minería e Industria. Este proyecto se orienta a la División Automotriz, la cual nace en el año 1949 y se dedica a la fabricación de intercambiadores, principalmente de radiadores de cobre con botes de bronce (latón) y productos similares.

Síntesis del Proyecto de Investigación

A través de esta propuesta la compañía pretende diseñar y desarrollar modernos panales de cobre de aletas corrugadas tipo CT, para aplicaciones en radiadores automotores e industriales, e investigar los aspectos técnicos y operacionales de una innovadora tecnología de manufactura de estos panales, con miras a generar capacidades para su aplicación industrial-comercial.

INPPA S.A es líder en Chile en producción y desarrollo de radiadores automotores y la tecnología propuesta responde a la necesidad de la empresa por avanzar en este liderazgo haciendo más eficiente a la unidad de negocio. Por otro lado, siendo este un desarrollo de clase mundial la compañía prevé un gran avance técnico-comercial que la posicionará a un nivel competitivo en Sudamérica y América Central.

Principales Resultados del Proyecto y Conclusiones

Los principales resultados y conclusiones del proyecto se resumen a continuación:

- Desarrollo de un panel estandarizado de aletas corrugadas tipo CT, cuyo diseño se rige tanto por las respuestas de desempeño del producto como por sus atributos de fabricación.
- La obtención de planos de diseño y especificaciones de fabricación de formatos para paneles empleados en radiadores automotrices.
- El diseño de unidad piloto para un proceso de producción para armadura de paneles basada en insumos de armado, una mesa de armado y una mesa de postura de colectores.
- La adquisición y producción de los componentes de una unidad de armado de paneles y la integración física de ella.
- Desarrollar un programa de pruebas que permitió evaluar el desempeño de la unidad y de sus componentes, así como también la caracterización del proceso productivo.

La principal conclusión del proyecto es el desarrollo de un sistema productivo basado en un modelo operacional conceptuado bajo el esquema de celdas de producción y gestionado por medio de una técnica *Kan Ban*. Este modelo de gestión ofrece una logística muy simple, en comparación con la empleada por la compañía antes del proyecto, atributo que va a generar beneficios positivos al resto de los procesos de la empresa, con importantes consecuencias sobre la productividad de Inppa S.A. y sobre la calidad de sus productos.

Impacto del Proyecto

Los principales impactos del proyecto se centran en los dos siguientes aspectos:

1. La compañía logró desarrollar una nueva tecnología de manufactura para, el proceso de armado de paneles generando notables incrementos de productividad y eficiencia.
2. Gracias a este emprendimiento y con la incorporación de la tecnología propuesta, se estima que es factible mejorar la productividad incremento que impulsará una reducción de los costos directos de producción.
3. Este desarrollo permitirá ampliar la participación de mercado de la empresa, puesto que al incrementar su eficiencia y productividad podrá mejorar su rentabilidad y competir de mejor manera con las restantes empresas que participan en el rubro. Asimismo, le permitirá competir con los importadores de radiadores, y de esta forma logrará disminuir las importaciones de este tipo de productos.

B) EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto tiene por misiones: a) Diseñar un nuevo *panal para radiador*, principal producto de la compañía, cuya configuración permita una manufactura de alta expedición y, en concordancia con ello, desarrollar una unidad piloto de armadura de panales de cobre, integrada por una moderna máquina para producir rizos tipo CT, utilajes de producción de componentes de panales y utilajes de armado de panales, b) Conceptualizar un sistema de producción moderno, eficiente y de alta productividad para la fase de armadura de panales y c) Probar y evaluar esta tecnología sobre una muestra típica de panales, caracterizada por su relación de aspecto y complejidad de producción, para posteriormente transferirla al sistema industrial de producción de panales y radiadores.

Superada la fase de investigación y desarrollo, en un lapso de unos dos años la empresa pretende desarrollar un programa de cambio del método productivo; aplicable a un 92% del total de su producción de panales para consumo interno y ventas (nacionales e internacionales). Este cambio tecnológico permite reducir los costos fijos de producción, al promover la automatización del proceso productivo, y los costos variables de producción, al mejorar sustancialmente la productividad del proceso de fabricación.

Los objetivos técnicos planteados para este proyecto son los siguientes:

- a) Desarrollar un panel estandarizado, de aletas corrugadas tipo CT, cuyo diseño se rige tanto por las respuestas de desempeño del producto, como por sus atributos de fabricación.
- b) Diseñar y desarrollar, a nivel de unidad piloto, un proceso de producción para armadura de panales integrando tres estaciones servidoras de insumos de armado, una mesa de armado y una mesa de postura de colectores.
- c) Efectuar un programa de pruebas y entrenamiento de la tecnología de producción, que permita evaluar el desempeño de la unidad y de sus componentes, y la caracterización del proceso productivo.

Los principales resultados de este desarrollo son:

- Obtener planos de diseño y especificaciones de fabricación de cuatro principales formatos para panales empleados en radiadores automotrices, que cumplan simultáneamente los requisitos de desempeño y de fabricación.
- Adquisición y producción de los componentes de la unidad, y en la integración física de ella.
- Generar un perfil de desempeño de la tecnología y el desarrollo de manuales de operación incluyendo un modelo de gestión bajo el concepto Kan Ban.

El tipo de innovación que se desarrolló en este proyecto se enmarca dentro de las categorías de "Desarrollo de nuevos productos o servicios, no existentes a lo menos en el mercado nacional y para los cuales se establecerán capacidades nacionales de producción" e "Incorporación de nuevos procesos productivos, no existentes en el país, que incrementan sustancialmente la eficiencia y la productividad en la empresa".

C) METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

La metodología para alcanzar con eficiencia los objetivos propuestos es la siguiente:

Desarrollo de un panel estandarizado, de aletas corrugadas, de diseño por desempeño y por fabricación

Comprende la formulación y ejecución del diseño de panales para radiadores sobre la base de requisitos de desempeño y requisitos de fabricación bajo un esquema de producción estandarizada.

Los requisitos de desempeño - capacidad de disipación, pérdida de carga, resistencia y vida útil - vienen determinados por consideraciones técnicas ligadas al tamaño y configuración del radiador, y se desarrollan mediante estudios técnicos basados en el estado del arte sobre cálculo y diseño de intercambiadores de calor.

Obtenido el diseño de un panel con estas innovaciones, se procede a estudiar la extensión del concepto estandarizado a la mayoría de las familias de panales que la empresa produce. Mediante estudios CAD se desarrollan planos de diseño y fabricación, y se generan listas de partes y materiales para los formatos a explorar en la fase de pruebas de la tecnología. Como resultados de esta fase de la metodología se obtiene:

- Un diseño de panel estandarizado, aplicable a la mayoría de los consumos de la empresa, que integra innovaciones técnicas y que es susceptible de producirse en un esquema Kan Ban.
- Un conjunto de accesorios estructurales, aplicables a la configuración de panales, que mejoran ostensiblemente el ciclo de producción del panel.

Diseño y desarrollo, a nivel de unidad piloto, de un proceso de producción para armadura de panales al 10% de la capacidad de diseño

En esta parte de la metodología se generan las bases de un proceso de producción de panales moderno, eficiente, flexible y de alta productividad. Comprende el diseño conceptual de los métodos de producción de componentes y de armadura de panales integrando las innovaciones de diseño antes indicadas, así como la elaboración de un modelo de gestión basado en la tecnología Kan Ban.

Una vez aprobado el concepto, procede el diseño detallado del sistema integrando planos y especificaciones de la unidad piloto en su globalidad y de los componentes. La composición de la unidad piloto de producción de panales de aleta corrugada tipo CT es la siguiente:

Armado de panales

- Cuatro mesas de armado de panales, con accionamiento por aire comprimido.
- Dos mesas para la postura de colectores, con accionamiento por aire comprimido.
- Un horno para la soldadura de panales.

Servidores de insumos

- Un utilaje conformador de laterales, basado en la técnica de conformado continuo.
- Un utilaje conformador de tensores, basado en la técnica de conformado continuo.
- Un utilaje para la producción de colectores compatibles con el nuevo diseño de radiador.
- Una unidad de producción de aletas corrugadas tipo CT.
- Una unidad de producción de tubos.

Como la empresa cuenta con equipos para producción de tubos y el horno para soldadura de panales, los esfuerzos de desarrollo e instalación se concentran en el equipo para producción de aletas corrugadas y en el desarrollo de los utilajes para la producción de laterales, tensores y colectores. Una vez que se cuenta con los equipos y utilajes en la fábrica, se procede al emplazamiento de ellos en la nave de producción de panales y se habilitan los servicios necesarios para su operación.

Desarrollo de un programa de pruebas y entrenamiento de la tecnología

En esta fase de la metodología se efectúa un pilotaje de la tecnología orientado a aprender y comprender su operación e investigar su desempeño incluidos los aspectos operativos y de gestión. Estando la unidad piloto de armadura de panales montada y operativa, se procede a alimentarla con insumos (tubos, laterales, tensores, etc.) y se ejecutan pruebas de producción de complejidad creciente. Las primeras pruebas están orientadas a corregir los problemas de la fase juvenil de la unidad, es decir, aquéllos ligados a la generación de defectos de diseño, montaje y falta de conocimiento del sistema.

Superada esta primera fase se procede a la ejecución de pruebas tendientes a explorar las capacidades y limitaciones de la tecnología. Se produce una partida de unidades de prueba, para evaluar las siguientes respuestas de la tecnología:

- Set up de la máquina productora de aletas (evaluación de la secuencia y rapidez de cambios).
- Set up de las mesas de armado y de las mesas de postura de colectores.
- Velocidad de respuesta y desempeño de los utilajes para laterales, tensores y colectores.
- Productividad de armado.
- Eficiencia del sistema de armado.
- Curva de aprendizaje de los operarios armadores.
- Respuesta real del sistema al modelo de gestión Kan Ban.

Para concluir esta fase de la metodología, una muestra de radiadores armados con panales producidos en la etapa de pruebas se evalúa técnicamente para obtener su desempeño. Las pruebas realizadas sobre esta muestra incluyen: a) Desempeño en túnel de viento y b) Evaluación global de calidad.

Como resultado de esta fase de la metodología se logra un acabado conocimiento de la tecnología, para transferirla internamente a través de programas de operación, mantenimiento y control de calidad.

PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo de este proyecto se compone de cinco actividades que inicialmente se contemplaban realizar en 12 meses. Sin embargo y por motivos explicados oportunamente, las actividades se desarrollaron en 17 meses y fueron las siguientes:

Actividad 1 : Análisis de Antecedentes y Estudio de la Tecnología

Duración : 1 mes
Lugar : Gabinete
Personal involucrado : Director de Proyecto, Jefe Técnico, Jefe Ingeniería, Jefe Matricería, Ing. Automat. & Control, Ing. Diseño, Dibujante, Asistente de Procesos, Jefe Producción, Jefe Armaduría, Secretaria.
Recursos requeridos : Internet, materiales de oficina, ploteo de planos, fotocopias planos, fotocopias documentos y normativas.

Descripción de la actividad

Análisis de tecnologías de producción de panales para radiadores automotrices. Evaluación de procesos modernos de producción de aletas corrugadas (AC). Evaluación de equipos, tecnología y matricería para panales de aletas corrugadas. Evaluación de aplicaciones en sustitución de productos de la empresa. Selección de máquina para hacer aletas corrugadas y prediseño de matricería. Diseño y reconfiguración de radiadores en base a tecnología de AC. Prediseño de línea piloto de armado de panales de aletas corrugadas.

Actividad 2 : Desarrollo de Utilajes y Adquisición de Equipamiento para Pilotaje

Duración : 3 meses
Lugar : Gabinete y planta
Personal involucrado : Director de Proyecto, Jefe Técnico, Jefe Ingeniería, Jefe de Matricería, Ing. Automat. & Control, Ing. Diseño, Dibujante, Asistente de Procesos, Control de Calidad, Montajista, Electrónico, Matricero, Jefe Producción, Jefe Armaduría, Coord. Abast, Secretaria
Recursos requeridos : Internet, materiales de oficina, fotocopias documentos y normativas, Ploteo de Planos, Materiales para desarrollo de utilajes y equipos, servicios externos de fabricación de partes y piezas de utilajes.

Descripción de la actividad

Evaluación de opciones, negociación y adquisición de máquina para hacer aletas corrugadas. Desarrollo de utilajes para producción de laterales. Desarrollo de utilajes para producción de tensores y para producción de coletes. Desarrollo de mesas de armado. Diseño y generación de un modelo de operaciones Kan Ban, con planos y especificaciones del proceso.

Actividad 3 : Preparación de la Línea de Armado y Diseño del Pilotaje

Duración : 3 meses
Lugar : Gabinete y planta
Personal involucrado : Director de Proyecto, Jefe Técnico, Jefe Ingeniería, Jefe de Matricería, Ing. Automat. & Control, Ing. Diseño, Dibujante, Asistente de Procesos, Control de Calidad, Montajista, Electrónico, Matricero, Jefe Producción, Jefe Armaduría, Armadores, Coord. Abast, Secretaria.
Recursos requeridos : Internet, fotocopias, Fungibles para instalación de equipos y utilajes, Servicios Externos de Instalación

Descripción de la actividad

Selección de panales y componentes a emplear en programa de pruebas. Diseño del pilotaje. Instalación y ajuste de la línea de armado. Diseño del programa de pruebas y de métodos de evaluación de resultados.

Actividad 4 : Desarrollo de un Programa de Pruebas de la Tecnología

Duración : 8 meses
Lugar : Gabinete y planta
Personal involucrado : Director de Proyecto, Jefe Técnico, Jefe Ingeniería, Jefe de Matricería, Ing. Automat. & Control, Ing. Diseño, Dibujante, Asistente de Procesos, Control de Calidad, Montajista, Electrónico, Matricero, Jefe Producción, Jefe Armaduría, Armadores, Coord. Abast, Secretaria.
Recursos requeridos : Internet, fotocopias, kit de materiales para producción de panales, materiales escuadras, materiales tensores, fungibles para pruebas.

Descripción de la actividad

Adquisición de materiales e insumos para la ejecución del pilotaje. Corrida de pruebas preliminares y evaluación de resultados. Correcciones al proceso de armado y a la matricería. Corrida de pruebas definitivas con cuatro tipos de panales según diseño experimental. Análisis de resultados obtenidos y desarrollo de pruebas complementarias. Evaluación técnica de radiadores panel aleta corrugada en túnel de viento.

Actividad 5 : Síntesis del Desarrollo Logrado y Opciones de Mejoramiento

Duración : 2 meses
Lugar : Gabinete y planta
Personal involucrado : Director de Proyecto, Jefe Técnico, Jefe Ingeniería, Jefe de Matricería, Ing. Automat. & Control, Ing. Diseño, Dibujante, Asistente de Procesos, Control de Calidad, Matricero, Jefe Producción, Jefe Armaduría, Secretaria.
Recursos requeridos : Internet, materiales de oficina, fotocopias documentos y normativas, Ploteo de Planos, Servicios externos de evaluación de calidad de radiadores.

Descripción de la actividad

Síntesis de operaciones y evaluación del modelo Kan Ban. Análisis y evaluación del desempeño de utilajes y del conjunto. Evaluaciones de productividad y rendimiento del proceso. Evaluaciones de calidad de los productos. Análisis de opciones de mejoramiento del desarrollo logrado.

A continuación se presenta la Carta Gantt que indica el trabajo realizado en un plazo de 14 meses.

ACTIVIDAD	TIEMPO (meses)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Análisis de Antecedentes y Estudio de la Tecnología																	
Desarrollo de Utilajes y Adquisición de Equipamiento para Pilotaje																	
Preparación de Línea de Armado y Diseño del Pilotaje																	
Desarrollo de un Programas de Pruebas de la Tecnología																	
Síntesis del Desarrollo logrado y Opciones de Mejoramiento																	

D) RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados del proyecto se informan en el anexo Informe Técnico.

E) IMPACTOS DEL PROYECTO

Los principales impactos del proyecto se centran en los dos siguientes aspectos:

1. La compañía logró desarrollar una nueva tecnología de manufactura para, el proceso de armado de panales generando notables incrementos de productividad y eficiencia.
2. Gracias a este emprendimiento y con la incorporación de la tecnología propuesta, se estima que es factible mejorar la productividad incremento que impulsará una reducción de los costos directos de producción.
3. Este desarrollo permitirá ampliar la participación de mercado de la empresa, puesto que al incrementar su eficiencia y productividad podrá mejorar su rentabilidad y competir de mejor manera con las restantes empresas que participan en el rubro. Asimismo, le permitirá competir con los importadores de radiadores, y de esta forma logrará disminuir las importaciones de este tipo de productos.

**INFORME TÉCNICO FINAL
PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
205-4313**

**“PANALES DE ALETAS
CORRUGADAS TIPO CT:
DESARROLLO DEL
PRODUCTO Y DE LA
TECNOLOGÍA DE
MANUFACTURA”**

EMPRESA BENEFICIARIA

INPPA S.A.

ENTIDAD EJECUTORA

INPPA S.A.

NÚMERO DE INFORME

INFORME FINAL

FECHA

31 DE MAYO DE 2007

interior del panel con el fin de mejorar el rendimiento del equipo. Tanto tubos como aletas se fabrican en materiales de alta conductividad térmica.

Los estanques son recipientes que se acoplan en las placas colectoras superior e inferior del panel y cumplen la función de sellar la circulación de agua al interior del radiador. En los estanques se instalan los accesorios de control y se fabrican en materiales ligeros como: acero laminado, latón, aluminio, cobre y plástico, principalmente.

Los principales elementos estructurales son las escuadras, las cuales cumplen la función tanto de cuadrar el conjunto panel-estanco, como de dar al radiador el anclaje correspondiente en el bastidor del automóvil. La tendencia de los diseños actuales es usar materiales ligeros de última generación, entre los cuales destacan: aluminio, cobre, plástico y materiales compuestos. Así, se busca combinar una baja densidad, una alta conductividad térmica y una alta compacidad, para generar paneles eficientes, con una alta densidad térmica disipada (Calor transferido por unidad de volumen y de peso).

La problemática mundial en desarrollo de radiadores automotrices se centra en producir radiadores cada vez más eficientes, compactos y de bajo costo, compatibles con los requisitos de los modernos automóviles y vehículos a combustión interna. Para ello los líderes mundiales de la tecnología de radiadores centran sus esfuerzos en el desarrollo de materiales ad-hoc, procesos productivos y tecnologías de alta productividad para la producción en masa a bajo costo.

Una moderna línea de producción de radiadores constituye un proceso integrado donde, por un lado ingresan grandes bobinas de láminas de cobre y latón y por el otro emergen radiadores terminados. Al inicio del proceso, con un alto grado de automatización, la lámina de latón es doblada en un proceso continuo para formar el tubo, que se suelda mediante un moderno proceso LASER para luego cortarse a tamaños determinados. Las láminas de cobre se procesan como aletas corrugadas con ventiletes cortados para aumentar la capacidad de disipación de calor. Una tubera típica puede producir a 100 m/min, en tanto que las aletas típicamente se procesan a 25 m/min, alimentaciones suficientes para producir entre 250 a 300 paneles por turno de 8 horas dependiendo del tamaño de la unidad.

En la tecnología de cobre brazado, los paneles se cargan en un horno continuo que efectúa la soldadura de los paneles a 600 °C, para posteriormente enfriarlos en una atmósfera controlada de nitrógeno hasta 150°C. Una fábrica moderna con estas capacidades puede llegar a producir unas 450.000 unidades por año.

1.2 Evaluación de equipos, tecnología y matricería para paneles de aletas corrugadas.

El producto a desarrollar en este proyecto de innovación tecnológica obedece al diseño mostrado en la figura 1.2.1. Este elemento conserva la configuración funcional requerida para cumplir su tarea de evacuar calor, pero agrega dos elementos: laterales (escuadras) y tensores que contribuyen a auto estructurar el paralelepípedo, generando un cuerpo monolítico antes del proceso de horneado.

El sistema de producción de paneles de aleta corrugada tipo CT a desarrollar, se basa en el nuevo de diseño de panel, que incorpora estandarización del sistema de pasos a

emplear (probablemente se elijan los pasos 5 y 10 mm), laterales de diseño ad-hoc para el nuevo panel y un sistema de tensores que, en conjunto con el sistema de laterales, promoverá una eficiente rigidización del panel, eliminando las antiguas machinas o fierros de armado. El diseño del panel permitirá incrementar la tasa productiva y la eficiencia del hornado, al desarrollarse con nuevas estaciones servidoras que alimentarán al proceso de armado, mesas de armado y mesas de postura de colectores de accionamiento neumático; cuyo flujo de procesos se muestra en la tabla 1.2.1.

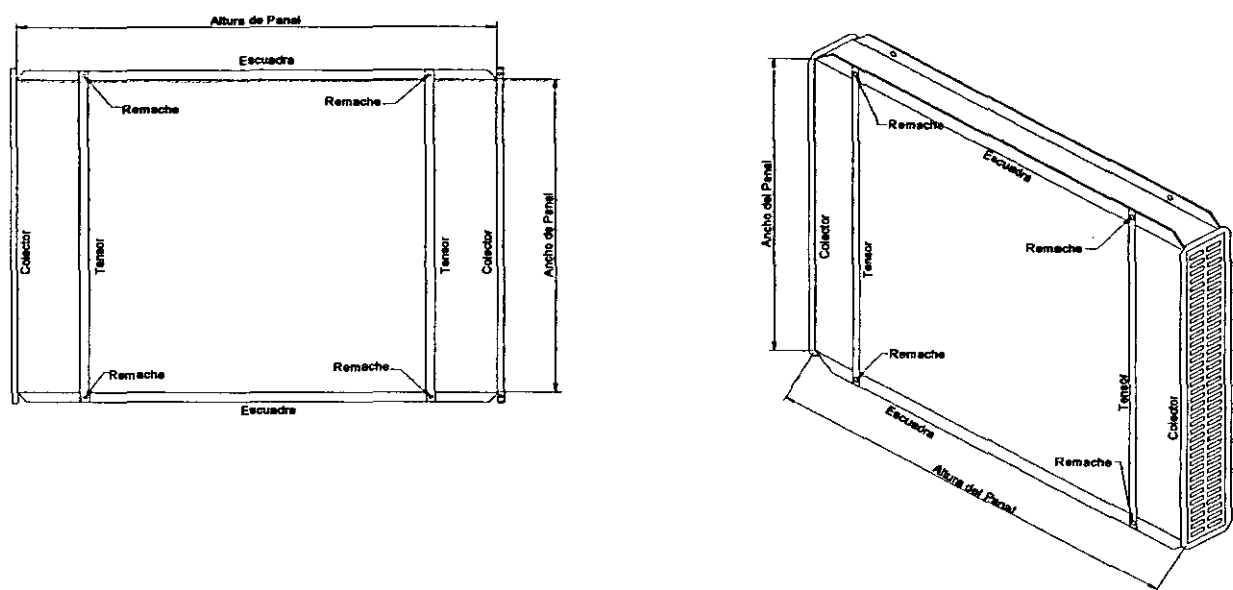


Figura 1.2.1: Diseño conceptual del panel de radiador a desarrollar en el proyecto.

Tabla 1.2.1: Flujo de procesos de armado de Paneles.

Nº	PROCESO	TUBOS	ALETAS	COLECTOR		HORNADO
1	OPERACIÓN	Montar Fleje	Montar Fleje	Dimensionar Fleje/Plantilla		Recoger Panel
2		Conformar Tubo	Conformar Lámina	Embutir Cevidades		Sumergir en Fundente
3		Baño de Fundente	Dimensionar Lámina	Calibrar Cevidades		Hornear Panel
4		Baño de Soldadura	Stock Intermedio	Perforar Colector		Enfriar Panel
5		Baño de Enfriamiento	Envío a Armado Panel	Plegar Colector		Envío a Estafado Colector
6		Calibración Tubo		Estampar Nº OF		
7		Corte Tubo		Stock Intermedio		
8		Stock Intermedio		Envío a Postura Colector		
9		Envío a Armado Panel				
10						
11						
12						
		TENSORES	LATERALES	ARMADO	POSTURA COLECTOR	
1		Montar Fleje	Montar Fleje	Recoger Tubos	Recoger Panel	
2		Conformar Tensor	Corte y Desarrollo	Recoger Láminas	Recoger Colectores	
3		Enderezar Tensor	Perforado	Recoger Tensores	Colocar Colector	
4		Estampado y Corte Tensor	Conformado	Recoger Escuadras	Abrir Tubos	
5		Stock Intermedio	Plegado Extremos	Ajustar Mesa Armado	Girar Panel (180°)	
6		Envío a Armado Panel	Stock Intermedio	Colocar Escuadra Inferior	Colocar Colector	
7			Envío a Armado Panel	Armar Panel	Abrir Tubos	
8				Colocar Escuadra Superior	Envío a Horn	
9				Ajustar Medida de Panel		
10				Remachar Tensores		
11				Retirar Panel Mesa		
12				Envío a Postura Colector		

Las principales características de las estaciones servidoras de insumos de armado son:

- Máquina productora de aletas corrugadas con posibilidad de cambio rápido de las herramientas conformadoras y con tres tipos de densidad de aletas.
- Un utilaje para producción de laterales mediante conformado continuo.
- Un utilaje para producción de tensores mediante conformado continuo.
- Un utilaje para la producción de colectores mediante corte y conformado progresivo.

1.3 Evaluación de aplicaciones en sustitución de productos de la empresa.

La tecnología a desarrollar involucra la totalidad de los panales que la empresa fabrica. En general, los modelos de panales que la compañía fabrica se pueden dividir en dos categorías: panales a pedido y panales de stock. Los primeros corresponden a panales de medidas especiales, solicitadas por algún cliente para alguna aplicación particular. Los panales de stock corresponden a aquéllos de dimensiones establecidas, de acuerdo a los diseños estándares de los vehículos que componen el parque vehicular nacional.

Actualmente, se distinguen más de 400 modelos diferentes de panales de stock y en la tabla 1.3.1 se presenta un detalle con las marcas o modelos más incidentes.

Tabla 1.3.1: Detalle de las 30 marcas y modelos de panales más fabricados.

Nº	MARCA - MODELO	Nº	MARCA - MODELO
1	NISSAN SENTRA II 1.6 SSX AUTOMATICO	17	DAEWU POINTER
2	NISSAN SENTRA II 1.6 SSX	18	DAEWU ESPERO HEAVEN
3	NISSAN SENTRA 1.6 SSX	19	TOYOTA HYLUX 2.4
4	NISSAN V-16 TAPA GRIS	20	TOYOTA HYLUX 2.2
5	NISSAN V-16 AUTOMATICO	21	TOYOTA TERCEL TWIN-CAM AUT.
6	NISSAN V-16 TAPA ROJA	22	TOYOTA COROLLA XL 1.3 / 1.6
7	NISSAN V-16 AUTOMATICO II	23	TOYOTA TERCEL
8	NISSAN D-21 TERRANO	24	SUBARU LEGACY 1.8 / 2.0
9	CHEVROLET LUV 2.3	25	SUBARU LEGACY 1.8 / 2.0 AUT.
10	CHEVROLET CAVALIER 2.2 / 2.4	26	SUBARU LEGACY 2.2
11	CHEVROLET LUV 1.6	27	SUBARU LEGACY 2.2 AUT.
12	CHEVROLET LUV 1.8 / 2.0	28	HYUNDAI ACCENT 1.5
13	CHEVROLET CAVALIER 2.2 / 2.4 AUT.	29	SUZUKI BALENO 1.6
14	CHEVROLET LUV 2.2	29	PEUGEOT 206
15	DAEWU RACER LEMAN	30	MAZDA B-2000

1.4 Selección de máquina para hacer aletas corrugadas y prediseño de matricería.

En una primera instancia, la máquina que confecciona las aletas corrugadas se iba a seleccionar y adquirir durante el proyecto. Sin embargo, por motivos técnicos económicos que se detallaron durante la evaluación del proyecto, esta operación se realizó antes de iniciarse éste.

De esta forma, la máquina corresponde a una de marca Schöler GmbH fabricada especialmente bajo los requerimientos de la empresa, ver figura 1.4.1. A continuación se presenta una breve descripción de sus principales componentes.

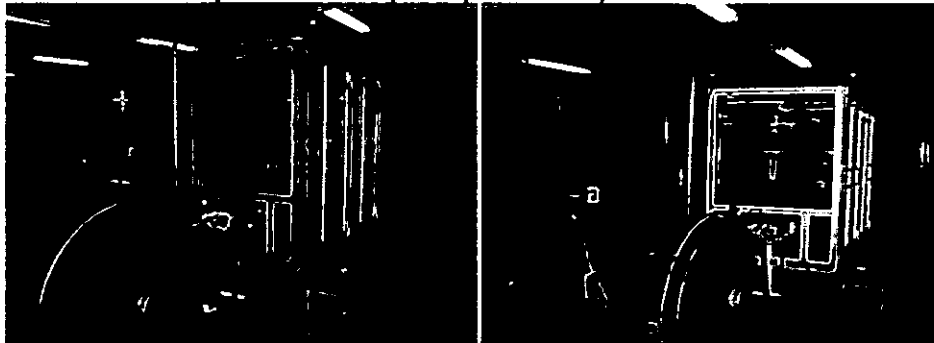
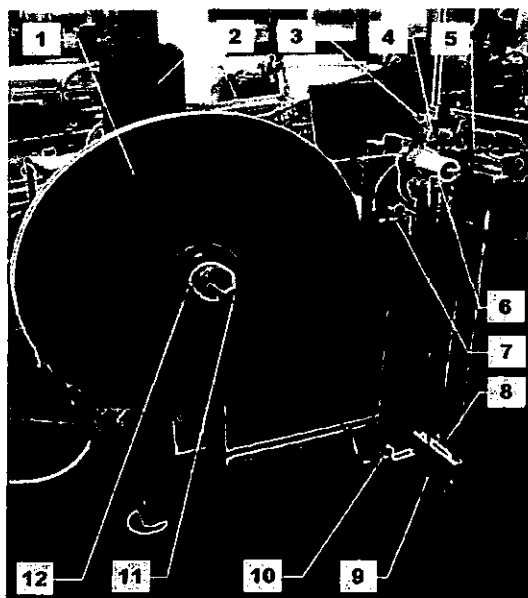


Figura 1.4.1: Máquina Schöler GmbH.

1.4.1 Devanadora o bobinadora y ajuste de la velocidad

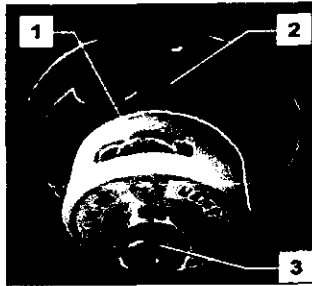
La devanadora es accionada a través de un regulador de frecuencia del motor reductor y alimenta la máquina principal con el material de la cinta. El dispositivo de sujeción o apriete está diseñado para un diámetro interno de 100 mm. El peso máximo del rollo no debe sobrepasar los 100 Kg. El diámetro externo permitido del rollo es de 600 mm.



- 12 Sujeción del rollo.
- 11 Eje de la devanadora o bobinadora.
- 10 Iniciador 'comba inferior'.
- 9 Peso en el sujetador de cinta.
- 8 Sujetador de cinta.
- 7 Iniciador 'comba superior'.
- 6 Rodillo de inversión.
- 5 Rodillo de entrada.
- 4 Tecla de luz análoga.
- 3 Sensor cinta final.
- 2 Motor reductor.
- 1 Cubierta de la devanadora o bobinadora

1.4.2 Sujeción del rollo

El apriete y desapriete de la sujeción del rollo se efectúa manualmente. Sus principales componentes son:

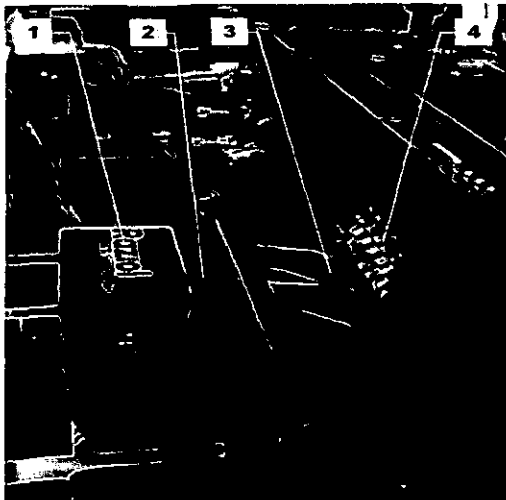


3 Eje de la devanadera

2 Tuerca tensora

1 Tuerca de sujeción

La entrada de la cinta se compone del rollo de alimentación, la guía de cinta y la lubricación de cinta y rodillo, ver figura anexa.



4 Rodillo de modelo (rodillo principal)

3 Lubricación del rodillo para material de cobre

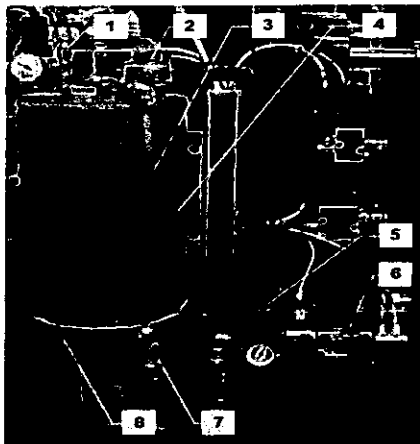
2 Guías de la cinta

1 Aceitador fieltro de rodillo para material de aluminio

1.4.4 Lubricación de la cinta

La lubricación se realiza diferenciadamente, dependiendo si se emplea cinta de aluminio o cinta de cobre. Para la cinta de aluminio, la lubricación se realiza a través de 2 pares de rodillos de fieltro por las cuales es conducido automáticamente el medio de lubricación de la cinta según el ajuste. La alimentación se realiza dependiendo del número de revoluciones de rodillo principal. Al final del eje del motor principal es montado un talón, el cual transmite dos impulsos por cada giro del motor al control o mando.

Para las cintas de cobre, se realiza la lubricación a través de una o varias toberas de aire, las cuales pulverizan arriba y abajo el rodillo principal con aire lubricado y al mismo tiempo limpian el rodillo.

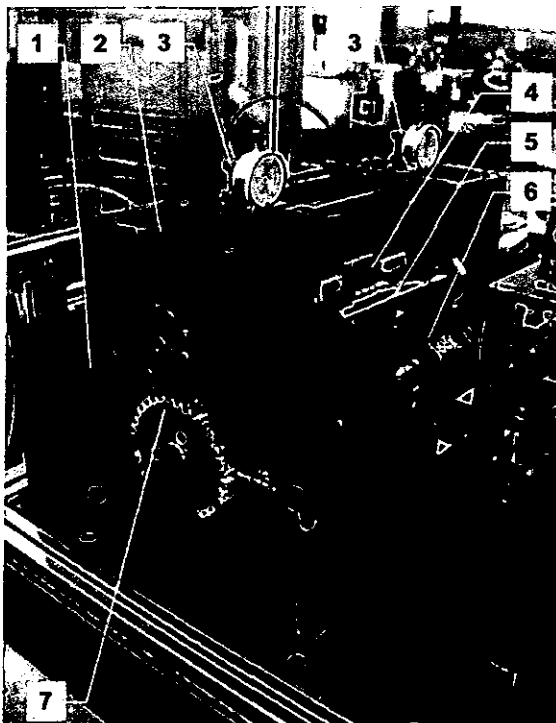


- 8 Vaciado del tanque
- 7 Salida con filtro
- 6 Recipiente con aceite para la lubricación -cobre
- 5 Alimentación de aire + unidad de mantenimiento
- 4 Tanque de lubricación para aceite de aluminio
- 3 Tubo elevador
- 2 Tubuladura
- 1 Regulador de presión

1.4.5 Rodillo de moldeo

El par de rodillos moldea la cinta del material alisado a la forma ondulada y estampa o corta la geometría en los flancos de la lámina. La distancia entre ejes de los rodillos puede ser ajustado a través del levantamiento o descenso del rodillo superior. El ajuste se realiza por medio de los tornillos de presión en la tapa de la cubierta, entre la piedra del cojinete de los rodillos se encuentran un paquete de resortes de discos, los cuales aprietan el rodillo superior contra los tornillos de presión. Al final del eje, en el lado de servicio se encuentra un ajuste sincrónico, con el cual se puede ajustar los dientes del rodillo uno al otro y el juego en los flancos.

En todo caso los rodillos cuentan con toberas de aire, las cuales soplan el resto del material suelto de los rodillos. El ajuste de las toberas de aire se realiza a través del estrangulamiento (caudal de paso) instalado en la tubería.

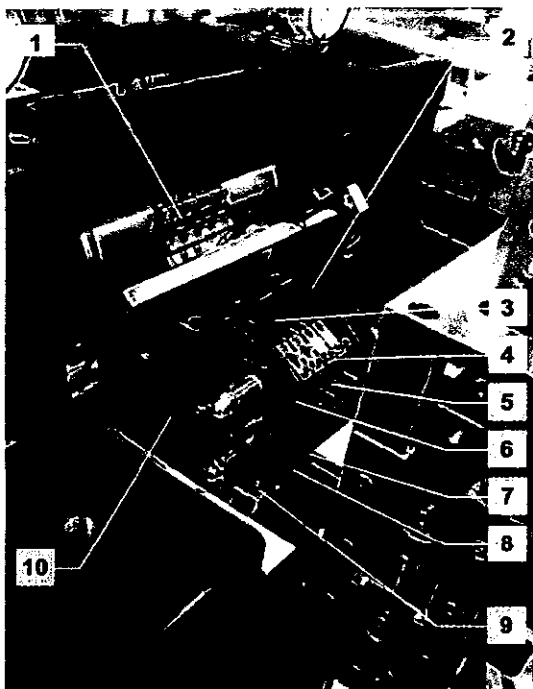


- 7 Ajuste sincrónico
- 6 Casette-Raff
- 5 Vigilador de congestión
- 4 Rodillo moldeador
- 3 Tornillo de presión + reloj indicador
- 2 Tapa de la cubierta
- 1 Cubierta M rodillo

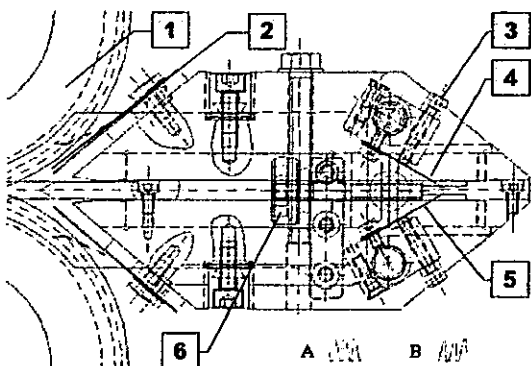
1.4.6 Casette Raff

Directamente detrás del rodillo de moldeo está montado el cassette Raff. En la placa superior e inferior están colocados separadores, los cuales sobresalen de los rodillos superior e inferior y guían las láminas fuera de los rodillos de moldeo. De esta forma se impide que se bobine o enrolle la lámina moldeada alrededor del rodillo de moldeo.

Cuando las láminas vistas verticalmente no son igualmente rafeadas, entonces se puede compensar ese efecto a través del ajuste de la altura del cassette Raff. Éste debe limpiarse regularmente en su interior.



- 10 Tornillo regulador para presión del resorte
- 9 Piedra de apriete
- 8 Parte inferior de cassette- Raff
- 7 Regleta distanciadora
- 6 Parte superior cassette- Raff
- 5 Resorte Raff (no visible)
- 4 Tornillos de presión
- 3 Separador
- 2 Tornillos de sujeción para parte superior de cassette- Raff
- 1 Rodillo

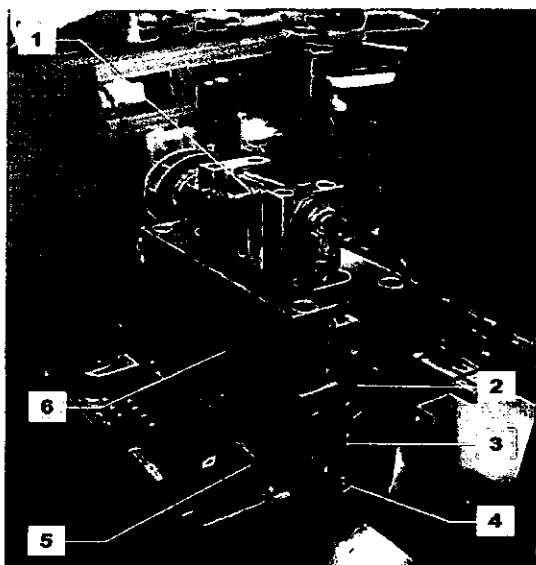


- 6 Tornillo regulador para presión del resorte
- 5 Resorte-Raff inferior
- 4 Resorte-Raff superior
- 3 Tornillos de presión de cada resorte Raff
- 2 Separador
- 1 Rodillo de moldeo

1.4.7 Rodillos de Goma

Los rodillos de goma se encuentran directamente detrás del cassette Raff y transportan afuera las láminas del cassette. El accionamiento de los rodillos se realiza a través de un motor reductor regulable independiente del accionamiento principal. La velocidad es ajustada a través de un potenciómetro en el panel de servicio.

Cuanto mayor sea la velocidad de los rodillos Raff, tanto mayor será la división de las láminas. Los rodillos de goma deben mantenerse permanentemente limpios, para evitar excesivo desgaste. Igualmente se debe controlar constantemente si la altura de paso entre los rodillos está ajustada correctamente a la altura de la lámina producida.



6 Rodillo Raff superior

5 Rodillo Raff inferior

4 Piedra de cojinete rodillo inferior

3 Distanciador

2 Piedra de cojinete rodillo superior

1 Dispositivo de elevación rodillo superior

1.4.8 Dispositivo de corte a medida

El dispositivo de corte a medida corta la lámina al largo deseado. Este dispositivo está compuesto por:

- El avance de láminas acoplado al accionamiento principal.
- Parador de láminas.
- Dispositivo de corte con cuchilla de guillotina accionada con un motor.



- 5 Acondicionamiento avance de láminas
- 4 Avance de láminas
- 3 Dispositivo de corte + parador de láminas (no visible)
- 2 Unidad de embrague –freno
- 1 Motor de accionamiento

1.4.9 Avance de las láminas

El avance de las láminas se realiza a través de dos o más rodillos de transporte. Los rodillos de transporte se deben cambiar dependiendo de la división de las láminas producidas. El accionamiento está directamente acoplado al accionamiento principal.

1.4.10 Dispositivo de corte a medida

El dispositivo de corte a medida, corta la lámina con un par de cuchillas. Éstas se componen de una cuchilla fija y otra movable, en donde la cuchilla movable es accionada a través de un motor con unidad de embrague-freno. Para que la señal de arranque y corte, ésta es realizada a través del SPS. El parador de láminas está acoplado mecánicamente al movimiento de la cuchilla-cizalla. Después de un giro exacto del motor, se detiene de nuevo el movimiento.

1.5 Diseño y reconfiguración de radiadores en base a tecnología de AC.

Los nuevos radiadores de cobre que vienen al mercado mundial, son más livianos, más baratos y más ecológicos que los de aluminio. Además, poseen eficiencias entre 10 a 15% superiores que las de estos últimos. Las tecnologías que permite producir estos nuevos radiadores emplean tubos de latón y aletas de cobre unidas mediante procesos de soldadura blanda y Brazing (soldadura fuerte con aporte de aleaciones de cobre).

Los nuevos diseños son más compactos y livianos que los de aluminio, aún cuando el cobre tiene mayor densidad que este último metal. Los principales cambios de diseño radican en una mayor superficie de transferencia de calor, gracias a la disminución del paso de las aletas, y en un mayor tiempo de residencia del refrigerante dentro del radiador, figura 1.5.1. Para este último efecto se modificó la sección de los tubos,

introduciendo una mayor resistencia al flujo, lo que brinda menores velocidades de circulación.

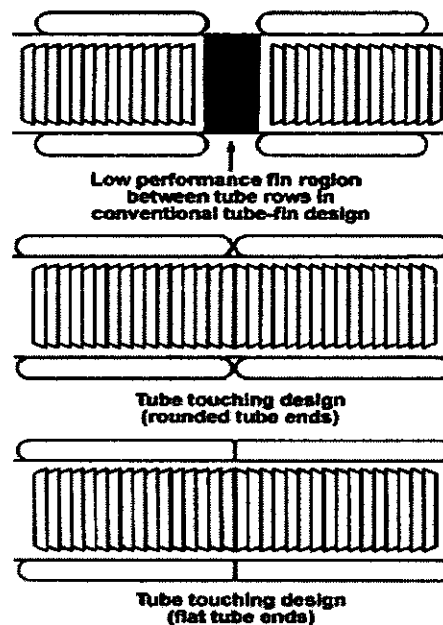


Figura 1.5.1: Diseños convencionales versus diseños modernos de aletas y ventiletes.

Con un diseño innovador, estos radiadores son 35-40% más livianos que los tradicionales de cobre-latón no optimizados y correspondientemente de inferior costo, ver figura 1.5.1. Su bajo peso se relaciona con el espesor de las aletas y tubos de cobre empleadas en su construcción, además de emplear un proceso de soldadura que ocupa una pequeña cantidad de aleación de Cu-Ni-Sn-P, en comparación con la gran cantidad de soldadura de Pb-Sn que empleaban los radiadores tradicionales.

Los radiadores de cobre-latón desarrollan caídas de presión del aire 30% inferiores a las desarrolladas por los radiadores de aluminio, ya que sus tubos y aletas son más finos que los correspondientes en aluminio, figura 1.5.2.

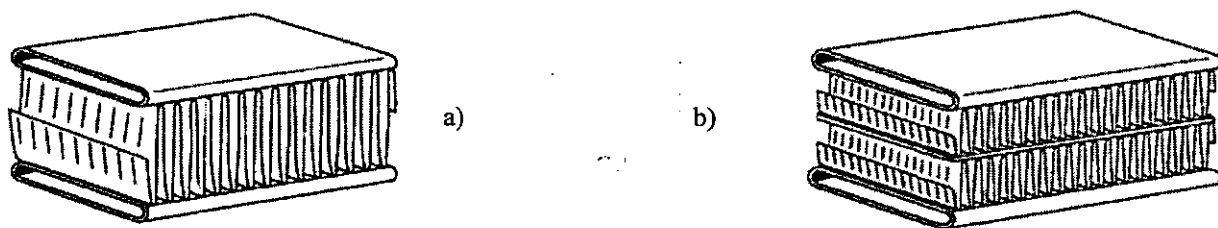


Figura 1.5.2: Diseño convencional versus diseño compacto de paneles de radiadores de cobre. a) Diseño convencional y b) Diseño compacto.

1.6 Prediseño de línea piloto de armado de paneles de aletas corrugadas.

La figura 1.6.1 muestra el diseño conceptual de la unidad de producción de componentes y armadura de paneles la que está integrada por: mesas de armado, mesas de postura de colectores, remachadoras y los utilajes de producción de tensores, laterales y colectores antes señalados.

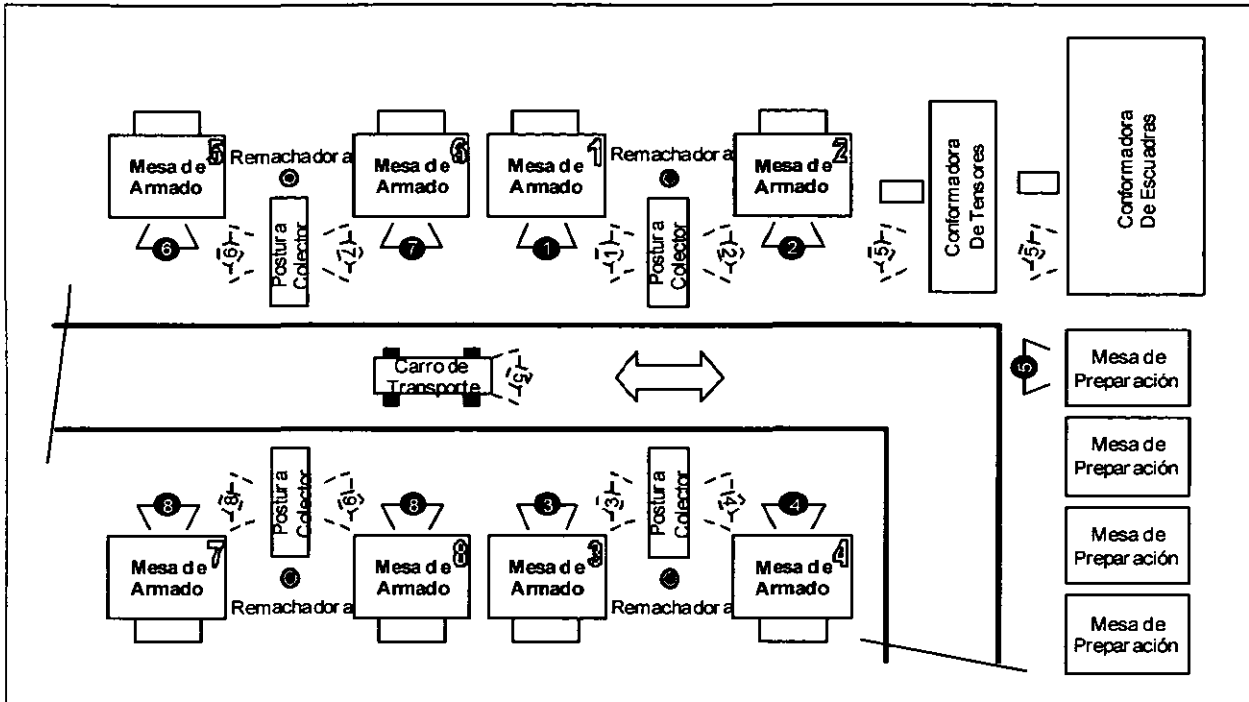


Figura 1.6.1: Diseño conceptual de la unidad industrial para armado de panales.

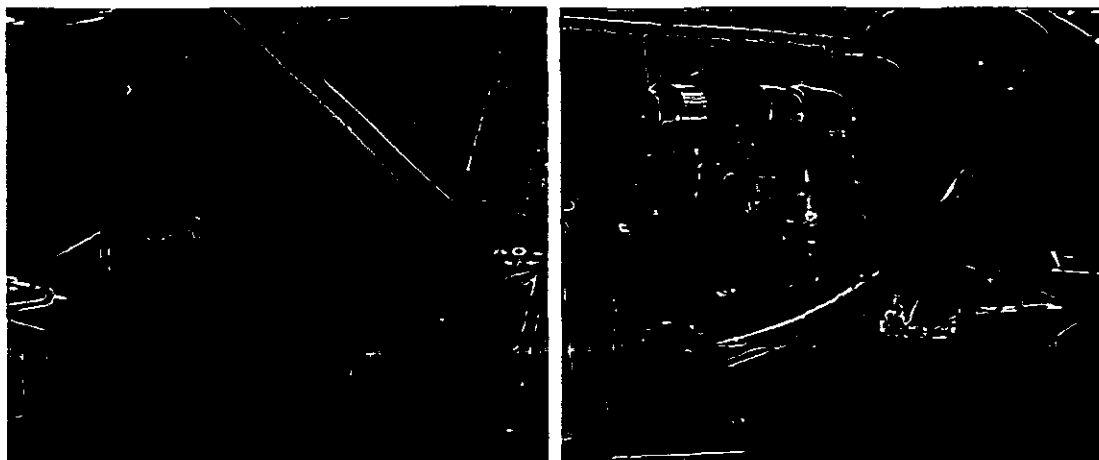
Actividad 2 : Desarrollo de Utilajes y Adquisición de Equipamiento para Pilotaje

- 2.1 Evaluación de opciones, negociación y adquisición de máquina para hacer aletas corrugadas.

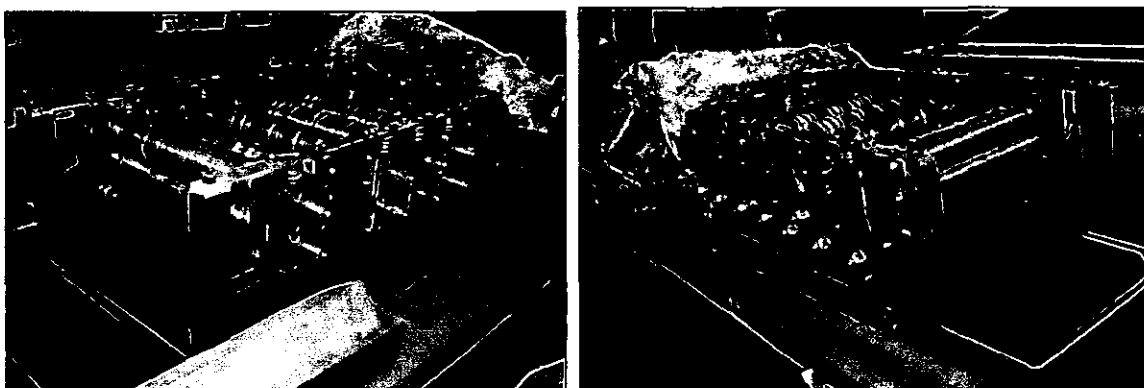
La máquina para hacer aletas corrugadas se adquirió durante el proceso de evaluación del proyecto tal como se indicó en 1.4.

- 2.2 Desarrollo de utilajes para producción de laterales o escuadras.

Para todos los modelos panales con los nuevos de rizos se emplean escuadras o laterales, las cuales se fabrican dependiendo del modelo de panel. Para la fabricación de las escuadras se cuenta con una línea de producción que contempla principalmente una Prensa de 30 toneladas y una Unidad de rodillos conformadores. En la figura 2.2.1 se presentan estos equipos.



(a)



(b)

Figura 2.2.1: Unidad Confeccionadora de Escudaras.

(a) Prensa de 30 toneladas.

(b) Unidad de rodillos conformadores.

2.3 Desarrollo de utilajes para producción de tensores de colectores.

La línea de producción de tensores para colectores está constituida por Máquina conformadora que está compuesta por un debobinador de flejes, la unidad conformadora con un tren laminador, la prensa cortadora y perforadora y finalmente la mesa de recepción del tensor terminado. Está línea cuenta con una unidad de control y comando independiente para su operación. En la figura 2.3.1 se muestra esta línea de producción.

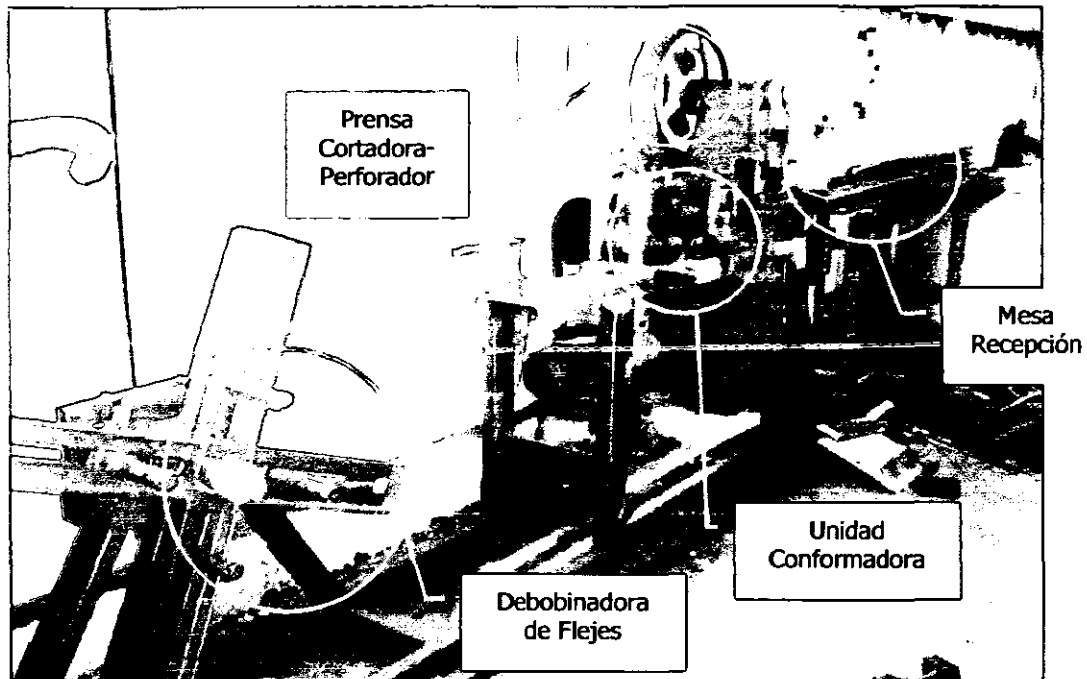
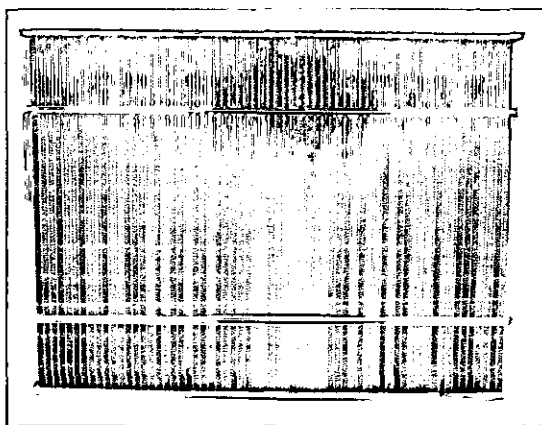
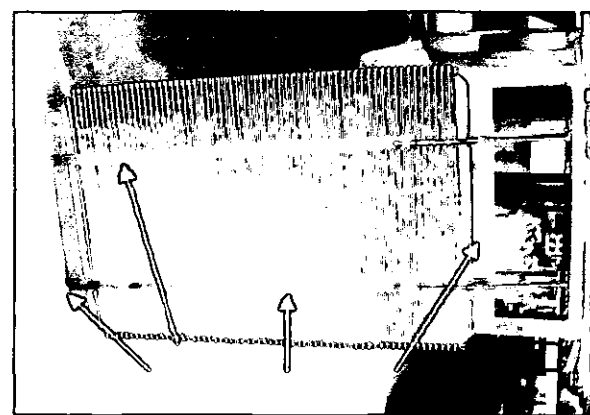


Figura 2.3.1: Línea de Producción de Tensores.

La utilización de tensores ha permitido reemplazar los fierros de armado que se empleaban, lo que ha significado una importante optimización en el proceso de fabricación de panales. En la figura 2.3.2 se muestra un radiador con tensores y un radiador con fierros de armado.



(a)



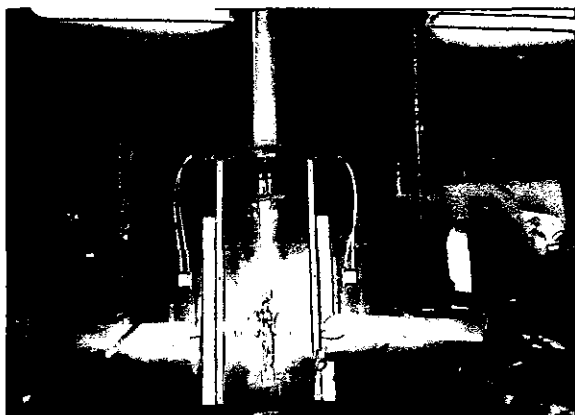
(b)

Figura 2.3.2: (a) Panales con Tensores.
(b) Panales con Fierros de Armado.

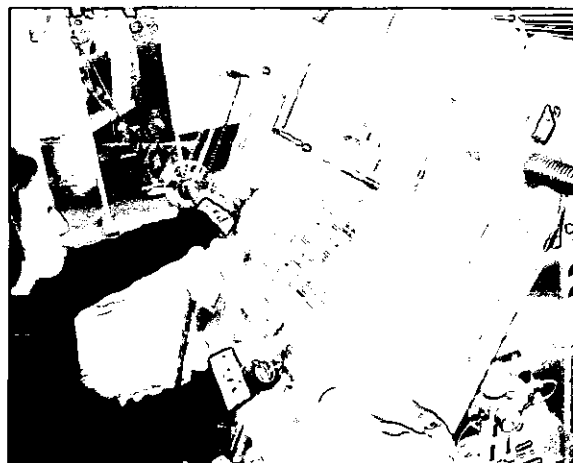
2.4 Desarrollo de mesas de armado.

Las mesas de armado están provistas con nuevas estaciones servidoras que mejoran el proceso de armado y de postura de colectores a través de un accionamiento neumático. Esta nueva configuración permite superar las restricciones de productividad y manipulación que poseían las anteriores mesas de armado.

Por un lado, se superan las restricciones de manipulación del panel que provocaba el tener una mesa de armado manual y por otro se mejora el proceso de horneado. En efecto, para la cuadratura y rigidización del panel, requisito para el proceso de soldadura en horno, las mesas anteriores incorporaban máquinas de acero que aumentan el peso de éste y por consiguiente, al agregar masa al panel que ingresa al proceso de horneado, se disminuía la eficiencia de esta etapa. La figura 2.4.1 permite comparar las mesas actuales de armado de paneles con las anteriores a este proyecto, destaando claramente la presencia del actuador neumático (cilindro ubicado en la parte superior de la mesa).



(a)



(b)

Figura 2.3.2: (a) Mesas de Armado desarrolladas en el proyecto
(b) Mesas de armado anteriores al proyecto.

2.5 Diseño y generación de un modelo de operaciones Kan Ban, con planos y especificaciones del proceso.

Una de las problemáticas más comunes en planeación de la producción es producir lo necesario en el tiempo necesario, sin sobrantes ni faltantes. Para lograr esto se necesita un plan flexible que se pueda modificar rápidamente. Un plan de producción es influenciado tanto externamente como internamente, ya que las condiciones del mercado cambian constantemente. Para responder a estos cambios, se deben dar instrucciones constantemente al área de trabajo.

Cuando se quiere producir en un sistema Justo a Tiempo (JIT), las instrucciones de trabajo deben ser dadas de manera constante en intervalos de tiempo variados. La información más importante se refiere a cuanto, que producto y en que momento producir. Muchas compañías manufactureras japonesas visualizaron el ensamble de sus productos en un proceso continuo integrando Diseño-Manufactura-Distribución-Servicio al Cliente.

En Japón el corazón de este proceso es el Kanban, metodología a través de la cual se maneja directa o indirectamente una gran proporción de la organización manufacturera. Fue originalmente desarrollado por Toyota en la década del 50 como una manera de manejar el flujo de materiales en una línea de ensamble.

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados, en japonés Kanban significa "etiqueta de instrucción". La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, esta es su función principal.

Las dos funciones principales de Kanban son: Control de la producción y mejora de los procesos. Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema justo a tiempo (JIT) en el cual los materiales llegan en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica y, si es posible, incluyendo a los proveedores.

La función de mejora de procesos comprende a las diferentes actividades de la empresa e involucra, entre otras, la eliminación del desperdicio, la organización de áreas de trabajo, reducción del set-up, utilización de maquinaria basándose en demanda, manejo de multiprocesos, mecanismos a prueba de error, mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total y la reducción de los niveles de inventario.

Básicamente, Kanban permite poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento, dar instrucciones basadas en las condiciones actuales del área de trabajo y, prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya iniciadas y minimizar el papeleo.

Otra función de Kanban tiene que ver con el movimiento de materiales. En efecto, si la etiqueta Kanban se mueve junto con el material se logran los siguientes beneficios: a) Eliminación de la sobreproducción, b) Prioridad en la producción, el Kanban con más importancia se pone primero que los demás y c) Se facilita el control del material.

Para implementar esta forma de administrar la producción, se comenzó por departamentalizar cada una de las unidades productivas de la sección panales, proceso que se realizó de la siguiente manera:

- Toda la sección se divide en unidades de fabricación. Esto quiere decir, que por ejemplo, la sección tubos es una unidad, la sección aletas corrugadas es otra, la de aletas planas otra, etc.
- Cada unidad tiene como modelo funcionar como una caja negra, donde se reciben señales de entrada, y dentro de esta caja se generan las señales de salida.
- Cada unidad está conectada con un antecesor y un sucesor. Excepto la unidad inicial y final (obviamente).

La producción de unidades se basa en lotes de producción. De esta forma, para un determinado panel se tiene un conjunto de: láminas, tubos, colectores, escuadras y a lo menos cuatro tensores. En el punto 3.3 del capítulo 3 de este informe se entrega un detalle del diagrama y del lay-out de producción que se origina por efecto de esta nueva concepción de la producción.

En la figura 2.5.1 se presenta el esquema de las unidades Básicas de producción, según Kan Ban.

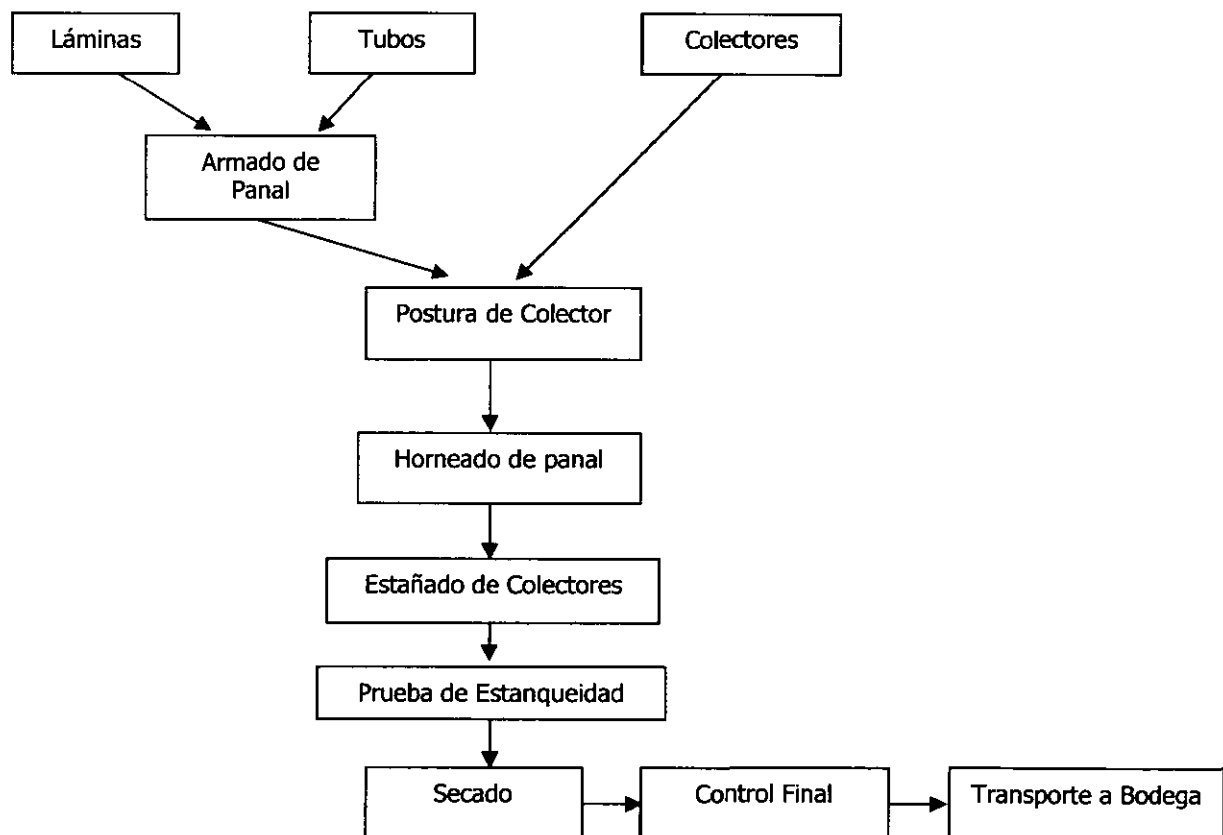


Figura 2.5.1: Esquema de Producción Kan Ban de Panales.

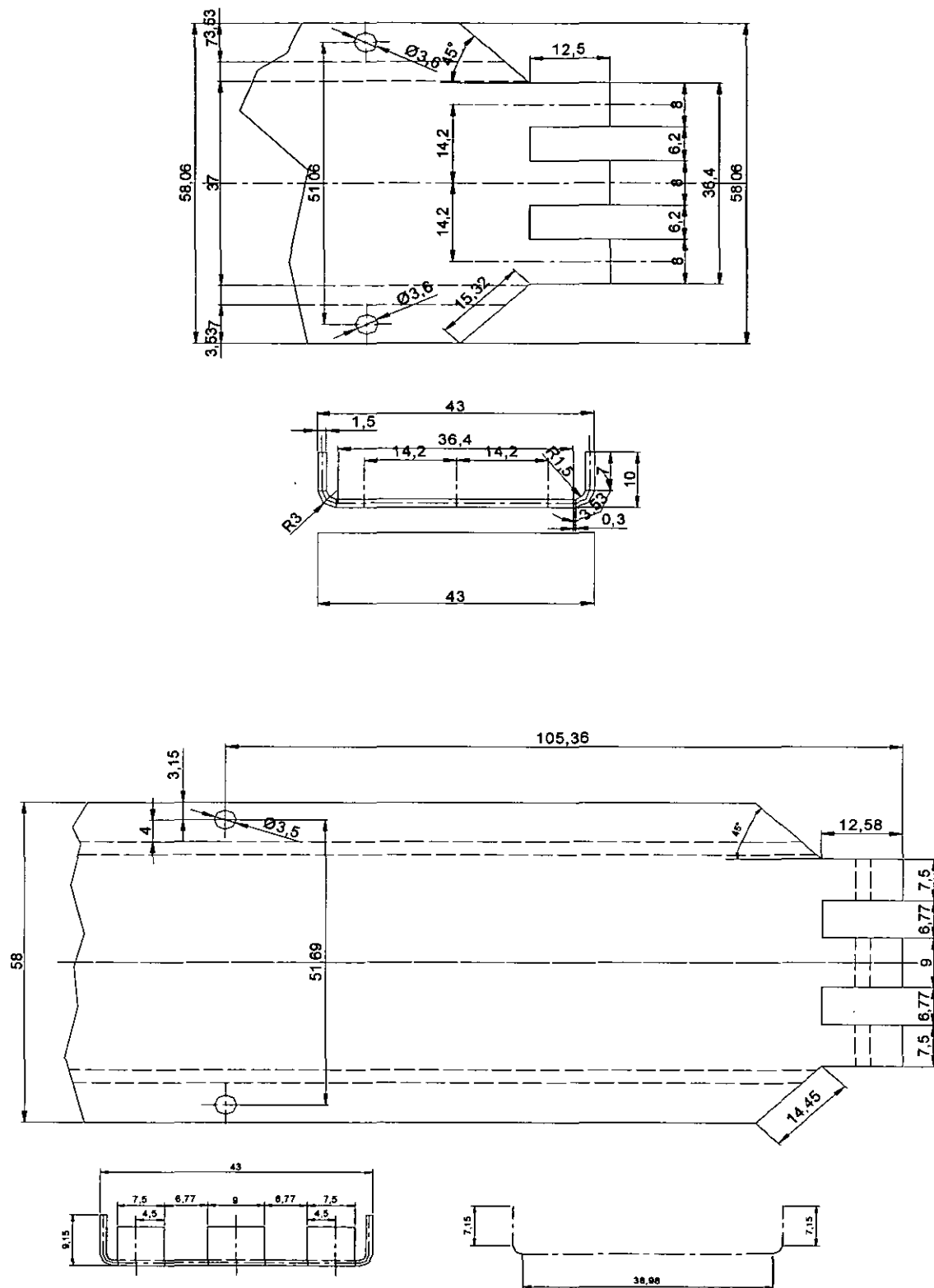


Figura 3.1.3 a): Planos para confección de escuadras para Paneles de tres filas.

3.2 Diseño del pilotaje.

Las primeras pruebas están orientadas a corregir los problemas iniciales de la unidad, es decir, aquellos derivados de la generación de defectos de diseño, montaje y falta de conocimiento del sistema.

Posteriormente, se procede a la ejecución de pruebas tendientes a explorar las capacidades y limitaciones de la tecnología. Para ello, el plan experimental preliminar considera las siguientes variables:

- Formatos de panel a producir en etapa de pruebas.
- Número de pasos a explorar.
- Número de filas de tubos.

Se espera evaluar las siguientes respuestas de la tecnología:

- Set up de la máquina productora de aletas.
- Set up de las mesas de armado y de las mesas de postura de colectores.
- Velocidad de respuesta y desempeño de los utilajes para laterales, tensores y colectores.
- Productividad de armado.
- Eficiencia del sistema de armado.
- Curva de aprendizaje de los operarios armadores.
- Respuesta real del sistema al modelo de gestión Kan Ban.

Asimismo, se evalúan técnicamente para obtener su desempeño. Las pruebas realizar sobre esta muestra incluyen: a) Desempeño en túnel de viento y b) Evaluación global de calidad, ver en detalle en el punto 3.4.

3.3 Instalación y ajuste de la línea de armado.

La línea de armado de panales está constituida por cuatro productos o elementos principales: Láminas, Tubos, Laterales y Colectores. Esto genera las mismas cuatro líneas de producción.

Como es tradicional, todo se inicia en bodega para posteriormente seguir la línea de producción pre-establecida, generalmente pasando a un proceso de transformación de la materia primera (corte, estampado, estañado, etc.). Dependiendo del elemento, se continúa con armado o procesos de horneados, para continuar con otras etapas de transformación en prensas, tinas de horneado o decapado.

En la figura 3.3.1 se presenta el esquema y el diagrama de flujo empleado en producción de panales. Asimismo, en la figura 3.3.2 se muestra el lay-out de producción, destacándose la ubicación de la nueva máquina estampadora o confeccionadora de aletas.

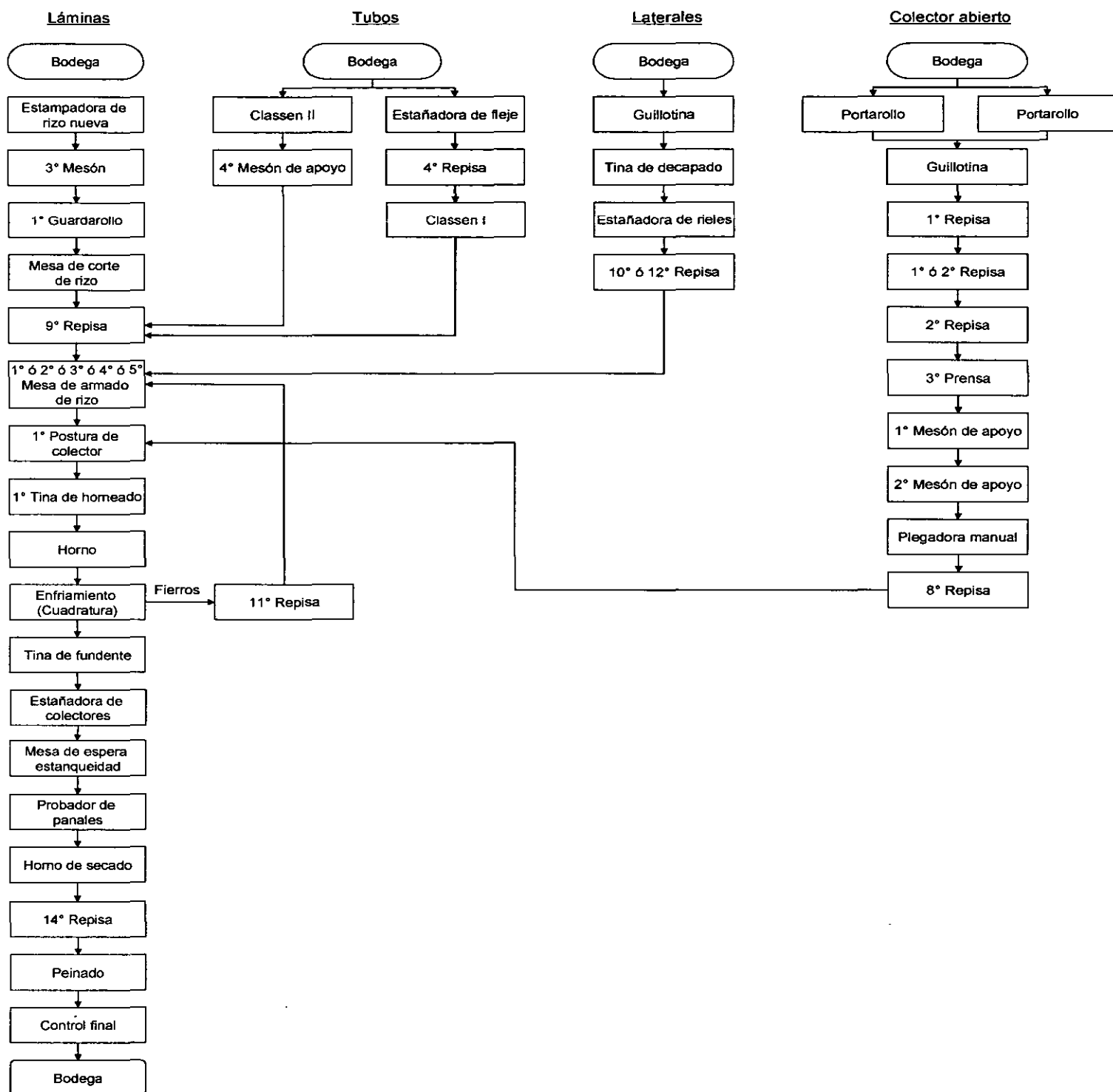


Figura 3.3.1: Diagrama de Producción de Panales.

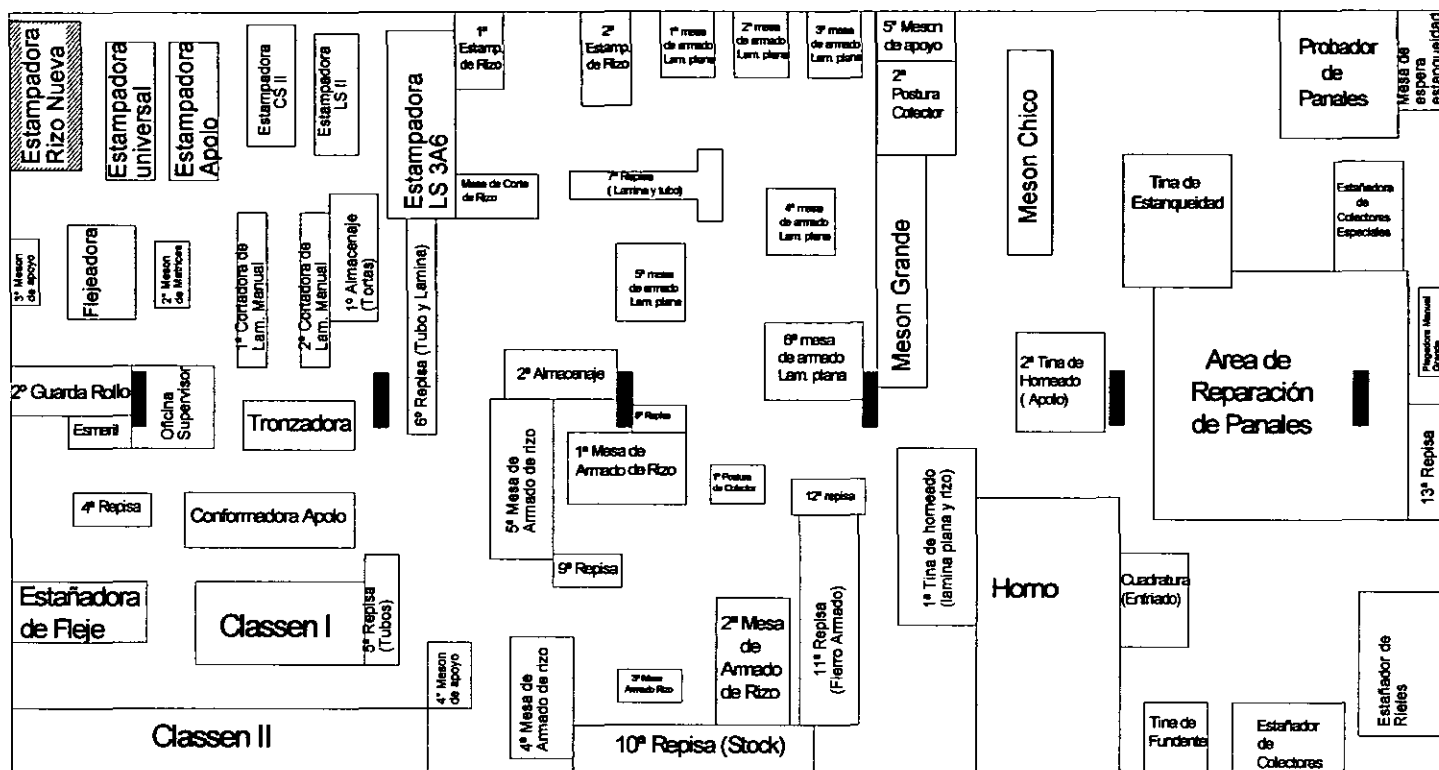


Figura 3.3.2: Lay-Out de Producción de Panales.

3.4 Diseño del programa de pruebas y de métodos de evaluación de resultados.

Los parámetros constructivos que determinan la eficiencia de los radiadores están directamente relacionados con la superficie efectiva de transferencia de calor del panel y el flujo de aire que atraviesa éste. En el desarrollo de este proyecto las dimensiones de los radiadores se mantienen variando solamente la configuración de los panales.

Para fundamentar la elección de los valores de los parámetros constructivos de un modelo en particular, se evaluó la eficiencia térmica y la pérdida de carga de los prototipos resultantes de combinar dichos parámetros. En la Figura 3.4.1 se muestra un radiador desarrollado en pruebas en el túnel de viento.



Figura 3.4.1: Radiador en Prueba de Eficiencia Térmica.

Como ejemplo de las evaluaciones de performance de las diversas combinaciones de parámetros de los panales en desarrollo, en la Figura 3.4.2, se muestran los resultados de la Potencia Disipada para el radiador de una camioneta Chevrolet Luv modelo 2000, donde se compran los resultados obtenidos en el túnel de viento para el modelo convencional y para el nuevo modelo propuesto.

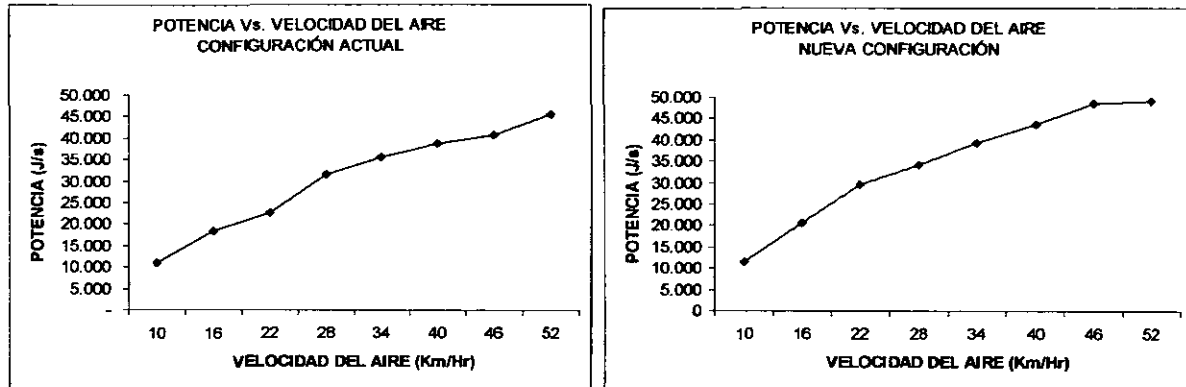


Figura 3.4.2: Potencia disipada en función de la velocidad del aire para radiador de Chevrolet Luv.

La elección del prototipo más adecuado para un modelo determinado en desarrollo se determinó conjugando la capacidad de disipación térmica requerida y la pérdida de carga del aire al atravesar el panel.

Actividad 4 : Desarrollo de un Programa de Pruebas de la Tecnología

4.1 Adquisición de Materiales e Insumos para la Ejecución del Pilotaje

Los materiales e insumos empleados en la producción de panales para efectuar las pruebas corresponden a los mismos materiales que la empresa utiliza en la producción de sus radiadores. En general, éstos corresponden a:

Tubo Conformado: para fabricar este elemento se emplean flejes de cobre de 28 mm de ancho y espesores variables, desde 0,11 hasta 0,18 mm. En la figura 4.1.1 se muestra el proceso de conformado de tubos a partir de un rollo de cobre.

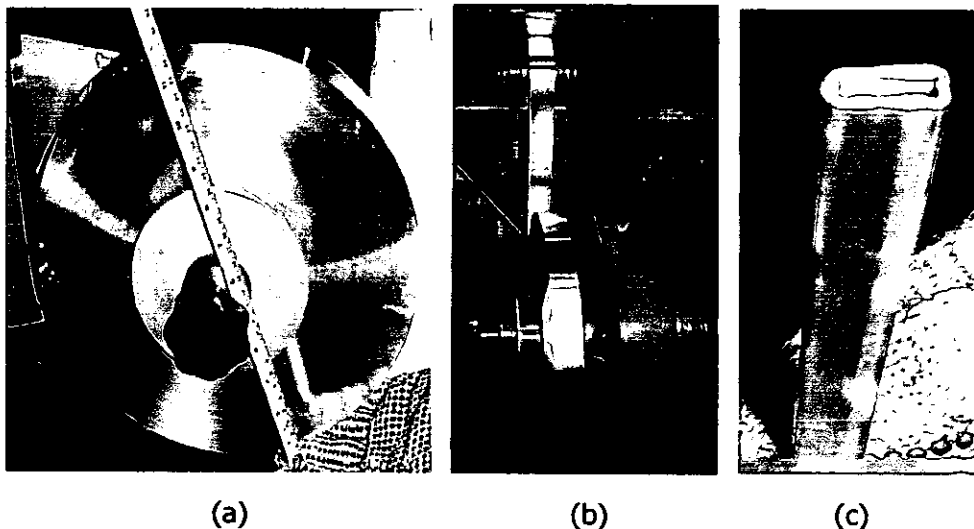


Figura 4.1.1: (a) Rollo de cobre para la fabricación de tubos.
(b) Inicio del conformado de los tubos.
(c) Perfil del tubo de 12 mm ya conformado.

Rizos: para su producción se emplean láminas de cobre de espesor 0,030 mm y anchos de fleje variables, que pueden ser de 14,6 mm; 28,8 mm; 43,0 mm y 57,2 mm dependiendo del número de filas, 1 a 4 filas respectivamente. En la figura 4.1.2 se muestran las distintas láminas empleadas en la fabricación de los rizos.

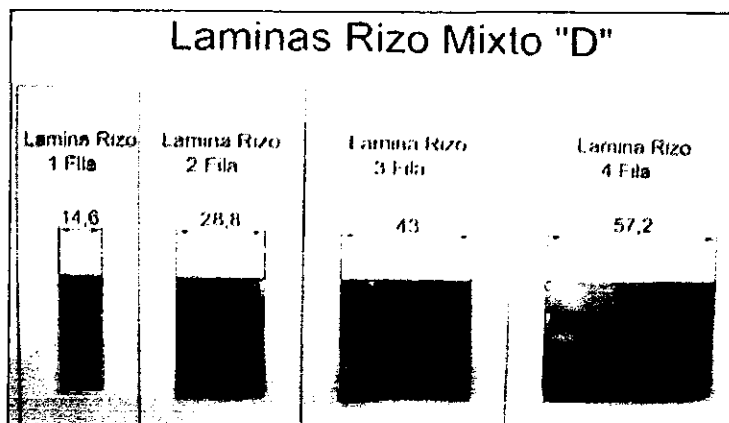


Figura 4.1.2: Distintos anchos de flejes para producir rizos, espesor 30 μ m.

Colector de latón: se fabrica en 0,6 mm de espesor, de largo y ancho de acuerdo a las dimensiones del panel. En la figura 4.1.3 se presentan un fleje para colector y un colector conformado.

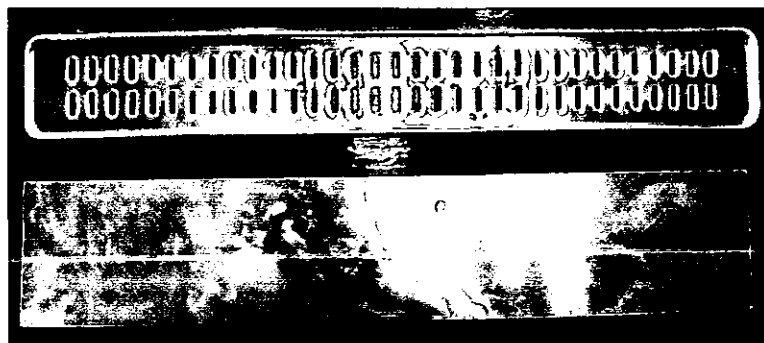


Figura 4.1.3: Fleje para colector y colector de latón ya conformado.

Escuadra de acero: se fabrica de espesor 1 mm y con la longitud necesaria de acuerdo a la altura del panel. En la figura 4.1.4 se muestra un fleje empleado en la fabricación de escuadras.

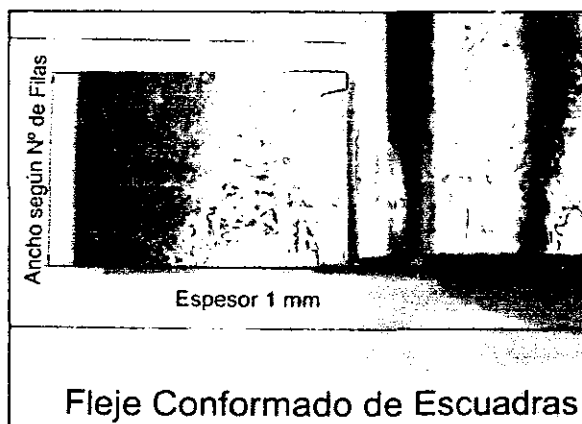


Figura 4.1.4: Fleje para el conformado de escuadras.

Tensores de acero inoxidable: se fabrican de 0,8 mm de espesor y ancho de fleje 12 mm. En la figura 4.1.5 se muestra un fleje empleado en la fabricación de tensores de panales.

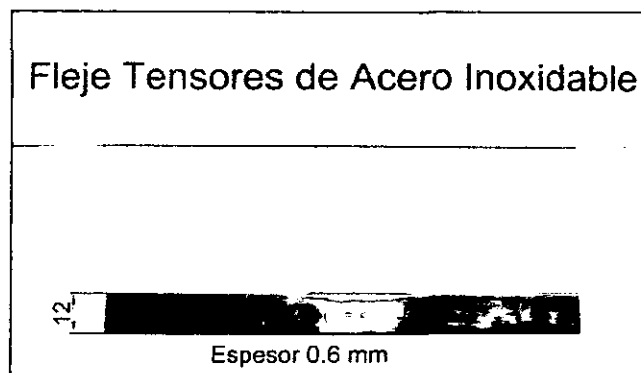


Figura 4.1.5: Fleje para fabricar tensores de panales.

4.2 Corrida de Pruebas Preliminares y Evaluación de Resultados

Con la nueva configuración de tubos, ver figura 4.2.1, se realiza una corrida de pruebas preliminares a partir de la cual se advierten algunos problemas. El principal de ellos corresponde al deterioro que sufren los rizos en las mesas de armado durante el proceso de manipulación para la postura de colectores. Asimismo, en el proceso de transporte de los rizos, desde una sección a otra, también se produce daño en ellos. En la figura 4.2.2 se aprecian claramente los rizos abollados. El menor espesor del material y la exposición de las láminas son los responsables de este deterioro, situación que se corrige en las próximas etapas del proyecto.

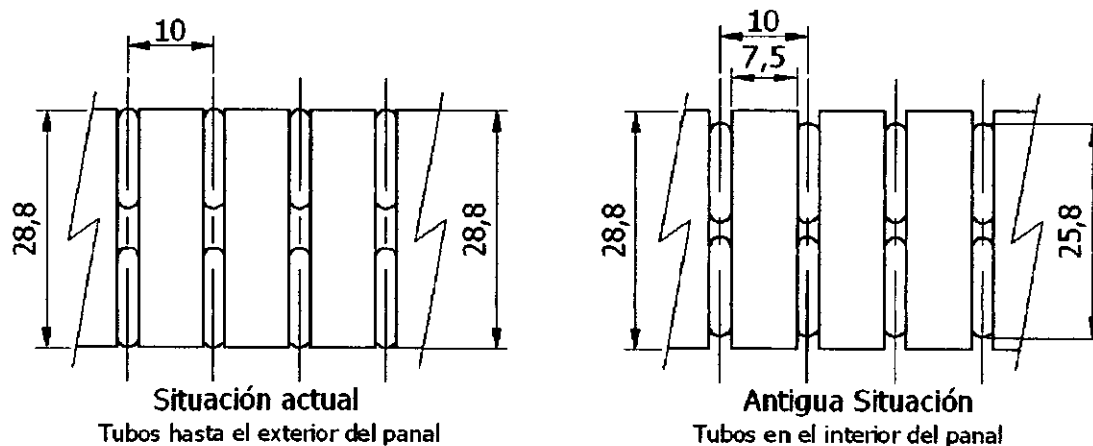


Figura 4.2.1: Esquema que muestra la situación actual y antigua para un panel de dos filas.

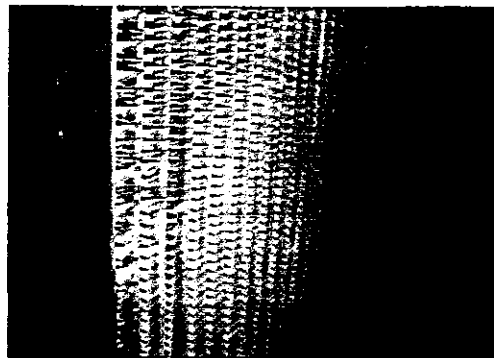


Figura 4.2.2: Rizos abollados durante el proceso de armado de paneles.

4.3 Correcciones al Proceso de Armado y a la Matricería

Para corregir el problema citado en el punto 4.2 se procede a desplazar los tubos exteriores componentes de los panales hacia el borde. De esta manera, cuando se manipulen los rizos en las mesas de armado se esté tomando tanto de los tubos como de las aletas y no solamente de las aletas como ocurría originalmente. Para realizar esta operación fue necesario modificar la matricería de perforación de colectores y además las guías en las mesas de armado. En las figuras 4.3.1 y 4.3.2 se presentan estas modificaciones.

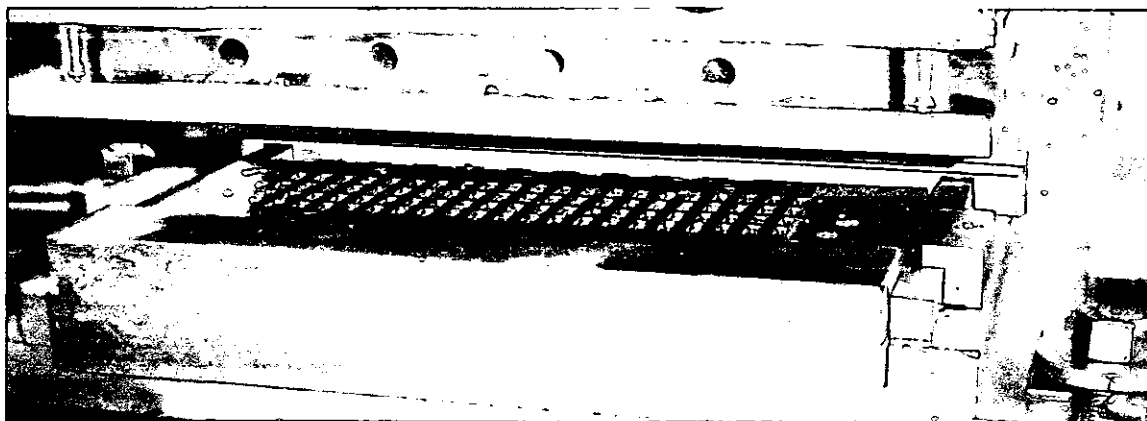


Figura 4.3.1: Matriz de perforado de colectores con la modificación señalada.

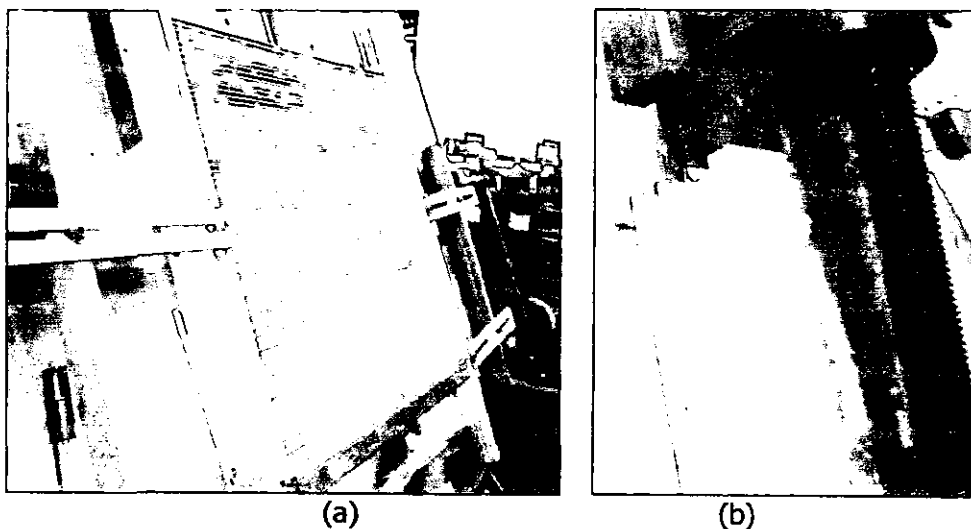


Figura 4.3.2: (a) Mesa de armado con las nuevas guías de armado.
(b) Detalle de guía de mesa de armado.

4.4 Corrida de Pruebas Definitivas según Diseño Experimental.

Con las modificaciones realizadas se procede a realizar la segunda tira oficial de pruebas, inicialmente con panales de 2, 3 y 4 filas. En ellas se observa que se ha corregido el problema de la manipulación de los panales, pues estos no se abollan en las láminas.

Para los panales de una fila, considerando que no existe la posibilidad de desplazar un tubo, se opta por usar tubos de mayor ancho, pasando de tubos de 12 mm a tubos de 15 mm.

En la figura 4.4.1 se muestra el diseño de panal que fue sometido a las pruebas y el detalle de unión de tensores.

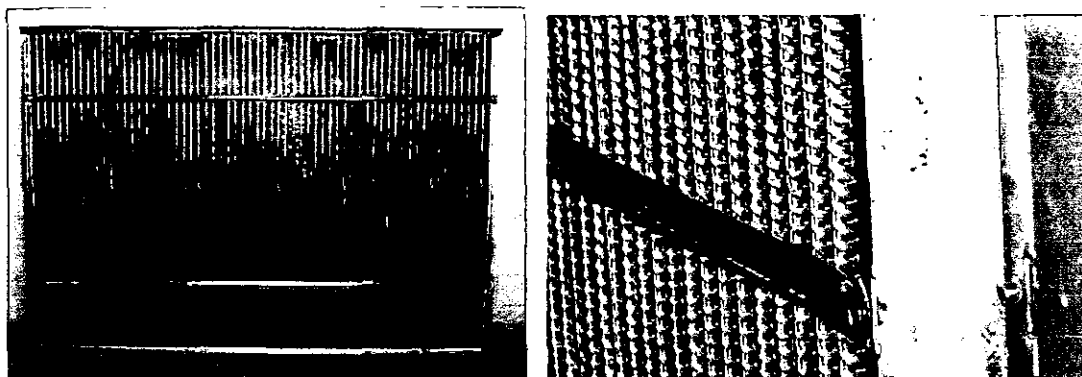


Figura 4.4.1: (a) Panal con tensores y escuadras conformadas.
(b) Detalle del remachado de los tensores.

4.5 Análisis de Resultados.

Se observa que existe una mejora en el tiempo de armado de los panales, y en general una buena presentación de éstos, ya que se ha logrado uniformar el armado y no se hace necesario estar midiendo cada panal sino más bien el ancho lo entrega la longitud de cada tensor.

Los tiempos de armado de panales se han visto mejorados en relación a la antigua configuración, donde se utilizaban barras para mantener la compresión de los rizo y el posterior post proceso de instalar los colectores. Ahora se utilizan los tensores, elementos que permiten mantener el apriete y no generan una masa extra al panal.

Una vez estructurado el colector se procede a hornear. Por tener menos masa que en el proceso anterior, es posible disminuir el tiempo en horno, lo que finalmente redonda en un menor consumo de combustible y una mayor productividad.

Desde un punto de vista de armado, se hace necesario ajustar muy bien la longitud de cada tensor y que no exista diferencia entre los cuatro que van a ser usados, pues si esto ocurre se va a producir una torsión en las escuadras, lo que finalmente hará colapsar el panal. De hecho se observa este problema en forma permanente en los tres tipos de panales, en donde el último rizo, el vecino a la lámina lateral se colapsa. Esto implica el tener que reparar el panal una vez horneado.

4.6 Evaluación Técnica de Radiadores con Panal de aleta corrugada en túnel de viento.

El departamento de ingeniería desarrolló pruebas en forma sistemática para encontrar el rendimiento térmico de cada configuración de panel. Para ello, en forma metódica y de acuerdo al área de intercambio, fue ensayando distintas configuraciones para las variables: número de filas y área frontal. Para cada ensayo se va registrando el incremento del rendimiento térmico en la medida que se va modificando estas variables. En la figura 4.6.1 se muestra un gráfico que compra la potencia disipada entre un panel de 3 filas y otro de 4 filas.

En este mismo contexto, en la figura 4.6.2 se presenta una comparación entre 3 tipos de paneles: panel tipo ambel, panel tradicional y nuevo panel. Como se observa, el intercambio térmico del nuevo panel es claramente más eficiente.

INPPA S. A.
JEFATURA DE OPERACIONES
DEPARTAMENTO INGENIERIA
Fono: 56 2 4381954 / 56 2 4381800

GRAFICO COMPARATIVO POTENCIA DISIPADA
ENTRE PANAL MD 3 Y 4 FILAS

DIMENSION DE PANAL : 900 x 900 mm

Velocidad [km/hr] $\pm 0,5$	Panal Tipo MD 03	MD 04
10	29.343	25.578
20	53.018	55.136
30	69.005	66.413
40	84.628	99.951
50	97.181	123.402
60	108.974	132.837
70	116.266	147.111
80	122.479	151.246
90	134.913	160.706
100	137.256	166.631
Promedio	95.306	112.901

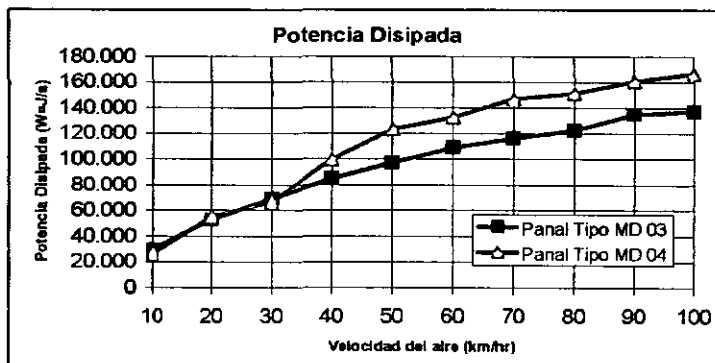


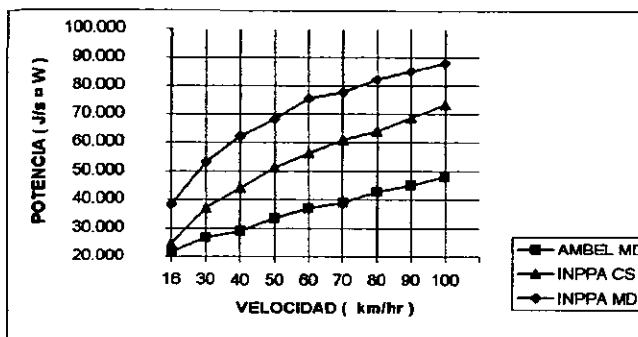
Figura 4.6.1: Comparación entre paneles de 3 y 4 filas.

INPPA S. A.
JEFATURA DE OPERACIONES
DEPARTAMENTO INGENIERIA
Fono: 562-4381959 / 4381800

COMPARACION DE POTENCIA DISIPADA ENTRE PANAL
AMBEL MD , INPPA CS E INPPA MD

PANAL 660 x 660 x 40 mm

VELOCIDAD Km/Hr (± 0.5)	POTENCIA $J/s = W$		
	AMBEL MD	INPPA CS	INPPA MD
16	21.827	24.684	38.454
30	26.785	37.247	53.259
40	28.971	44.106	62.347
50	33.562	51.204	68.289
60	37.143	56.365	75.603
70	38.987	61.019	77.795
80	42.770	64.073	82.155
90	45.130	68.811	85.123
100	48.104	73.287	87.874



NOTAS :

EL PANAL INPPA CS ES UN 47 % PROMEDIO MAS EFICIENTE QUE EL PANAL AMBEL MD
ALCANZANDO SU MAXIMA EFICIENCIA CON UN 56 % A LOS 70 km/hr.

EL PANAL INPPA MD ES UN 96 % PROMEDIO MAS EFICIENTE QUE EL PANAL AMBEL MD
ALCANZANDO SU MAXIMA EFICIENCIA CON UN 103,6 % A LOS 60 km/hr.

Figura 4.6.2: Comparación entre paneles Ambel, Inppa Tradicional y Nuevo Panel (Inppa MD).

Actividad 5 : Síntesis de desarrollo logrado y opciones de mejoramiento

5.1 Síntesis de Operaciones y Evaluación del Modelo Kan Ban

El modelo Kan Ban es una metodología japonesa sobre administración de producción, cuya forma de administrar la producción consiste en departamentalizar cada una de las unidades componentes de la sección panales. Para el caso concreto de la producción de panales, esta metodología funciona de la siguiente manera:

- Toda la sección se divide en unidades de fabricación cerrada, esto quiere decir por ejemplo la sección tubos, es una unidad en si, la sección aletas corrugadas es otra, aletas planas, etc.
- Cada unidad tiene como modelo funcionar como una caja negra, donde se recibirán señales de entrada, y dentro de esta caja se generan las señales de salida.
- Cada unidad está conectada con un antecesor y un sucesor. Excepto la unidad inicial y final (obviamente).

De esta manera, la producción de unidades se basará en lotes de producción, así para un determinado panel se tiene: un grupo de láminas, tubos, colectores, escuadras y a lo menos cuatro tensores.

Cada unidad por separado almacena en estanterías cada lote de producción, estos lotes deberán estar dispuestos de tal manera que las estanterías tengan acceso desde dentro y desde afuera de cada celda. Por cada unidad a producir, se genera un orden que se reparte en las tres unidades iniciales, las que generan tantos lotes como órdenes se reciban. En la celda de armado, se reciben los componentes de láminas y tubos, las cuales posteriormente se unen a los colectores.

No obstante el buen desarrollo logrado a partir de esta metodología, sólo en una parte del proceso de producción de panales es posible aplicar Kan Ban, pues se complica en extremo realizar las modificaciones estructurales para las otras estaciones de trabajo, principalmente por razones de espacio.

5.2 Análisis y Evaluación del Desempeño de Utilajes y del Conjunto

Para el armado de panales, inicialmente se consideró el uso de algunos utilajes que proporcionaban mayor rigidez al panel. Estos utilajes proveían al panel de la rigidez necesaria para la manipulación durante el proceso de retiro del panel de la mesa de armado hasta que se logra la fusión entre tubos, láminas y colectores.

Fundamentalmente, este modo de armado presentaba dos inconvenientes: el primero de ellos tiene relación con el tiempo requerido para instalar el utilaje y el segundo dice relación con la energía que se pierde en el horno cuando se adiciona una mayor cantidad

de masa a calentar. Esta masa al no ser parte de la cadena de valor del producto final, redundará en un mayor costo de producción.

Para solucionar el problema planteado, se decide utilizar tensores. Estos tensores, si pertenecerán a la cadena de valor del producto final y además, son de masa muy reducida en comparación a los utilajes que se estaban utilizando hasta ahora.

5.3 Evaluaciones de Productividad y Rendimiento del Proceso

La productividad ha sido difícil de evaluar de un modo global puesto que no se cuenta con elevados volúmenes de producción desde que se ha implementado esta nueva tecnología de proceso. Asimismo, en los últimos años la división ha experimentado una disminución paulatina en el volumen de ventas de panales, uno de los motivos que originan esta iniciativa, lo que impide tener una base de comparación.

Sin embargo, se puede concluir que existe una importante disminución de los tiempos de producción, impactando positivamente en los costos operaciones al aumentar la productividad y disminuir el consumo de energía durante el proceso.

Para evaluar el impacto de la nueva tecnología de producción se procede a analizar individualmente los distintos modelos de panal que se fabrican. De esta manera, en la tabla 5.3.1 se presenta una comparación de los tiempos de producción del panal para la camioneta Chevrolet Luv, producto de venta masiva de la división.

Para confeccionar esta tabla, se ha controlado el tiempo que tarda desde que se comienzan a fabricar los primeros componentes hasta que el panal sale terminado al final de la línea productiva. En general, se aprecia una disminución del 43% (49 min) en el tiempo total del proceso de armado. Las etapas que experimentan el mayor impacto son: Fabricación de Láminas, reducción de un 80%; Postura de Colectores, reducción de un 50%; Horneado de Panal, reducción de un 83%; Prueba de Estanqueidad, reducción de un 60% y Control de Calidad Final, reducción de un 50%;

Tabla 5.3.1: Análisis Comparativos de Tiempos de Procesos de Producción Panal Chevrolet Luv.

Proceso	Tiempo Anterior (min)	Tiempo Actual (min)	Diferencia (min)	Diferencia (%)
Tubos	3	3	0	0
Laminas	15	3	12	80
Armado de Panal	32	25	7	22
Colectores	20	10	10	50
Postura de Colector	10	10	0	0
Horneado de Panal	18	3	15	83
Estañado de Colectores	0.5	0.5	0	0
Prueba de Estanqueidad	5	2	3	60
Secado	3	3	0	0
Control de Calidad Final	4	2	2	50
Transporte a Bodega	3	3	0	0
Tiempo Total (min)	113.5	64.5	49	43

5.4 Evaluaciones de Calidad de los Productos

Los estándares de calidad y las exigencias a las que se obliga la empresa se han mantenido para este nuevo proceso de producción, el cual ha logrado superar con éxito los exigentes controles de calidad existentes manteniendo la política de Inppa S.A. de entregar un producto garantizado, confiable y de adecuada duración.

Sin embargo, durante el proceso de desarrollo y de adaptación de la nueva tecnología fueron surgiendo distintas problemáticas que superadas permitieron alcanzar el desarrollo presentado y que también impactaron positivamente en otras etapas del ciclo productivo de la empresa.

En efecto, antes no existía una preocupación especial en los procesos de manipulación de los panales, ya que éstos estaban compuestos de materiales de mayor espesor (fundamentalmente las láminas), lo que se traducía en una manipulación menos cuidadosa. La introducción de láminas de menor espesor en el proceso productivo, lamentablemente involucró una merma notable en la calidad de los panales, ya que estos a ser manipulados perdían la presentación, ya que las láminas abolladas deslucían la calidad general del panel.

Al desplazar los tubos hacia el exterior, se logró solucionar la problemática planteada y se regresó a los estándares antiguos de calidad. Sin embargo, como los operarios se acostumbraron a manipular con mayor cuidado todos los productos se obtuvo como resultado final una ganancia en términos de presentación de los panales.

5.5 Análisis de Opciones de Mejoramiento del Desarrollo Logrado

El desarrollo logrado presenta un nivel de implementación acorde con los objetivos planteados en el proyecto y en el marco del plan de desarrollo de la empresa, pronto comenzará a ser replicado en otros procesos de producción.

No obstante lo anterior y en relación de las opciones de mejoramiento que tiene el desarrollo logrado, actualmente se está evaluando mejorar el proceso de armado de panales, específicamente mejorar las mesas de armado de panales. Si bien estos elementos presentan características favorables, son livianas y de diseño muy simple, son susceptibles de reevaluar para obtener mejores prestaciones.

Otro elemento potencial de mejorar y que presenta un fuerte impacto en el global del proceso son los tensores, evaluándose la posibilidad de disminuir aún más su espesor. El criterio para evaluar este cambio es netamente logístico, puesto que los tensores al ser de acero inoxidable, para resistir al ataque de los fundentes, obligan a desarrollar proveedores en el extranjero. Esta situación se agrava puesto que los tensores se solicitan a pedido y se fabrican de acuerdo a las necesidades de producción, lo que transforma a este elemento en un punto crítico para la producción.

Referencias Consultadas

- Kakac, A. E. Bergles, F. Mayinger Eds, Heat Exchangers: Thermal-Hydraulic Fundamentals and Design, 1980, Hemisphere Pub. Co.
- Brazed Copper-Brass Radiators Design Innovations: Technological Advances for Tomorrow's Cars & Trucks, <http://automotive.copper.org/design-innovations.html>
- Producción Justo a Tiempo (I y II), <http://www.gestiopolis.com/>
- M. Keaton, A new look at the Kanban production control system, Production and Inventory Management Journal, Third Quarter, 1995.