



TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DEL SECTOR DE ESPUMADO
DE LA EMPRESA ARNEG. S.A.
APLICACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN.

Autor: Santiago Juan Villamil

Director de Tesis:
Ing. Mónica Lucioli

2006

Resumen ejecutivo.

El objetivo de este proyecto es aportar propuestas de mejora para optimizar el proceso de armado de los cuerpos de las exhibidoras refrigeradas que se lleva a cabo en la planta industrial de la empresa Arneg S.A. También se creará un modelo de simulación que proporcione información acerca del funcionamiento del área de espumado.

La metodología que empleada fue, en primera instancia, un relevamiento de métodos y tiempos del proceso productivo. A partir de la información recolectada se hizo un análisis ABC para determinar los principales modelos elaborados para profundizar su análisis. A continuación se detectó oportunidades de mejora dentro del sector de espumado y se procedió a desarrollar propuestas de optimización.

Se desarrolló un modelo de simulación del área para poder entender como interactúan cada uno de los puestos de trabajo y detectar cual es el verdadero cuello de botella del sector. El objetivo de este modelo es el de servir como una herramienta para el análisis de potenciales cambios dentro del mismo. Permitirá determinar el impacto que se tendrá con la aplicación de cambios en el método productivo, asignación de operarios, mix y volumen de producción.

El modelo es lo suficientemente flexible como para ser de utilidad aún si se modificara de manera significativa el método productivo y la asignación de máquinas para cada uno de los modelos. Los resultados que se obtienen ingresando los parámetros correspondientes a la situación actual son los observados.

Se determinó que la operación de armado de los pisos de estos productos es el cuello de botella. La saturación del puesto de armado de las tapas es también elevada. Las prensas son solo ocasionalmente cuellos de botella cuando se dan situaciones muy particulares.

La determinación del cuello botella es de vital importancia dado que la empresa tiene una expectativa de crecimiento del 30% anual para los próximos años. La capacidad actual del sector de espumado, que es el cuello de botella de todo el proceso de elaboración de exhibidoras refrigeradas, se verá superada antes de finales del 2007. Se realizó un balance de línea de este sector para 3 escenarios diferentes, la situación actual, el crecimiento esperado por la empresa en término de unidades anuales, y la misma situación teniendo en cuenta la estacionalidad de la producción.

Las propuestas de mejora realizadas son las siguientes:

- Modificación de las mesas de armado para facilitar el acceso a los puntos más comprometidos del cuerpo de la exhibidora mientras es ensamblada. Eliminación de la necesidad de subir a las mesas para terminar las operaciones de armado.

- Reemplazo de la utilización de los refuerzos de chapa negra por chapa galvanizada para reducir el tiempo de ciclo mediante el empleo de sistemas adhesivos más rápidos.
- Modificación del sistema de estiba de refuerzos.
- Utilización de sistemas adhesivos alternativos.
- Utilización de cintas adhesivas de mayor resistencia para evitar la necesidad de utilizar cintas doble faz durante la colocación de refuerzos.
- Modificación del sistema de unión entre chapas.
- Cambio en la posición de la inyectora.
- Propuestas varias para mejorar el gerenciamiento visual del área.
- Propuestas tendientes a aumentar el nivel de seguridad laboral.

Se valió el funcionamiento actual del sector y posterior a las mejoras propuestas mediante el programa SOL. Se concluye que existe una clara mejoría fundamentalmente en la documentación del proceso y en los niveles y formas de estiba de los stocks.

Utilizando el modelo de simulación se concluye que las mejoras implicarán un incremento en la capacidad del sector, de al menos, un 15% con respecto a la situación original. Se concluye que para lograr el nivel objetivo de 3000 unidades anuales se deberá incorporar un operario para las actividades de armado de los pisos.

Este objetivo de 3000 unidades anuales equivale a 4200 en los meses más comprometidos por la estacionalidad. Este nivel de producción es solamente alcanzable si se aplican las mejoras propuestas y si se cuenta con dos parejas de operarios destinados al armado de pisos y otros dos operarios en el armado de las tapas.

A partir de estos volúmenes de producción una de las prensas empezaría a saturarse y pasaría a ser el cuello de botella del sector. No solamente implicaría una restricción sino que también se generarían colas importantes de espera de productos que requerirían grandes espacios para su estiba.

Teniendo en cuenta esto no sería necesaria, desde el punto de vista de la capacidad requerida, la adquisición de una nueva prensa. Incluso podría aumentarse su productividad si se espumara por ambas puntas de las prensas utilizando una segunda inyectora. Para que esta propuesta tenga un impacto positivo se deberá programar la producción de manera de hacer coincidir el armado de exhibidoras del mismo modelo cuyos anchos sumen menos de los 4 metros de la prensa.

Las razones para la incorporación de una nueva prensa radicarían en los mayores niveles de calidad que se obtendrían. Por otro lado, se verificarían reducciones de tiempos en las operaciones posteriores a las que se llevan a cabo en el sector de espumado.

Executive summary.

The objective of this project is to develop improvement proposals to optimize the production process of the bodies of the refrigerated cabinets that are carried out in the industrial plant of the company Arneg S.A. Also a simulation model will be created to provide information about the operations of the foaming area.

The methodology that was used, in first instance, was a study of methods and times of the productive process. From the collected information an ABC analysis was made to determine the main models to deepen their analysis. Next, improvement opportunities were detected within the foaming area and optimization proposals were developed.

A simulation model of the area was developed to help understand how the workers and stations interact with each other and to detect which one is the true bottle neck of the sector. The objective of this model is to serve like a tool for the analysis of potential changes within this area. It will determine the impact that will occur if there are changes in the productive method, allocation of workers, mix and volume of production.

The model is sufficiently flexible to be of utility still if there are significant modifications in the productive method and the allocation of presses for each one of the models. The results that were obtained entering the parameters corresponding to the present situation are the observed ones.

The assembly of the floors of these products has been determined as the bottle neck. The saturation of the work station of the assembly of the covers is also elevated. The presses are occasionally bottle necks when very particular situations occur.

The determination of the bottle neck is of vital importance since the company has an expectation of growth of 30% annually for the next years. The present capacity of the foaming sector, that is the bottle neck of all the process of elaboration of refrigerated cabinets, will be surpassed before the end of the 2007. A balance of line of this sector for 3 different sceneries was made, the present situation, expected growth by the company in term of annual units, and the same situation considering the seasonality of the production.

The improvement proposals that were made are the following:

- Modification of the working tables to facilitate the access to the points more jeopardizes of the body of the refrigerated cabinet while it is assembled. Elimination of the necessity to step into the tables to finish the assemblies.
- Replacement of the use of the black plate reinforcements by galvanized plate to reduce the cycle time by means of the use of sticky systems that are faster.
- Modification of the stocking method of the reinforcements.

- Use of alternative sticky systems.
- Use of sticky tape of greater resistance to avoid the necessity to use double face tapes during the positioning of reinforcements.
- Modification of the sealing system between plates.
- Change in the position of the injector.
- Several proposals to improve the visual management of the area.
- Proposals to increase the level of labor security.

The present operation of the sector and with the proposed improvements was evaluated by means of the “SOL” program. It concludes that there will be a clear improvement in the documentation of the process and the levels and forms of the stocks in the area.

The use of the simulation model reveals that the improvements will imply an increase in the capacity of the sector, of at least, a 15% with respect to the original situation. To obtain the objective production level of 3000 annual units a worker for the floor assembly activities must be incorporated.

This objective of 3000 annual units is equivalent to 4200 in the months where the seasonality is at the higher pick.

This level of production is only attainable if the proposed improvements are applied and if two pairs of workers are assigned to the assembly of the floors and if other two workers are responsible for the assembly of the covers.

From these volumes of production one of the presses would begin to saturate and would become the bottle neck of the sector. It would not only imply a restriction but also would generate important tails of product that would require great spaces for their stocking.

Considering this it would not be necessary, from the point of view of the required capacity, the acquisition of a new press. Its productivity could even be increased if a second injector was installed with the capability to foam the other side of the presses. This proposal will have a positive impact if the production program makes sure to assemble simultaneously two refrigerated cabinets of the same model and whose width add less than the 4 meters of the presses.

The reasons for the incorporation of a new press would be in the greater quality levels that could be obtained. On the other hand, reductions of times will occur on the following operations to the ones carried out in the foaming sector.

Agradecimientos.

En primera instancia quiero agradecer a la Ing. Mónica Lucioli, tutora de este proyecto, quien dedicó una importante cantidad de tiempo y esfuerzo a este trabajo y tuvo una excelente predisposición y buena voluntad. Sus recomendaciones y correcciones fueron de gran utilidad.

En segundo lugar quiero agradecer al Ing. Alejandro Vittone y al Sr. Juan José Pucheta, quienes son miembros de la empresa Arneg S.A., por haberme autorizado a realizar este proyecto y haberme recibido nuevamente en la planta industrial.

También creo importante destacar al Sr. Carlos Fryda quien fue el primero en participar de la asistencia tecnológica que dio origen a este trabajo.

Por último, quiero agradecer al Lic. Juan Carlos Cambón por haberme dado la idea del tema de este proyecto final de ingeniería Industrial.

ÍNDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.	1
1.1 PROGRAMA PROPYME. ALCANCES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.	3
1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS.	4
1.3.1 EXHIBIDORAS.	4
1.3.2 EXHIBIDORAS REFRIGERADAS.	4
1.3.3 CÁMARAS DE FRÍO.	5
1.3.4 CENTRALES DE FRÍO.	6
1.3.5 PASILLOS DE CHECK OUT.	7
1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.	8
1.5 CLASIFICACIÓN EN FAMILIA DE PRODUCTOS.	11
1.6 ABC DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN EL SECTOR.	13
1.7 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.	17
CAPITULO II. PROCESO PRODUCTIVO Y LAY OUT DEL SECTOR DE ESPUMADO.	23
2.1 PROCESOS PRODUCTIVOS DE LAS EXHIBIDORAS REFRIGERADAS.	23
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN EL SECTOR DE ESPUMADO.	29
2.3 LAY OUT DEL SECTOR.	32
CAPITULO III. BALANCE DE LÍNEA.	37
3.1 TIEMPO DE CICLO.	37
3.2 MOVIMIENTOS Y DISTANCIAS.	40
3.3 PESO DE LOS PRODUCTOS.	40
3.4 BALANCE DE LÍNEA.	41
CAPITULO IV. PROPUESTA DE MEJORAS.	45
4.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN.	45
4.2 PROPUESTAS DE MEJORA.	47
4.2.1 PREPARACIÓN Y ESTIBA DE REFUERZOS.	49
4.2.2 UNIÓN ENTRE LAS CHAPAS.	55
4.2.3 BASTIDORES.	56
4.2.4 MESAS DE TRABAJO.	60
4.2.5 PRENSAS.	63
4.2.6 CONTRAMOLDES.	64
4.2.7 INYECTORA.	66
4.3 APLICACIÓN DE CONCEPTOS DE CALIDAD VISUAL.	68
4.3.1 GERENCIAMIENTO VISUAL.	68
4.3.2 PROGRAMA DE LAS “5S”.	69
4.4 APLICACIÓN DEL PROGRAMA SOL.	72
4.5 PROBLEMAS DE SEGURIDAD LABORAL DETECTADOS.	78

CAPITULO V. MODELO DE SIMULACIÓN DEL ÁREA DE ESPUMADO.	81
5.1 MODELO CONCEPTUAL.	81
5.1.1 OBJETIVOS Y ARGUMENTOS.	81
5.1.2 LÍMITES, CONTEXTO Y SUPUESTOS.	82
5.1.3 LÓGICA DEL MODELO.	82
5.1.4 VARIABLE DE CONTROL.	85
5.2 MODELO DE DATOS.	86
5.3 MODELO OPERACIONAL.	88
CAPITULO VI. RESULTADOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN.	91
6.1 PRODUCTIVIDAD Y SATURACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO.	91
6.1.1 ESCENARIO N°1.	92
6.1.2 ESCENARIO N°2.	93
6.1.3 ESCENARIO N°3.	94
6.1.4 ESCENARIO N°4.	96
6.1.5 ESCENARIO N°5.	98
6.2 COMPARACIÓN DE ESCENARIOS.	99
6.3 PRODUCTIVIDAD Y SATURACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO APLICANDO LAS MEJORAS PROPUESTAS.	100
6.3.1 PRODUCCIÓN ALCANZABLE CON LAS MEJORAS.	101
BIBLIOGRAFÍA.	105
ANEXOS	107
1 MODELO DE REGRESIÓN DE LAS VENTAS EN SUPERMERCADOS.	109
2 ÍNDICE DE PLANOS.	111
3 CURSOGRAMAS ANALÍTICOS.	125
3.1 CURSOGRAMA ANALÍTICO. MANILA 90x3750x205.	126
3.2 CURSOGRAMA ANALÍTICO. MANILA 110x3750x38.	133
3.3 CURSOGRAMA ANALÍTICO. PERUGIA 3750.	140
4 PESO DE LAS EXHIBIDORAS.	145
5 FLUJOS DEL SECTOR DE ESPUMADO.	147
5.1 PRODUCCIÓN ACTUAL.	147
5.2 PRODUCCIÓN OBJETIVO (3000 UNIDADES ANUALES).	148
5.3 PRODUCCIÓN OBJETIVO CON ESTACIONALIDAD (4200 UNIDADES ANUALES).	149
6 CUADRO DE SATURACIÓN DE MÁQUINAS Y PUESTOS.	151
7 SATURACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO.	155
8 DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE ARMADO DE LOS MODELOS MÁS SIGNIFICATIVOS.	157
8.1 MANILA 110 X 205 X 3750.	157
8.2 PERUGIA 3750	158
9 FICHAS TÉCNICAS:	159
9.1 CINTA ATG APLICABLE CON PISTOLA 3M.	159
9.2 CINTA DE ENMASCARAR “233+” DE 3M.	163
9.3 CINTA DE ENMASCARAR POROSA “3294” DE 3M.	165
10 NOMOGRAMA DE DETERMINACIÓN DE LA ALTURA ÓPTIMA DE TRABAJO.	169

PROPUESTA DE MEJORA DE LAY OUT Y MÉTODOS EN EL SECTOR DE ESPUMADO DE LA EMPRESA ARNEG S.A.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

1.1 Programa ProPyme. Alcances y objetivos del proyecto.

La organización Techint lleva a cabo en la actualidad el programa ProPyme por el cual busca alentar el desarrollo de muchas de sus empresas clientes. Este programa incluye colaboración en aspectos institucionales, industriales, financieros y comerciales. Las colaboraciones industriales consisten en la organiza de pasantías rentadas, capacitación de recursos humanos y diagnósticos industriales. Además, proporciona asistencia para el desarrollo de productos y servicios de asistencia tecnológica¹.

Dentro del marco de este programa la Organización Techint y el ITBA crearon el convenio GePyme que consiste en la tercerización en el ITBA de alguno de estos servicios.

El convenio GePyme es un proceso de tres etapas. En la primera se realiza un diagnóstico de las instalaciones de la empresa cliente de Siderar buscando oportunidades de mejora. En una segunda etapa se consensúa con la empresa y la Organización Techint una o varias de estas oportunidades de mejora y se realiza una propuesta de optimización. En algunos casos se lleva a cabo una tercera etapa en la que se concreta los cambios propuestos.

Durante el 2004 la empresa Arneg S.A. fue seleccionada por parte de la Organización Techint para recibir colaboración en la forma de una asistencia tecnológica industrial como se describió anteriormente.

La primera fase fue llevada a cabo por el Ing. Félix Viana. En este caso la principal oportunidad de mejora que se detectó fue la necesidad de aumentar la productividad del sector de espumado o inyección dado que se verificó que está área era el cuello de botella del proceso productivo. Cabe destacar que este sector se encontraba produciendo a plena capacidad. El área en cuestión es donde se monta e inyecta el cuerpo de las exhibidoras refrigeradas que son uno de los principales productos comercializados por la empresa.

Durante los meses de enero y febrero del 2005 el Sr. Carlos Fryda inició la realización de la segunda etapa del convenio en esta empresa. A finales de febrero se decidió de manera bilateral suspender la asistencia tecnológica. En el segundo semestre de 2005 se reinició esta segunda etapa, siendo los miembros del grupo de profesionales del ITBA el Sr. Carlos Fryda², la Ing. Mónica Luciola³ y el autor de este proyecto.

El trabajo implicó un relevamiento de los procesos productivos del sector de espumado y la generación de una propuesta de mejora durante aproximadamente 3.5 meses.

¹ www.lanacion.com.ar/EdicionImpresa/economia/nota.asp?nota_id=825611

² El Sr. Carlos Fryda fue profesor de diversas cátedras relacionadas con la organización industrial en el ITBA.

³ La Ing. Mónica Luciola es profesora de la cátedra de organización industrial I y es la tutora de este proyecto final. Constantemente lleva a cabo consultorías del programa Gepyme.

La presentación final se llevó a cabo a fines de diciembre de 2005 siendo muy buena la recepción por parte de Arneg S.A. Las conclusiones del grupo de trabajo fueron que el nivel de producción deseado es factible modificando de manera importante el método empleado, la cantidad de personal y levemente el lay out del sector. Se descartó la necesidad de adquirir una nueva prensa dado que el cuello de botella no se encuentra en esa estación de trabajo aún al nivel de producción objetivo para los próximos años. No se dio una opinión acerca de la conveniencia de la incorporación de una nueva prensa de mejor tecnología desde el punto de vista de la calidad final del producto.

Este proyecto se basa en la información relevada durante las dos fases realizadas y en nuevos aportes por parte de la empresa. El objetivo es optimizar el método productivo de las exhibidoras refrigeradas y la creación de un modelo de simulación que permita entender como funciona el área y responder preguntas del tipo “¿Qué pasaría si...?”. Se incorporarán las nuevas condiciones de contorno. Además se incluirán conceptos de gerenciamiento visual para mejorar la forma en que el sector llega a los resultados.

1.2 Descripción de la empresa.

La Empresa inicia sus operaciones en Rosario en el año 1977, bajo el nombre de RAFFO (calle donde se instaló por primera vez). En un principio producía estanterías y pasillos de revisión para supermercados. Su red de comercialización alcanzaba todo el país a través de distribuidores locales. En el año 1984 se incorporan las líneas de exhibidoras refrigeradas y centrales de frío, brindando instalaciones completas.

Con la apertura de la Argentina a los mercados mundiales en la década del 90 y debido a la globalización surgió la necesidad de incorporar tecnología, equipamiento y experiencia, acorde a parámetros internacionales de calidad. Es por esto que en el año 1994 se conforma un Joint Venture bajo la razón social ARNEG RAFFO SA junto con el grupo italiano Arneg SPA. Este grupo internacional cuenta con diversas plantas industriales distribuidas por Europa y América. Comercializa el mismo tipo de productos, pero con presencia en todo el mundo. Posee una participación del 10% del mercado global mientras que en la Argentina asciende al 40%.

En el 2001 y como consecuencia de la crisis económica, el grupo Arneg SPA se hace cargo del 100 % de la Empresa, denominándola a partir de ese momento ARNEG ARGENTINA S.A.

Arneg argentina S.A. es una empresa del rubro metalmecánica. En la actualidad se dedica a la fabricación de productos destinados para la exhibición y/o almacenaje de mercadería en tiendas y supermercados.

La planta industrial se encuentra en Rosario en la provincia de Santa Fe. Cuenta con 17.000 m² de superficie cubierta. Está compuesta por una única nave que contiene tanto las instalaciones productivas como las oficinas administrativas. Actualmente emplea casi la totalidad del terreno disponible siendo la posibilidad de expansión bastante limitada.

Con la crisis del 2001-2002 la empresa debió modificar su cartera de productos incorporando ofertas no estandarizadas a fin de aumentar la cantidad de clientes potenciales. Por otro lado disminuyó sus costos fijos mediante la tercerización de actividades como soldadura y carpintería.

Durante los últimos años la empresa actualizó sus procesos, amplió su superficie cubierta e incorporó una nueva línea de alta tecnología para la fabricación de paneles espumados para cámaras de frío.

A partir de la devaluación argentina esta empresa recuperó el mercado externo aumentando considerablemente su nivel de ventas. En la actualidad se encuentra produciendo a plena capacidad.

1.3 Descripción de los productos.

Los productos comercializados por la empresa se pueden clasificar de la siguiente manera:

- ✓ Exhibidoras
- ✓ Exhibidoras Refrigeradas
- ✓ Pasillos o Check-out
- ✓ Centrales de Frío
- ✓ Cámaras de Frío

A continuación se realizará una breve descripción de cada tipo de producto:

1.3.1 Exhibidoras.

Son simplemente estantes de chapas de acero pintadas utilizadas en todas las góndolas de supermercados. Es el producto con menor valor agregado elaborado por la empresa. No incluyen componentes eléctricos.

1.3.2 Exhibidoras refrigeradas.

Básicamente consisten en heladeras de grandes dimensiones que permiten el acceso del comprador a la mercadería contenida. Se pueden dividir según sus formas de refrigeración y sus dimensiones de la siguiente manera:

- Vitrinas
- Murales y semi-murales
- Congelados
- Autocontenidos

En las figuras 1.1 a 1.5 se muestran un ejemplo cada una.



Figura 1.1. Exhibidora refrigerada tipo vitrina.



Figura 1.2. Exhibidora refrigerada tipo semi-mural.



Figura 1.3. Exhibidora refrigerada tipo mural.



Figura 1.4. Exhibidora refrigerada tipo congelados.



Figura 1.5. Exhibidora refrigerada tipo autocontenido.

La principal diferencia entre las exhibidoras refrigeradas tipo vitrina y las autocontenidas es la disposición del equipo de refrigeración. En el caso de las exhibidoras refrigeradas este equipo se encuentra fuera de la máquina mientras que en las autocontenidas el equipo está incluido dentro de la exhibidora.

La elaboración de estos productos comienza en el sector de espumado donde se obtiene como producto semielaborado su cuerpo relleno de poliuretano. Dado que el proceso productivo de este sector es el centro del proyecto en el próximo capítulo se describirá en detalle a las exhibidoras y al sector.

1.3.3 Cámaras de frío.

Estos productos consisten en la unión de paneles de chapa galvanizada espumados con poliuretano y unidos de manera de generar un ambiente aislado térmicamente. En esta planta se producen todos los elementos de la cámara. Es decir, paneles, juntas, puertas y accesorios. Estas cámaras son modulares y de muy fácil montaje. En la figura 1.6 se muestran algunos ejemplos.



Figura 1.6. Cámaras de frío.

1.3.4 Centrales de frío.

Estos equipos son los que proveen refrigeración de manera externa a las cámaras de frío o a las exhibidoras que no son autocontenidas.



Figura 1.7. Equipo de frío.

1.3.5 Pasillos de check out.

Son los muebles utilizados en los supermercados para el conteo de los productos y el cobro al cliente.

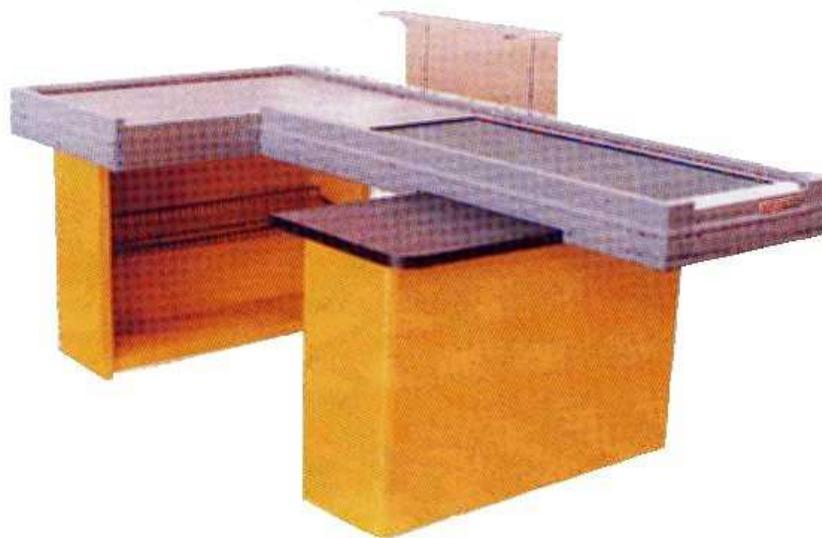


Figura 1.8. Pasillo de revisión o check out.

1.4 Descripción de las instalaciones.

La planta industrial se encuentra sobre la autopista de Circunvalación de la ciudad de Rosario. Cuenta con 20.000 m² de superficie cubierta en una única nave industrial de 225m X 75 m.

El módulo estructural de la planta es de 25 x 10 metros. El recubrimiento lateral es de hormigón armado premoldeado doble T. En la figura 1.9 que se encuentra a continuación se muestra un esquema de la planta.

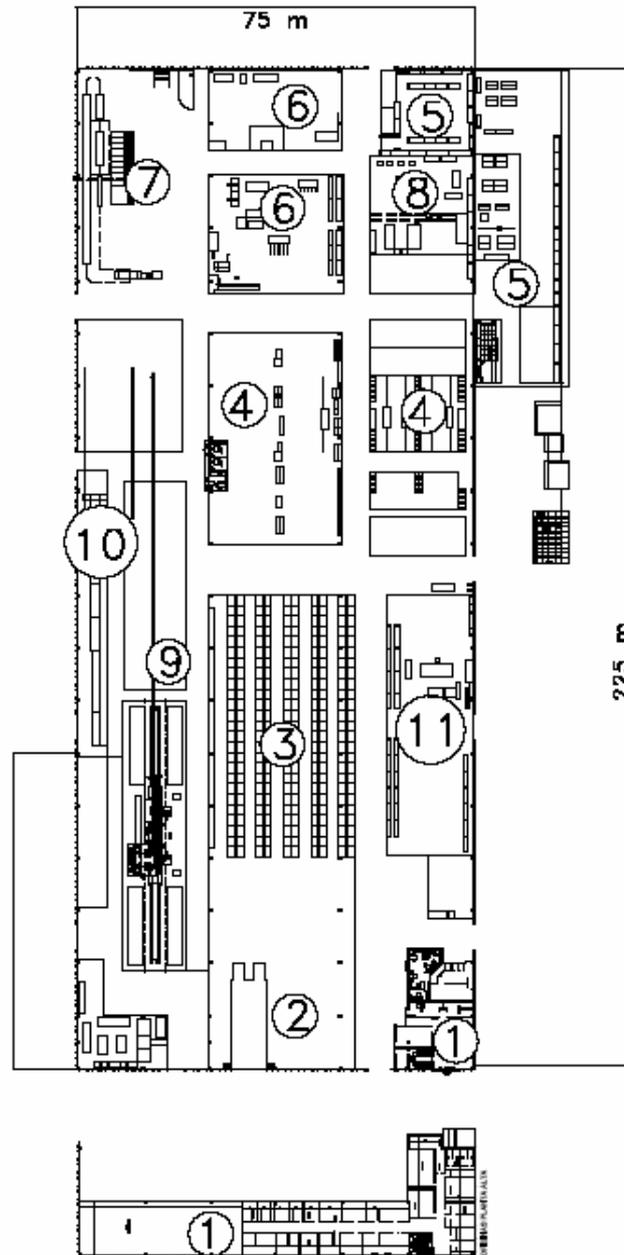


Figura 1.9. Lay out de la planta de Arneg S.A. en la ciudad de Rosario.

Internamente se pueden distinguir las siguientes áreas:

- Oficinas administrativas y recepción. (1)
- Dock de carga y pulmón de consolidación de pedidos. (2)
- Depósito de productos terminados (3)
- Líneas de montaje de exhibidoras y pasillos de check out. (4)
- Depósito de materias primas. (5)
- Chapería.(6)
- Cámara de pintado. (7)
- Zona de inyección de poliuretano. (8)
- Línea de espumado de paneles planos para cámaras de frío. (9)
- Almacenaje de bobinas de acero galvanizado, corte, preparación y almacenaje de planchas de acero. (10)
- Zona de montaje de centrales de frío. (11)

La planta cuenta con un solo dock de carga. Según lo que se pudo apreciar durante la estancia en las instalaciones parece que es suficiente para satisfacer las necesidades de despacho. Sobretudo teniendo en cuenta que una importante proporción de las materias primas son entregadas directamente en sus lugares de almacenaje, y mediante entradas por los laterales de la planta, por pequeños vehículos como pick-ups.

Además del dock de carga la planta tiene 7 entradas secundarias sobre los laterales. Como se puede ver en la figura 1.10, cuenta con dos calles principales que la recorren en el sentido longitudinal y tres calles menores trasversales.

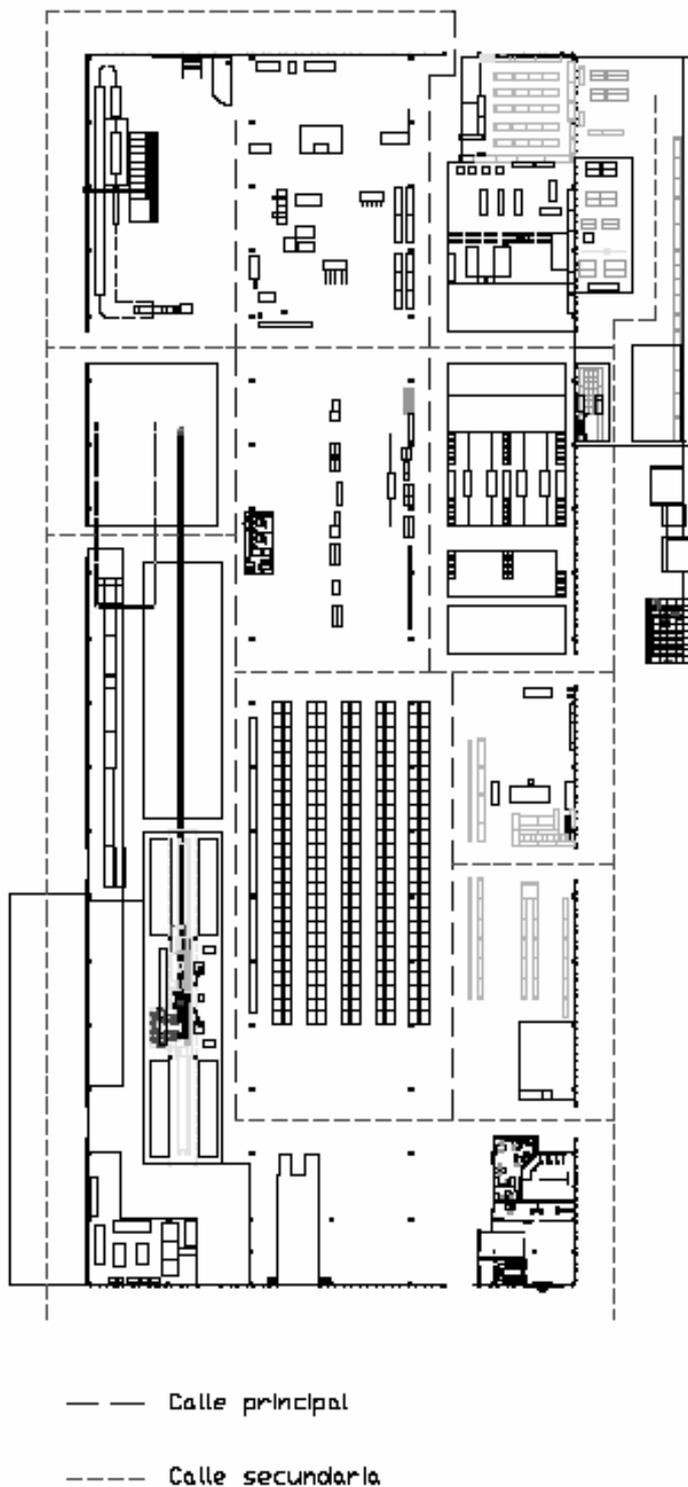


Figura 1.10. Calles principales y secundarias de la planta.

El depósito de productos terminados consiste en seis calles de estanterías selectivas de cuatro a cinco niveles de altura.

La flota de vehículos está compuesta por autoelevadores convencionales, un equipo biloader y zorras manuales.

En los últimos años el lay out de la planta ha sido modificado en reiteradas oportunidades. En particular, el depósito de materias primas pinferables fue trasladado desde el centro de la planta hasta detrás del área de espumado.

A ambos lados de la nave existen calles para el ingreso de vehículos por diversas entradas a la planta. En uno de estos laterales se ha construido un almacén mientras que en el otro se ha incorporado una superficie semicubierta para la estiba de elementos más resistentes a la intemperie. Estas calles representan una posibilidad de expansión, junto con un terreno baldío situado detrás de la planta.

El acceso a la planta es óptimo gracias a la cercanía de la autopista de circunvalación de la ciudad. El puerto de Rosario se encuentra a 10 minutos de viaje de la planta.

1.5 Clasificación en familia de productos.

Como se mencionó anteriormente el sector de espumado de la planta elabora los cuerpos de las exhibidoras que luego son transportados hasta las líneas de montaje donde son ensamblados y embalados.

La empresa comercializa un gran número de exhibidoras refrigeradas diferentes. En esencia son variantes de un número reducido de modelos. Las diferencias principales se encuentran en sus partes eléctricas y en algunas de sus dimensiones. En particular, cada modelo tiene variantes según su ancho. También se distinguen según sean exhibidoras comunes o exhibidoras de punta de góndola que tienen una forma semicircular y son denominadas “ángulos”. Los productos se pueden clasificar en tres familias fundamentales que a su vez se separan en líneas de productos. La figura 1.11 muestra como están conformadas las familias.

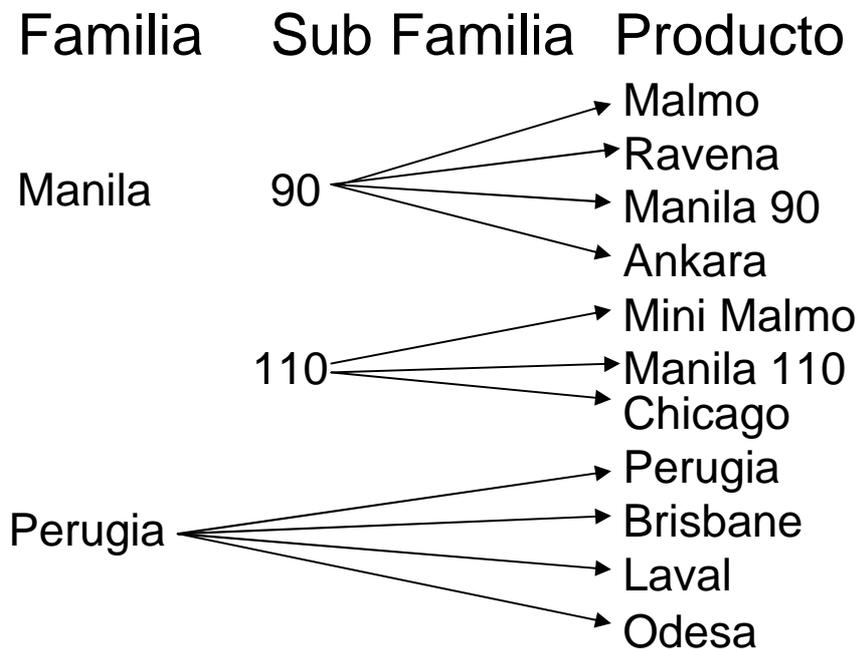


Figura 1.11. Clasificación de las familias de los modelos de exhibidoras refrigeradas.⁴

Existen algunos productos que no entran en esta clasificación pero no son significativos por su escaso volumen. Esta división en familias es importante porque, en general, coincide con la asignación de la prensa que se emplea para su espumado. El sector cuenta con dos prensas de diferentes tamaños. La familias de los Manila 90 y 110

⁴ Clasificación proporcionada por el departamento técnico de Arneg S.A.

se procesan en una prensa “grande” mientras que los Perugia son espumados en la prensa “chica”. En teoría, casi todos los modelos podrían espumarse en ambas prensas modificando el “macho”, contramoldes y suplementos adicionados. En la práctica se trata de dividir la asignación de productos a las prensas de manera de minimizar la cantidad de cambios de dichos contramoldes para evitar importantes pérdidas de tiempo y movimiento de elementos voluminosos por el sector. Por otro lado, la adaptación de las prensas a cada tipo de modelo es compleja y costosa si se debe construir un nuevo “macho”. Estas son las razones por las cuales se verifica un desbalance importante en la carga de trabajo de ambas prensas como se mostrará en la próxima sección.

1.6 ABC de los productos elaborados en el sector.

Si se agrupan todas las operaciones que se le realizan a cada tipo de exhibidora en macro operaciones se llega a que en esencia todos los productos tienen un proceso similar. Sin embargo, cada producto representa un nivel de esfuerzo y tiempo empleado muy diferente.

Con el objetivo de facilitar el estudio del proceso del sector de espumado se realizó una división ABC de las exhibidoras elaboradas por la empresa a partir de la producción de 18 meses. En la figura 1.12 claramente se observa que la producción sigue la regla de Pareto. Los 4 principales tipos de productos representan más del 70% de la producción mientras que solamente el primer modelo explica un tercio de la producción total.

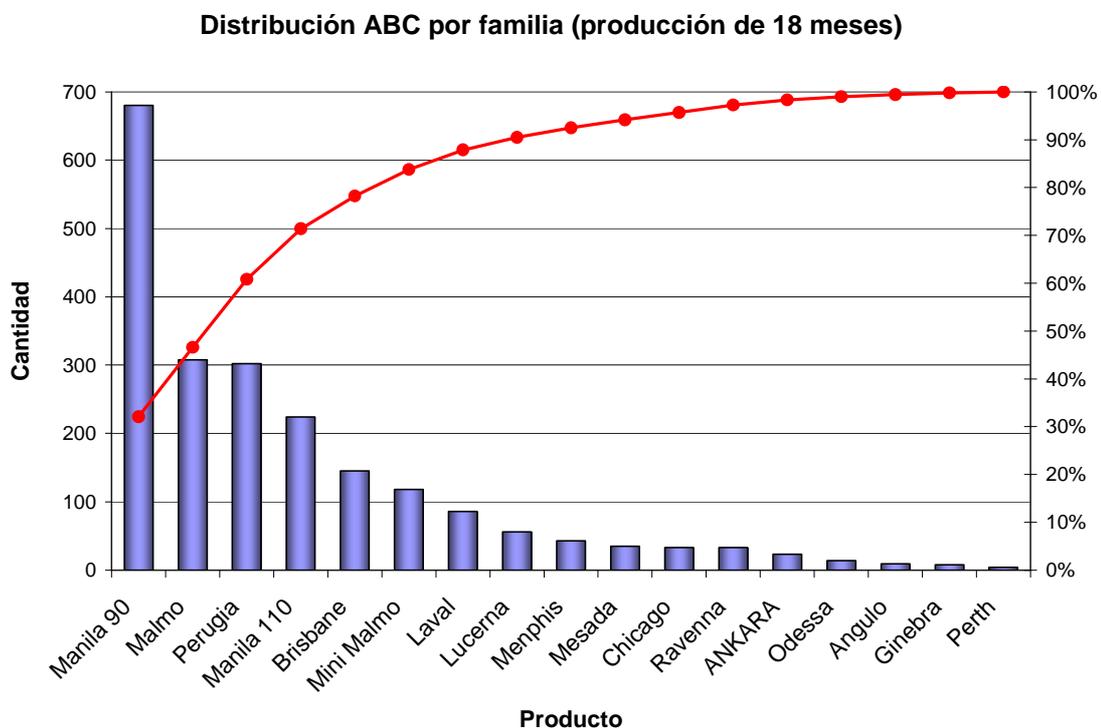


Figura 1.12. Distribución de la producción del sector, medida en cantidad de cuerpos espumados, por modelo.

Esta clasificación se realizó computando unidades de productos equivalentes. Existen productos que por ser de grandes dimensiones y simétricos requieren del espumado de dos cuerpos iguales. En esencia es como si fueran dos productos unidos por sus espaldas (Ver figura 1.2, 1.4 o 1.16). En estos casos la elaboración de uno de estos productos requiere del doble de trabajo que los normales. El ejemplo más significativo de este tipo de modelos es el Malmo que aparece segundo en las clasificaciones anteriores. Teniendo en cuenta esto, se computo dos veces cada modelo de este tipo de productos. El caso de los productos denominados “ángulos” merece particular atención. Estos son exhibidoras de forma semicircular empleadas en las puntas de las góndolas. Durante los 18 meses que abarcan los datos se han producido solamente 62 unidades que equivalen al 3% de la producción total. Sin embargo, la preparación de uno de estos productos requiere de al menos el doble de tiempo que uno normal. Dado que su forma

de elaboración es diferente a la del resto de las exhibidoras no serán tenidos en cuenta en este estudio.

De todos modos el ejemplo de los “ángulos” muestra que una clasificación ABC debe realizarse también considerando el esfuerzo necesario, por ejemplo, medido en horas de producción.

Dado que no existe un método de producción establecido que haga que las muestras provengan de una población estable se relevó el tiempo de producción de los modelos más significativos según la clasificación anterior. Teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo de este proceso es superior a las dos horas tampoco tiene sentido solamente relevar una cantidad reducida de modelos. Es por esto que se cronometraron solamente los productos más significativos y se extrapolaron los datos en función del ancho. Como se describirá más adelante existen operaciones cuyo tiempo depende casi linealmente del ancho de la exhibidora y otras que son independientes como el armado de los bastidores. Esto hace que los modelos con anchos mayores requieran de un tiempo de producción proporcional a su ancho menor que modelos más estrechos.

Computando el tiempo total de producción por cada tipo de modelo calculado como se mencionó se encuentra que la clasificación ABC es casi coincidente a la anterior. Solamente hay cambios en los modelos menos significativos.

Distribución ABC en horas de producción por tipo de producto

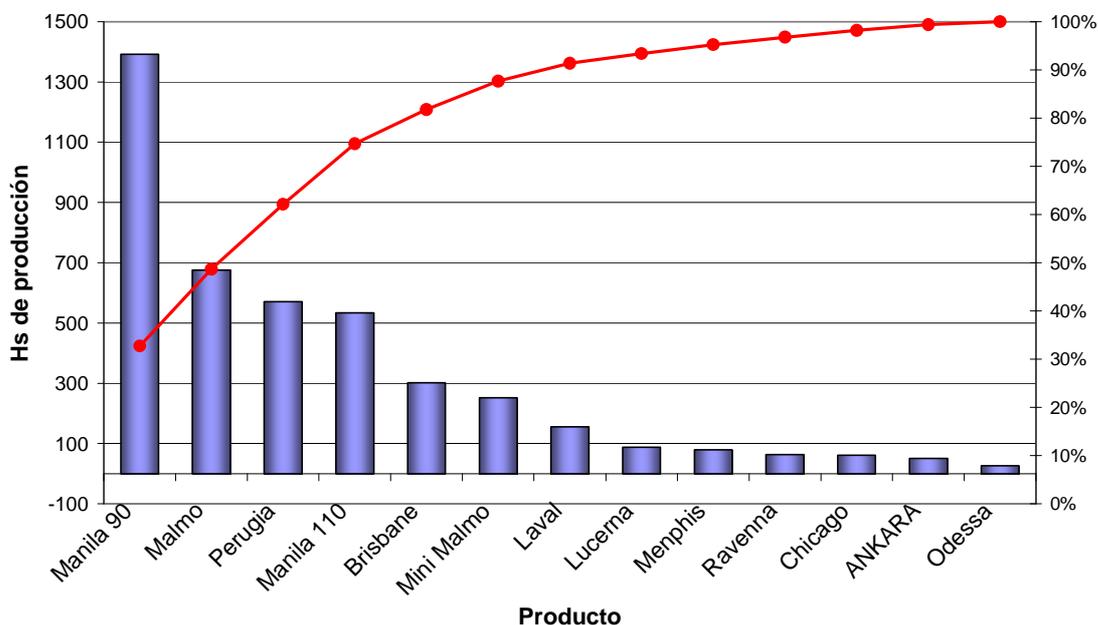


Figura 1.13. Distribución de la producción del sector, medida en horas, por modelo.

Si se estudia la distribución en función del ancho del producto se llega a la misma conclusión que con la cantidad de cuerpos espumados. Prácticamente la mitad de los productos son fabricados con un ancho de 3.75 metros mientras que casi un 40% se elabora con 2.5 metros. Es decir, el 84% de los productos son armados con los anchos

más extensos. Según los datos con los que se dispone hay un 8% de productos sin información de anchos. Un 3% se explica por corresponder a los ángulos.

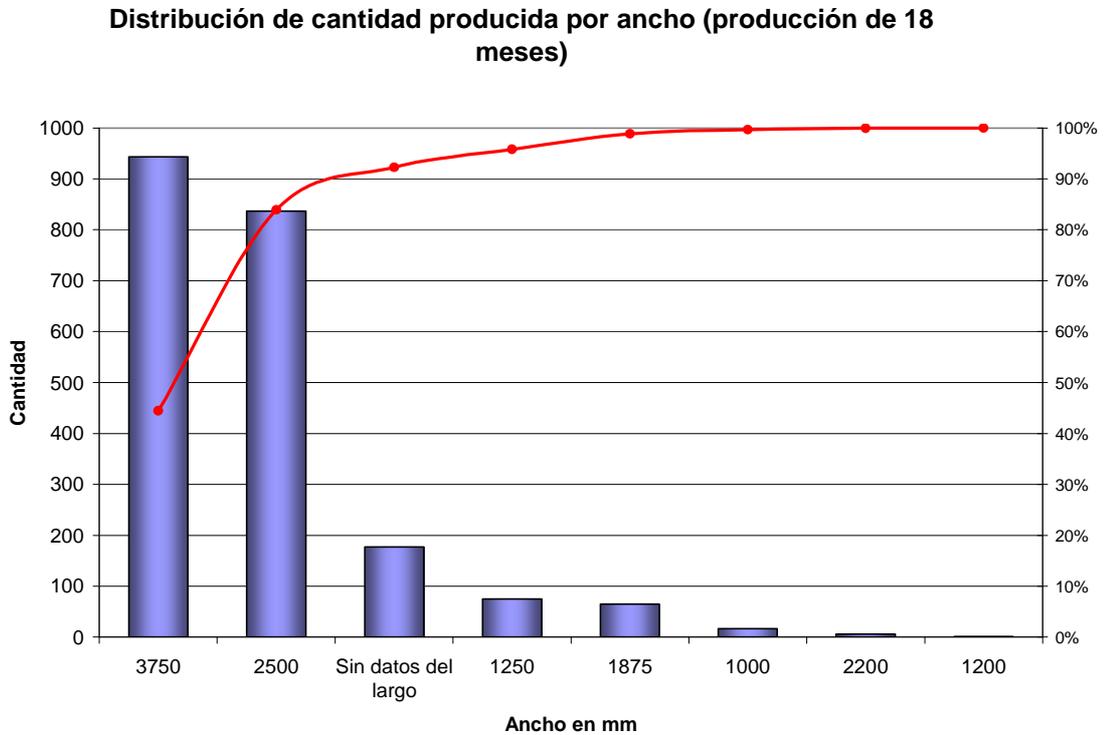


Figura 1.14. Distribución de la producción del sector, medida en cantidad de cuerpos espumados, por ancho.

Como se mencionó anteriormente, las exhibidoras, según su modelo, son procesadas en una las dos prensas con las que dispones el área. La distribución por prensa es 2 a 1. Es decir, la prensa grande procesa 2 unidades por cada una de la prensa chica. De este hecho se desprende una conclusión interesante. Dado que los tiempos de ciclo en ambas prensas son similares en principio sería conveniente tratar de equilibrar la carga ambas prensas para evitar llegar a la saturación de la prensa grande. La dificultad radica en que el tiempo de cambio de modelo a espumar en cualquiera de estas prensas puede superar los veinte minutos y por lo tanto se debe minimizar la cantidad de cambios.

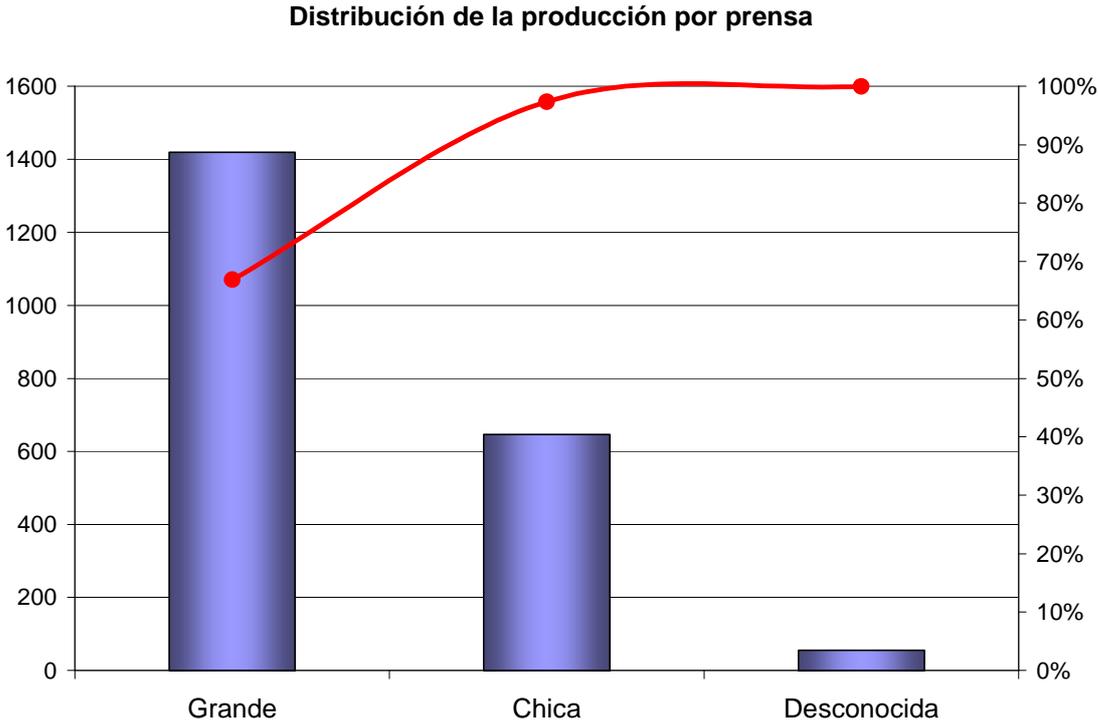


Figura 1.15. Distribución de la producción del sector, medida en cantidad de cuerpos espumados, por prensa.

En este caso el porcentaje de productos sin información de asignación de prensa también se explica en su mayoría por corresponder a los “ángulos”.

1.7 Descripción de la problemática.

Al inicio de la segunda etapa del convenio el Sr. Piero Carleto, CEO de Arneg, fijó como variable de contexto para la asistencia tecnológica una producción objetivo para los siguientes 3 años de 3000 unidades anuales. Destacó que las proyecciones de crecimiento se centran fundamentalmente en el mercado de exportación dado que la empresa considera el crecimiento del mercado local como mínimo.

En ese momento la empresa se encontraba produciendo a niveles inferiores a las 3000 unidades anuales deseadas y se estaba evaluando la posibilidad de instalar una nueva prensa con el objetivo llegar a ese nivel de producción y mejorar la calidad del producto final. Adicionalmente se deseaba realizar cambios en la operación de espumado de algunos productos de grandes dimensiones con el objetivo de reducir los costos.

La nueva prensa tendría la posibilidad de procesar el cuerpo completo de algunos de los modelos de exhibidoras mientras que las prensas actuales deben procesarlos en dos partes para luego ser unidos (Ver figura 1.16). Este nuevo equipo disminuiría el tiempo de espumado en esos casos a la mitad. También mejoraría el avance de la línea de producción al evitar la necesidad de las operaciones de unión de estas piezas.

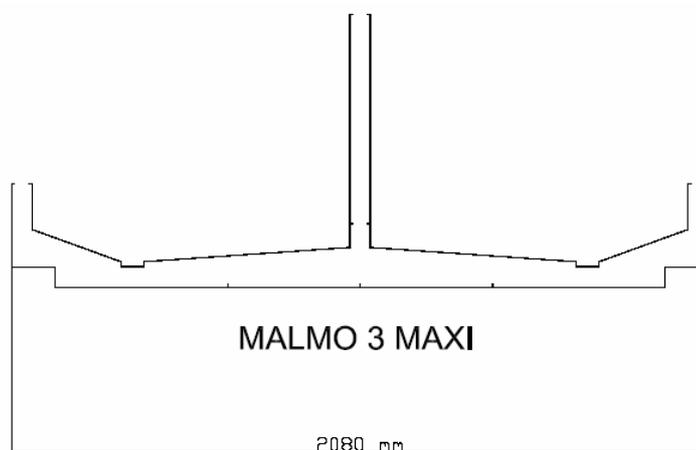


Figura 1.16. Tipo de producto a elaborar en la nueva prensa.

Las ventas de exhibidoras de la empresa han aumentado significativamente desde el 2001⁵. No se cuenta con datos de ventas pero si con información de la producción desde enero del 2004 al julio del 2005. De todas maneras, dado que la empresa produce bajo pedido es razonable asumir que la cantidad de unidades producidas coincide con las ventas finales (ver figura 1.17 y 1.18). En la actualidad Arneg S.A. espera un crecimiento de todos sus productos en un 30% anual debido a la expansión del negocio

⁵ Información obtenida del informe final de la fase I del convenio GePyme emitido por el Ing. Félix Viana.

supermercadista. Según la propia empresa⁶ se ha anunciado la apertura de 40 nuevos supermercados para el 2006. Estos representarían un incremento casi del 3% de la cantidad actual⁷.

Por otro lado los pequeños negocios, que representan un 20% de las ventas de Arneg, han tenido también una importante reactivación.

Con el objetivo de verificar que el crecimiento proyectado del mercado supermercadista sea real se realizó un estudio estadístico. A partir de los datos del Indec se buscó modelos estadísticos que expliquen la evolución de las ventas de los supermercados. Se analizaron variables como la población, el PBI constante, el PBI constante per cápita, el nivel de ingresos, etc. Se encontró que las ventas en los supermercados dependen del PBI per cápita y de la cantidad de población. Ambas variables son absolutamente coherentes. El modelo tiene un R^2 de 0.94 y los coeficientes de ambas variables son positivos como es esperable. Por último, el test de significancia de cada una de las variables resultó ser positivo. En el Anexo N°1 se muestra los estadísticos de este modelo.

Considerando un escenario en el que el crecimiento del PBI en el 2007 sea del 6% y de un 4% para los subsiguientes años y aceptando la estimación de crecimiento de la población del Indec se llega a que la evolución de las ventas de los supermercados será del orden del 14% anual para el 2007 siendo mucho más moderado (4 a 6%) para los siguientes años. En el anexo N°1 se adjunta la estimación completa. En la figura 1.17 se comparan los datos reales con los estimados por medio de este modelo.

Comparación de las ventas en supermercados reales y estimadas

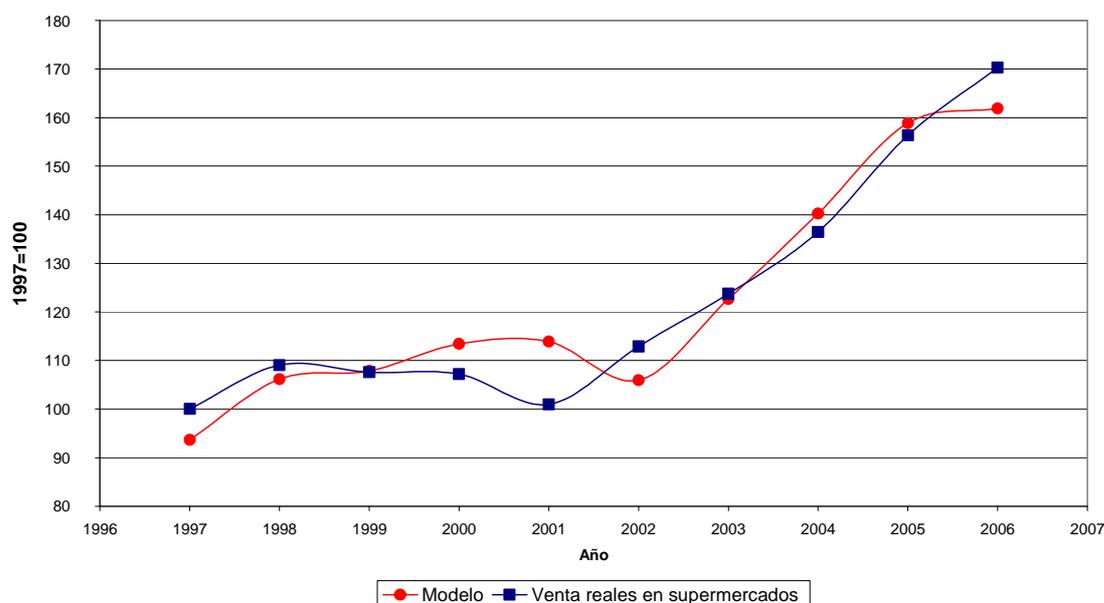


Figura 1.17. Comparación entre las ventas en supermercados reales y estimadas.

⁶ <http://www.arneg.com.ar/news/rasseгна.htm>

⁷ Según datos del Indec la cantidad actual de supermercados es de 1.450.

Dado que no se cuenta con una extensa cantidad de datos de ventas de la empresa no es posible correlacionar su evolución con las ventas en los supermercados.

Si se compara los datos de producción con los que se cuenta se llega que durante febrero a junio del 2005 se ha incrementado un 30% interanualmente. Por razones de confidencialidad no se mostrarán los valores de producción desde julio del 2005 hasta la fecha. De todas maneras esta tendencia se ha mantenido, y como se mencionó, la expectativa es que continúe de la misma manera. Bajo esta premisa el nivel de ventas llegará a 3000 unidades anuales en el 2007.

Como se aprecia en la figura 1.18 las ventas de las exhibidoras tienen un comportamiento estacional siendo los meses de otoño el punto mínimo y los últimos meses del año los de mayores ventas. El volumen en cantidad de unidades producidas diariamente en promedio es reducido como se puede ver en la figura 1.19. En el mes más comprometido se elaboran más del doble de las exhibidoras que en los meses de inicio del año.

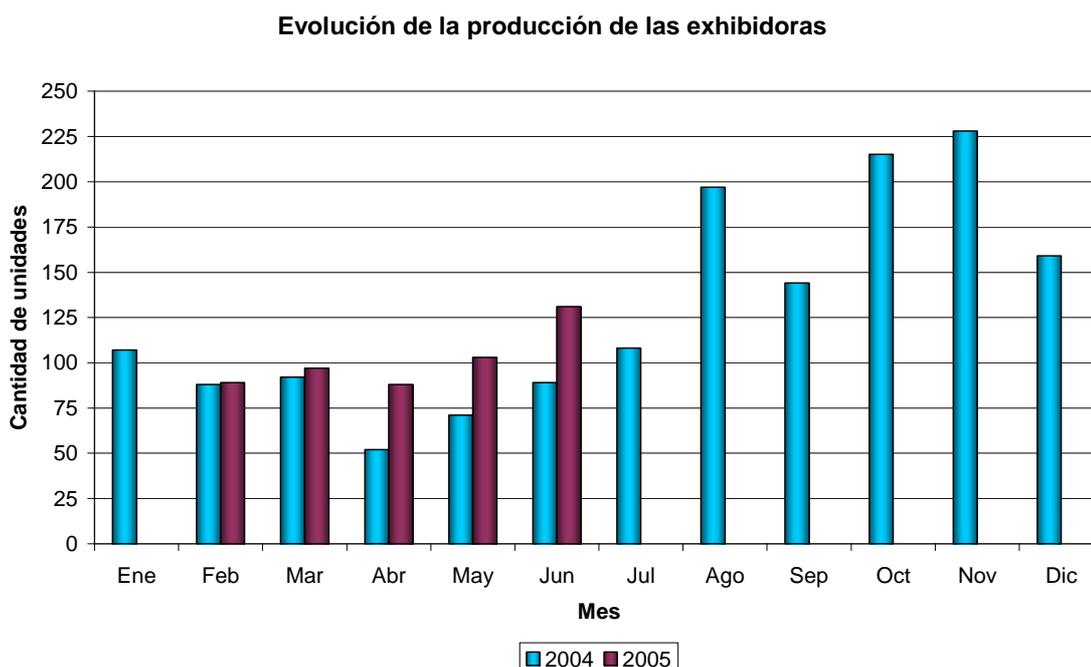


Figura 1.18. Evolución de la cantidad de exhibidoras producidas.

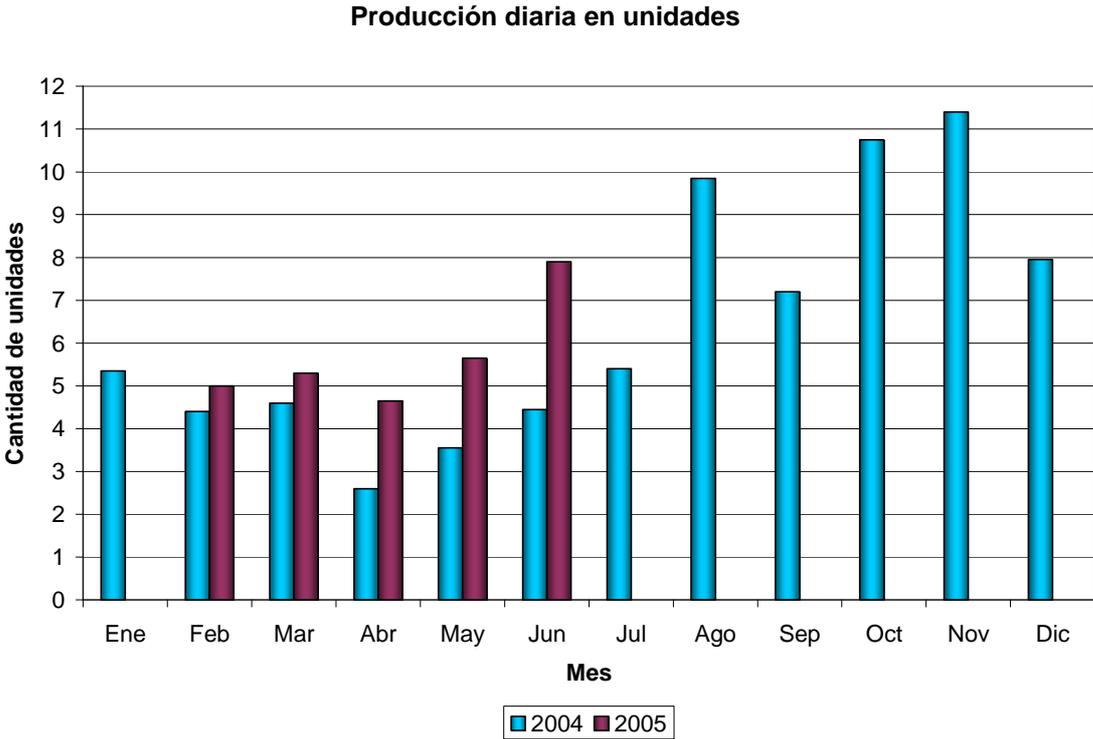


Figura 1.19. Evolución de la cantidad diaria de exhibidoras producidas.

Si se divide el año en dos semestres y se calcula la estacionalidad que tendrían en promedio se obtiene que en el segundo del año representa el 61% de la producción total. Teniendo en cuenta este hecho es fundamental estudiar que nivel de producción para los meses más comprometidos implicará una producción promedio anual de las 3000 unidades deseadas.

Evolución de la producción de las exhibidoras en promedios semestrales.

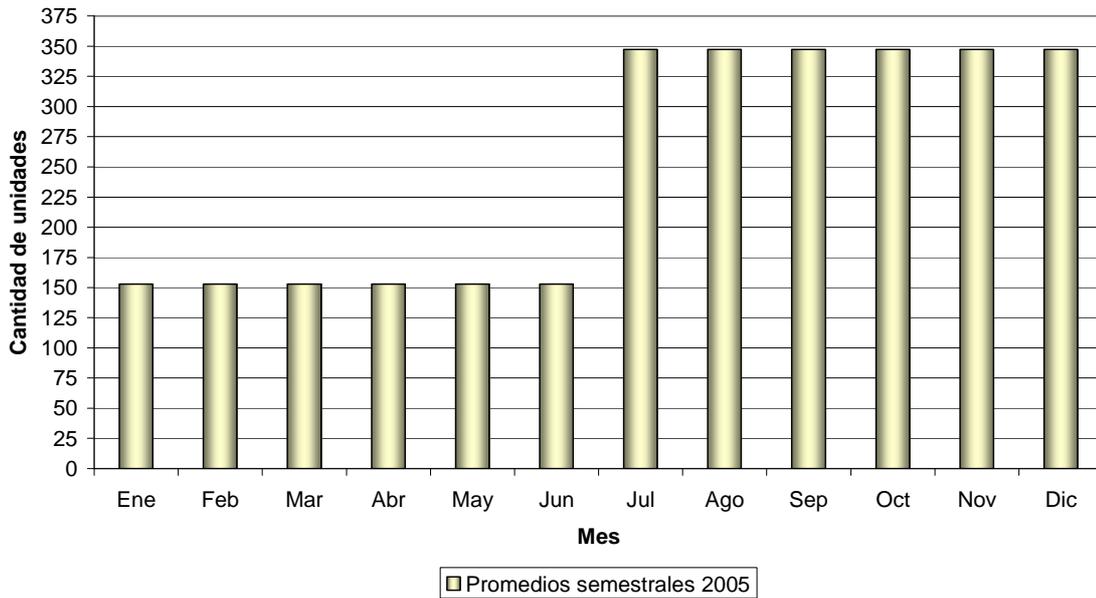


Figura 1.20. Evolución de la cantidad mensual de exhibidoras producidas calculada para obtener un equivalente anual de 3000 unidades.

Como se puede apreciar en la figura 1.20 en los meses del segundo cuatrimestre se deberá producir en promedio 350 unidades mientras que el primer semestre la producción será de 150 unidades. En el punto más comprometido se elaborarán el equivalente a 4200 anuales y es por esto que este proyecto asume este nivel de producción como el objetivo.

CAPITULO II. PROCESO PRODUCTIVO Y LAY OUT DEL SECTOR DE ESPUMADO.

2.1 Procesos Productivos de las exhibidoras refrigeradas.

Todos los productos de la empresa son elaborados en la planta de Rosario. Por su naturaleza requieren procesos muy diferentes. A continuación se describe el proceso productivo solamente de las exhibidoras refrigeradas dado que el resto de los procesos no son relevantes para este proyecto.

Las exhibidoras refrigeradas básicamente son heladeras de dimensiones importantes que se emplean en supermercados para la exposición de productos que deban mantenerse fríos. Se pueden distinguir diferentes clases según sus usos y características. Pueden ser autocontenidas, que incluyen un equipo de refrigeración pequeño completo, o semi-equipadas, que requerirán estar conectadas a una central de frío para su funcionamiento. Además pueden ser tipo “murales” o “batea”.

El proceso se puede dividir en tres partes diferentes:

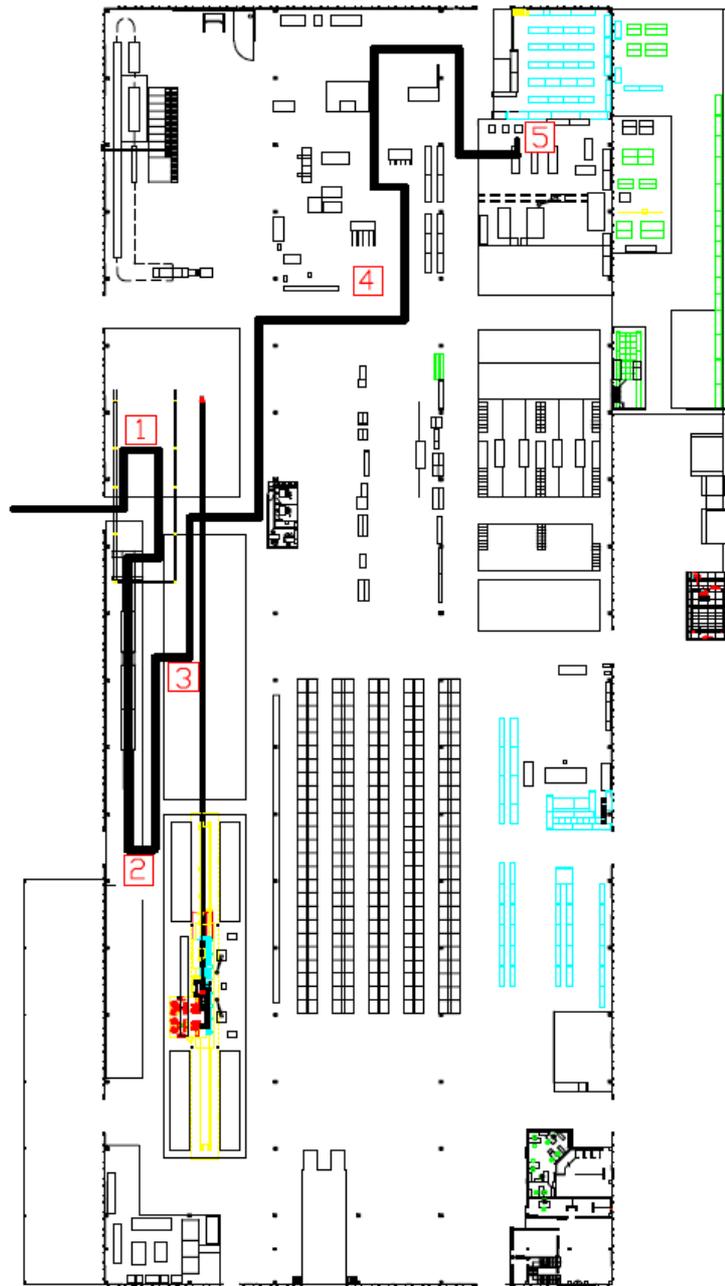
1. Preparación de las chapas de acero galvanizado y demás componentes.
2. Armado del cuerpo de la exhibidora y espumado de poliuretano.
3. Montaje de los componentes eléctricos y acabado final.

La primera parte del proceso consiste en el desbobinado del acero galvanizado y su corte en una cama de rodillos en láminas de diferentes largos. Esta operación se realiza sobre uno de los costados de la nave industrial. A continuación son enviadas a la zona de chapería donde son cortadas, plegadas y punzoneadas según las características de cada producto.

La operación de punzonado la realiza un operario cargando el programa específico para cada tipo de exhibidora en una máquina automática. La operación de conformado, se realiza en dos plegadoras, atendidas por tres operarios.

Hasta febrero del 2005 estas chapas eran transportadas hasta el sector de espumado y depositadas directamente sobre el piso en un área destinada a tal fin. En la actualidad son montadas de manera vertical en carros especiales y transportados hasta el sector de espumado o inyectado donde son luego utilizadas. La utilización de estos carros fue una de las mejoras propuestas por el Sr. Carlos Fryda durante sus primeras visitas a la planta.

En el figura 2.1 que se muestra el flujo por la planta de las bobinas de acero.



- | | |
|---|---|
| 1 Almacenaje de las bobinas completas. | 2 Desbobinado y corte en láminas. |
| 3 Almacenaje de las láminas cortadas. | 4 Cortado, Plegado y punzonado de la chapa. |
| 5 Almacenaje de las chapas procesadas listas para su montaje. | |

Figura 2.1 Flujograma de las chapas de acero desde su desbobinado hasta su estiba en el sector de espumado.

La segunda parte del proceso se lleva a cabo en el sector de espumado donde se realiza el montaje e inyección de poliuretano al cuerpo de la exhibidora.

En esta área, se inicia realmente la producción de las exhibidoras refrigeradas, conformándose el cuerpo básico de las mismas, dado que en los procesos anteriores se produjeron la mayoría de sus componentes.

De manera sencilla el producto elaborado en este sector se puede describir como un marco de madera o bastidor cerrado por arriba y por abajo por chapas metálicas, sujetadas por ganchos, determinando un espacio hueco en el interior que luego se rellena con poliuretano. Una vez que un operario en una mesa de trabajo conforma dicha estructura, la misma es ingresada en una de las dos prensas disponibles con matrices específicas (“Machos”, contramoldes y suplementos) a fin de mantener su forma.

En la figura 2.2 se muestra el cuerpo de una exhibidora sin su respectivo techo colocado.

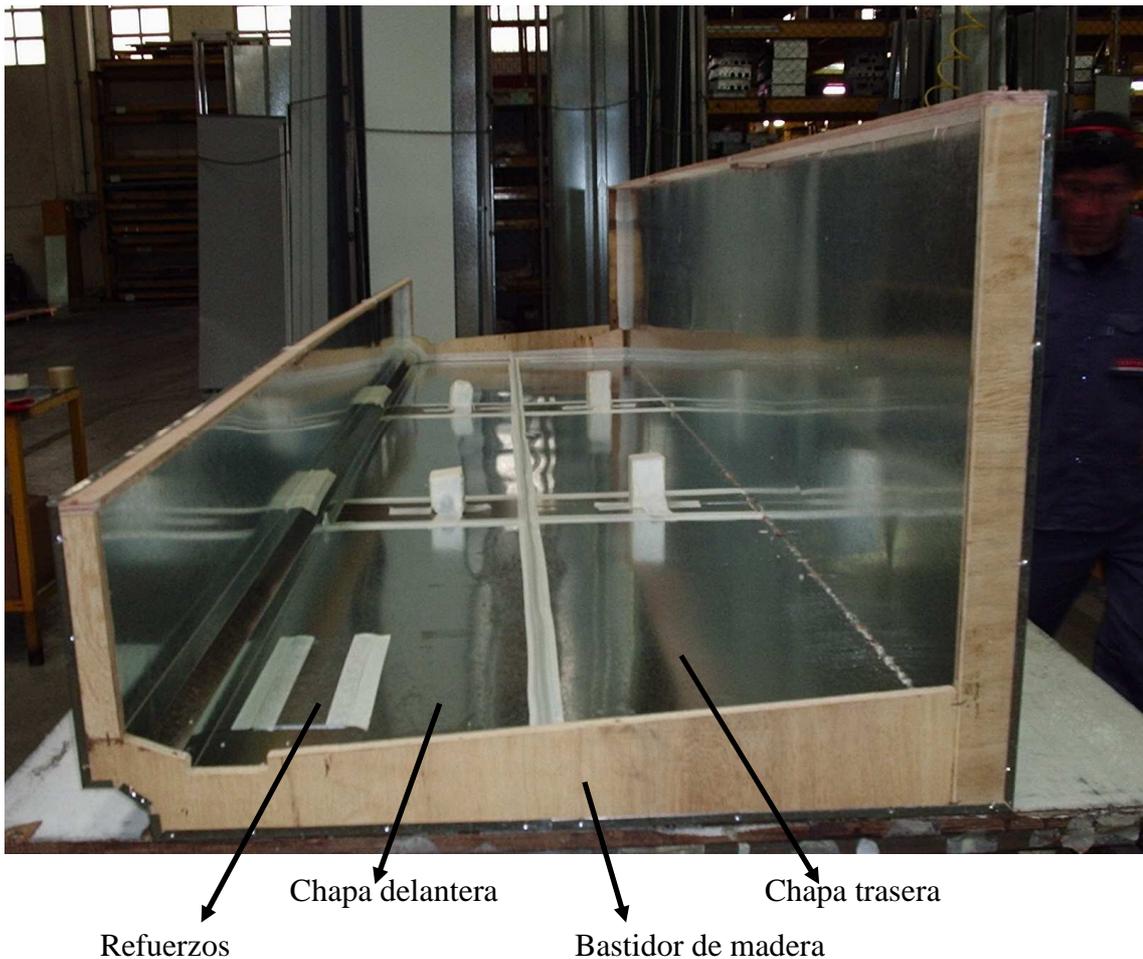


Figura 2.2. Cuerpo de una exhibidora sin su respectivo techo.

El siguiente proceso consiste la inyección a baja presión de una mezcla de partes iguales de isocianato y una resina, que dentro del marco hueco, reaccionan ocupando todo el volumen dentro de las paredes de la misma, conformando así la aislación térmica de poliuretano, que luego servirá para aislar térmicamente las exhibidoras refrigeradas y para darles rigidez.

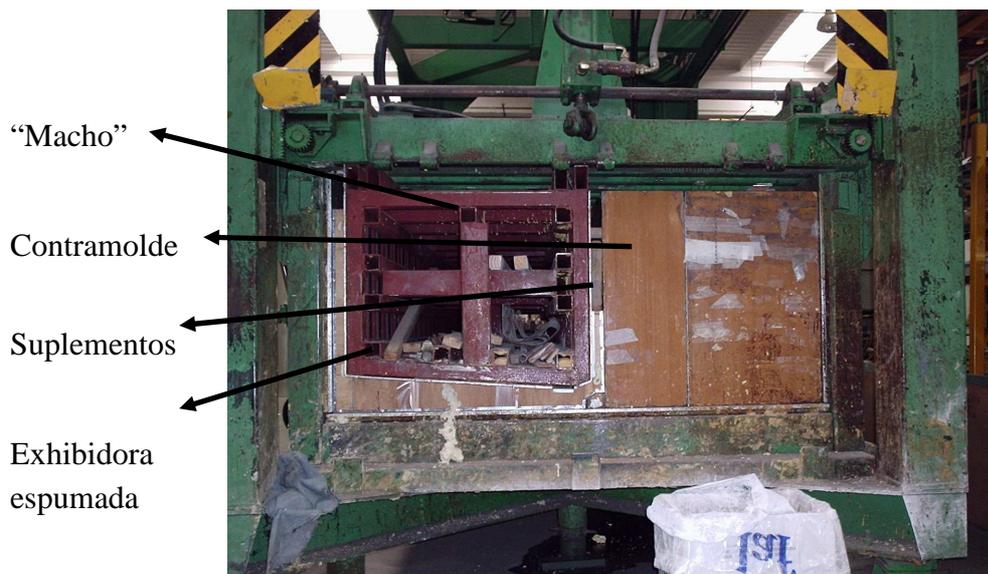


Figura 2.3. Prensa grande durante el proceso de curado de una exhibidora.

Una vez que se terminó de curar el poliuretano inyectado (30 a 40 minutos) el producto es retirado de la presa de manera manual y es estibado como producto intermedio en un espacio detrás de las mismas.

Dado que los procesos que se llevan a cabo en el sector de espumado son el centro de este proyecto se describirán con mayor detalle en las próximas secciones.

La última etapa del proceso productivo es el montaje final de la exhibidora en una línea. El cuerpo inyectado es transportado hasta una de ellas según el tipo de producto que se trate. Existen dos líneas diferentes de montaje: la de pasillos (check-out) y la de exhibidoras refrigeradas, ya sean bateas o murales. El piso de la planta se organiza con 7 pasillos o líneas de montaje:

- Líneas 1 y 2 de montaje de exhibidoras murales.
- Líneas 3 y 4 de montaje de exhibidoras tipo bateas.
- Líneas 5 y 6 de montaje de exhibidoras para congelados.
- Línea 7 de montaje de pasillos (check-out).

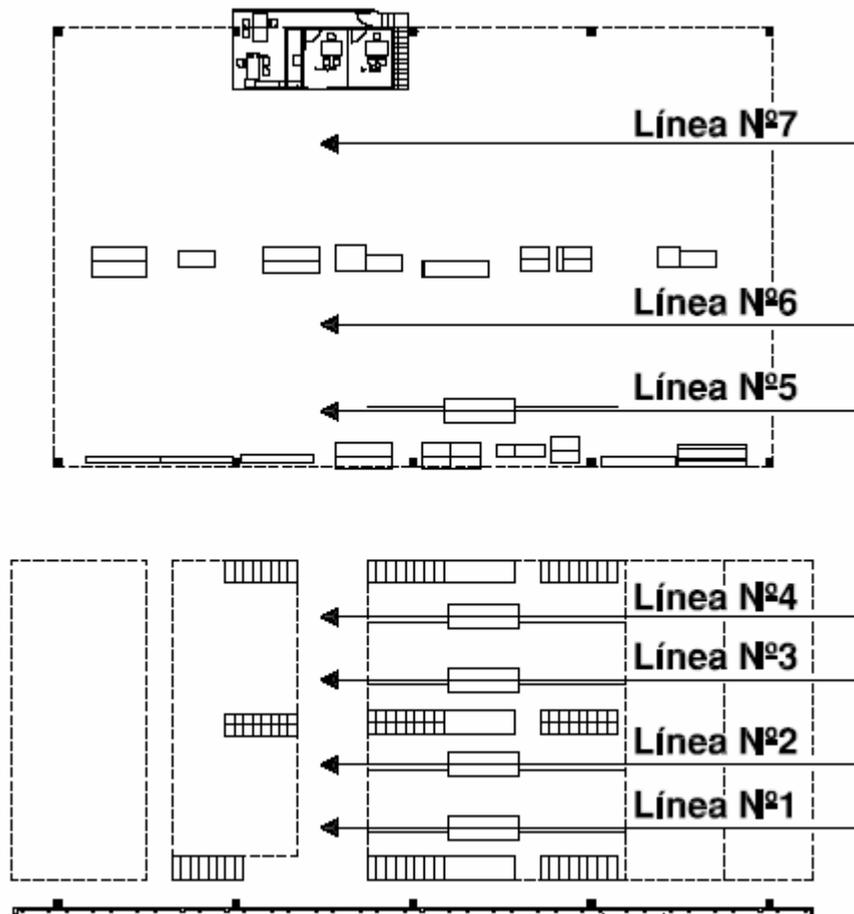


Figura 2.4. Distribución de las líneas de montaje de exhibidoras (1 a 6) y pasillos de check out (7).

Cada producto requiere de operaciones diferentes pero en todos los casos se puede agrupar de la siguiente manera: Ensamblaje, armado y embalaje.

La primera operación consiste en perforar desagotes para líquidos en el fondo del cuerpo de la exhibidora. Luego se montan las patas del equipo. En algunos casos consisten en una base metálica montada sobre una base de madera. Posteriormente se agregan dos columnas estructurales en ambos laterales, que servirán luego para el apoyo de las bandejas (estantes). Finalmente se incorporan perfiles plásticos, algunos soportes y la caja que contendrá las conexiones eléctricas.⁸

En la etapa de armado, se completará totalmente el ensamble de las exhibidoras y se concluye con una prueba de correcto funcionamiento eléctrico y otros controles de calidad. A continuación adicionan dos columnas centrales, intercambiadores de calor, deflectores, cajas de aire, así como otros componentes de iluminación y cortinas en el caso de las exhibidoras murales. Por último se realizan pruebas de calidad.

En la etapa final, se embalan, no solo la exhibidora sino también todos sus accesorios, vidrios, estantes, y demás terminaciones que se instalarán en el local del mismo cliente.

⁸ Descripción obtenida del informe final de la primera fase del convenio GePyme emitido por el Ing. Félix Viana.

Según la localización y el método de transporte se embala el producto final de diferentes maneras. En todos los casos se forma un cajón con madera alrededor del producto, de forma de garantizar la protección y la integridad del mismo.

El producto una vez embalado es transportado hasta el depósito de productos terminados que se encuentra frente al pulmón y dock de carga.

La mayor parte de los productos son despachados en camiones mientras que la producción destinada a exportación puede ser consolidada en contenedores que luego son enviados al puerto de Rosario.

2.2 Descripción del proceso en el sector de espumado.

En el sector de inyección o espumado se realiza el montaje del cuerpo de las exhibidoras refrigeradas que luego son inyectado con poliuretano en una de las dos prensas disponibles. Cada una de estas prensas procesa modelos diferentes teniendo la prensa “grande” el doble de carga de trabajo que la prensa “chica”.

En este sector también se espuman piezas planas que sirven como espalda o techo de las exhibidoras de mayor altura. Para esta operación se utiliza una prensa “plana” adicional ubicada en el mismo sector de inyección.

El proceso de manufactura de un exhibidora se inicia con el armado del piso del cuerpo de la misma. En función del producto se transporta una chapa conformada anteriormente en el sector de chapería hasta una de las dos mesas de armado del sector. Esta tarea debe realizarse entre dos operarios a fin de evitar accidentes.



Figura 2.5. Chapa delantera del cuerpo de una exhibidora colocada sobre una de las dos mesas de trabajo.

A continuación se le aplica una cantidad determinada de refuerzos formados por pequeñas chapas donde más adelante se montarán las ruedas y/o patas del equipo.

Cada refuerzo y unión entre chapas es encintado a fin de evitar que con la posterior inyección de poliuretano haya desplazamientos de refuerzos o derrames en las uniones de las chapas que afectarían la calidad final del producto. Encintar los refuerzos no es una solución adecuada a este problema. En el capítulo V se estudiará en particular la problemática que presentan los refuerzos y posibles alternativas de solución.

Cada piso de cuenta con dos o tres chapas diferentes que son unidas por medio de una máquina pestañadora neumática o con tornillos autoroscantes.



Figura 2.6. Refuerzos colocados en una de las chapas de una exhibidora.

De manera simultanea otro operario arma la tapa del cuerpo de la exhibidora en una mesa basculante ubicada entre las dos mesas convencionales donde se ensamblan los pisos.

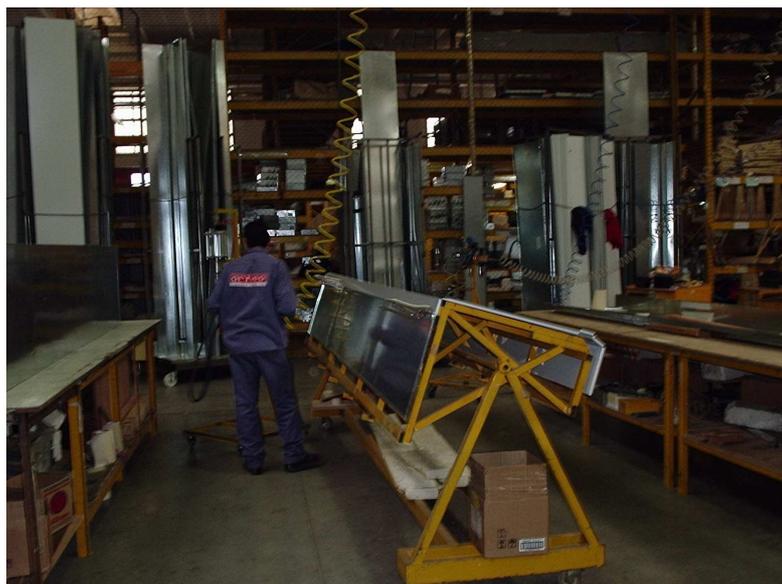


Figura 2.7. Mesa basculante para el armado del techo de las exhibidoras.

Una vez terminado el piso y la tapa de la exhibidora se unen en las mesas de trabajo. Luego se encinta las uniones y posteriormente es transportada a una mesa móvil especial donde se realizan varios agujeros en los bastidores de madera con un taladro con mecha de copa a fin de permitir la evacuación del aire contenido durante la inyección de poliuretano en la prensa. Esta operación es llevada a cabo por un operario diferente al que arma el piso y al que se encarga de la tapa.

Por último se ingresa el producto a una de las prensas. Luego se adicionan los suplementos que, junto al contramolde, permiten contener todas las superficies de la exhibidora mientras se produce la expansión del poliuretano durante su reacción de polimerización. Estos equipos cuentan con un sistema de calefacción por agua caliente mediante el cual se eleva la temperatura del poliuretano para facilitar la distribución del mismo y mejorar sus propiedades aislantes.

Tanto la forma en que se adicionan los suplementos como el sistema de calefacción merecen de un análisis particular y serán analizados en capítulos posteriores.

En el anexo N°3 se encuentra el cursograma analítico de los tres modelos más representativos.

2.3 Lay out del sector.

Originalmente el sector de espumado tenía un layout muy diferente al actual. A continuación se muestra el layout tal cual era a diciembre del 2004.

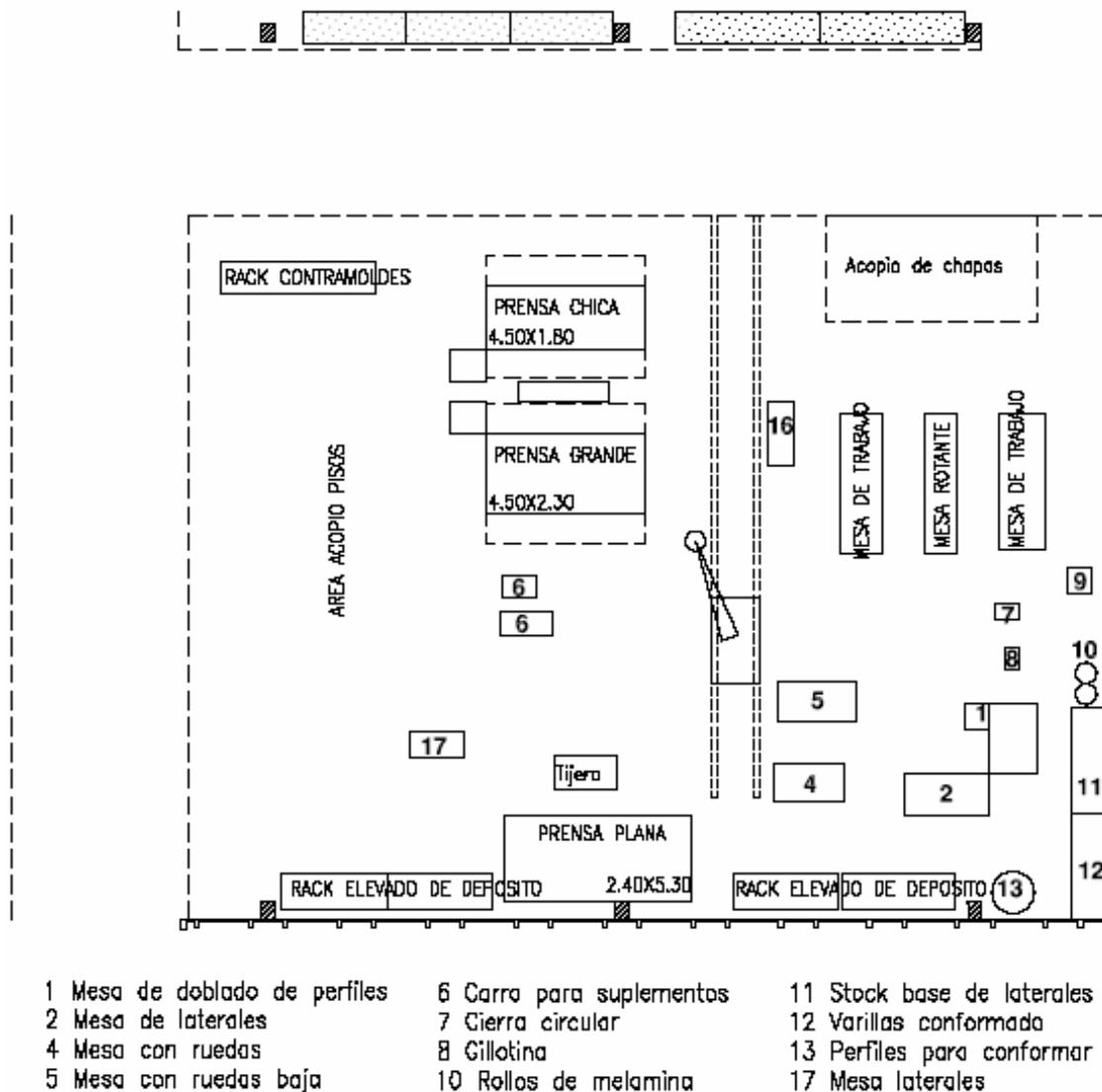


Figura 2.8. Lay out original del sector.

Como se puede apreciar las mesas de trabajo se encontraban giradas 90° con respecto a las prensas. Esta disposición generaba inconvenientes cada vez que se debía transportar chapas desde su lugar de estiba hasta las mesas. Por otro lado, implicaba que el producto, una vez terminadas las operaciones en estas mesas, debía ser girado nuevamente para poder ingresar en las prensas. El medio de transporte era y sigue siendo una mesa con ruedas. El Sr. Carlos Fryda propuso en ese momento girar las

mesas 90° para que todo el proceso quede en línea y minimizar las distancias que debía recorrer el producto.

Otro aspecto muy negativo del lay out original es la forma de estiba de las chapas que luego son utilizadas en el sector. La estiba se realizaba directamente en el suelo al costado de la calle más próxima al sector de chapería. Estas chapas tienen dimensiones variables de hasta 1 metro de ancho y 3.75 metros de largo. Además están plegadas por lo que ocupan bastante espacio si no son colocadas de manera ordenada. El hecho de encontrarse depositadas en el piso dificulta su clasificación y su transporte hasta las mesas de trabajo.

Como solución a este problema se desarrollaron 8 carros especiales que se cargan en el sector de chapería y son transportados hasta el sector de espumado donde son colocados detrás de las mesas de trabajo. Tiene la doble función de servir como depósitos y como vehículos de transporte.

Hacia mediados del 2005 el lay out se modificó siguiendo las recomendaciones del Sr. Fryda. El lay out resultante es el que se muestra a continuación:

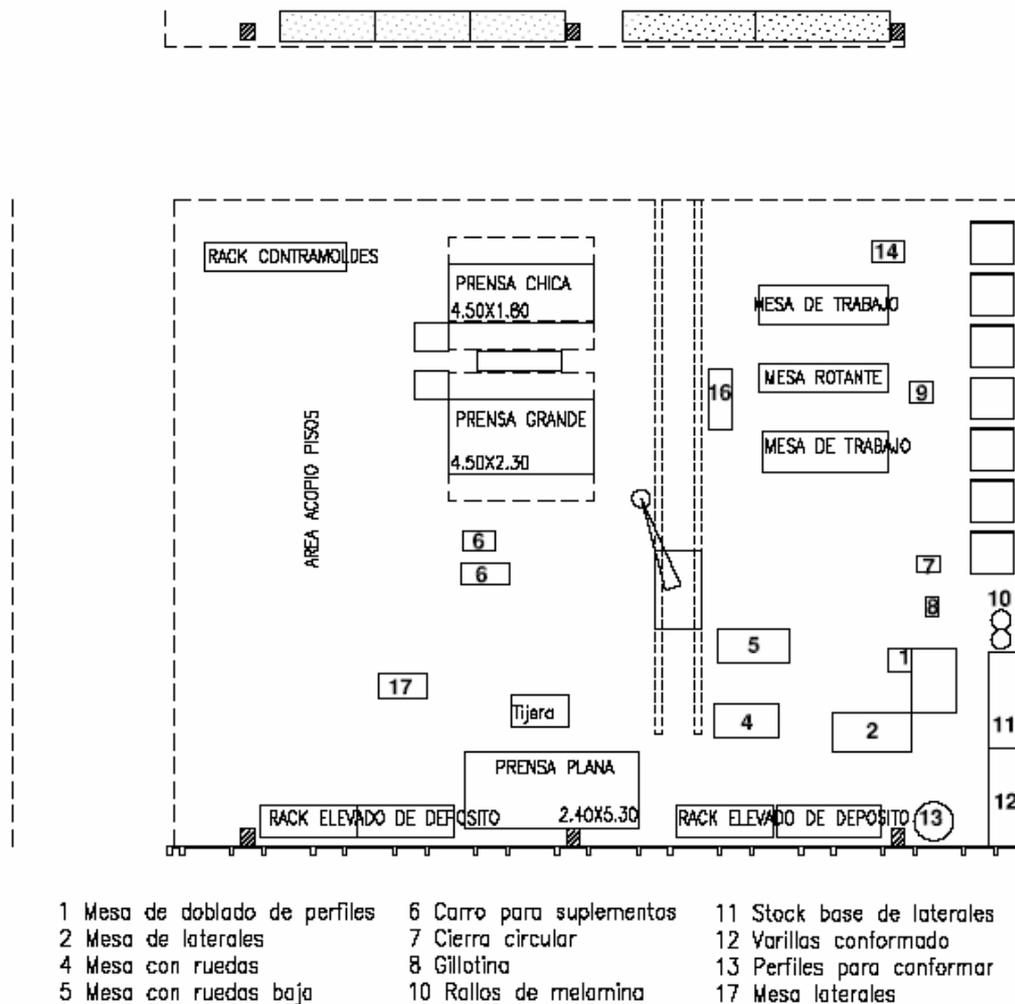


Figura 2.9. Lay out actual del sector.

Sobre el lateral donde se sitúa la prensa plana también se encuentran racks que contienen todo tipo de elementos. Además de las materias primas necesarias para el armado de productos planos, en ellos se estiba los “Machos” y contramoldes utilizados en las prensas. Estos consisten en estructuras metálicas de peso considerable y de un largo superior a los 3.75 metros.

Los productos planos (“laterales”) que son procesados en la prensa plana son armados en un par de mesas situadas en el espacio representado por la esquina inferior derecha de la figura 2.9.

En la figura 2.10 se muestra el corte del sector como es en la actualidad visto desde el lateral de la prensa plana.

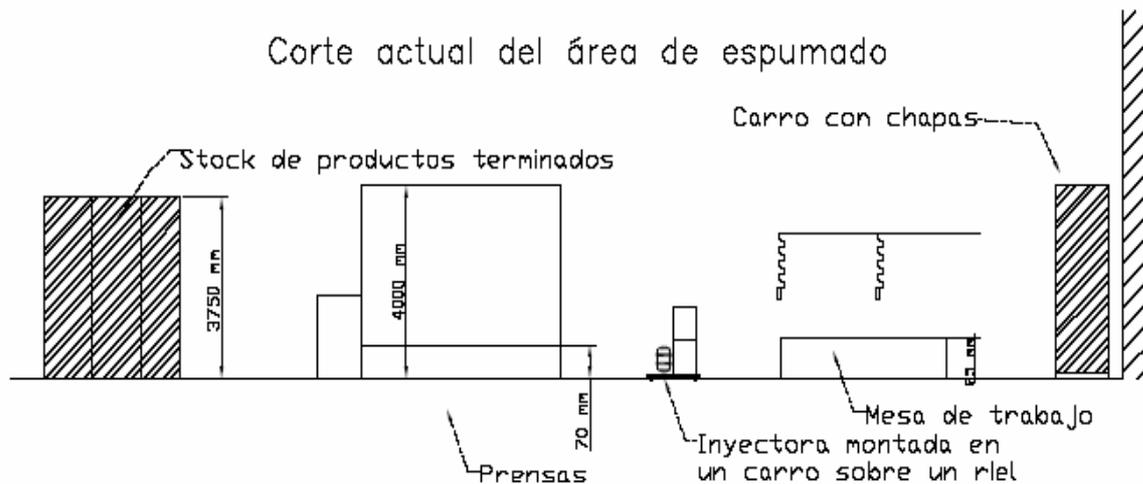


Figura 2.10. Corte actual del sector de espumado.

La distancia existente entre las prensas y las mesas de trabajo es apenas superior a 5 metros. Es por este espacio por el cual ingresa el autoelevador cada vez que se debe transportar algún elemento de importante peso al sector o cada vez que se debe cambiar el contramolde utilizado en una de las prensas. Esta operación significa la interrupción de algunas de las operaciones del sector debido a la peligrosidad de esta actividad.

En la figura 2.11 se muestra un corte del sector visto desde las mesas de trabajo.

Corte de la zona de espumado con el lay out actual

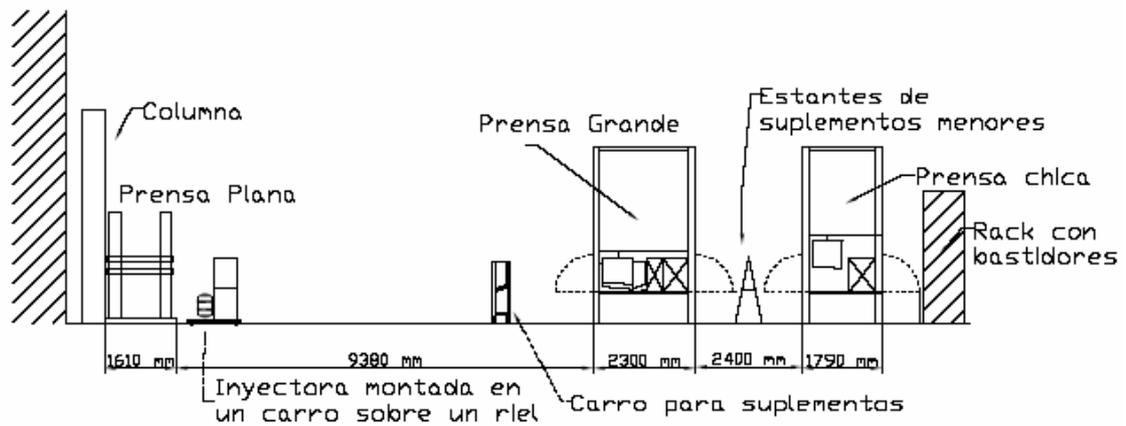


Figura 2.11. Corte del sector de espumado.

Como se puede ver en los cortes anteriores existe una única inyectora que alimenta a las tres prensas. Como el tiempo de inyección es menor a cinco minutos para la mayoría de los productos y el tiempo de curado es superior a los treinta minutos la probabilidad de que se deba esperar a que se libere la inyectora para espumar un producto es muy baja.

En la actualidad la inyectora se encuentra sobre un carro que se mueve por sobre un riel fijado en el piso. Si bien este sistema es eficaz no es eficiente. Cada vez que se debe inyectar en una prensa diferente se debe transportar el carro hasta esta. Por otro lado, el par de rieles no está empotrado en el piso con lo que representa un obstáculo para el resto de los vehículos como las mesas de transporte. Incluso, según los operarios, se han destrozado las ruedas de varias mesas de transporte.

Por otro lado, este equipo es de crítica importancia debido a que si dejara de funcionar quedarían las tres prensas inoperativas. En capítulos posteriores se estudiará el nivel de saturación de este equipo y de las prensas. De todas maneras se puede adelantar que si bien no son el cuello de botella del proceso completo de elaboración de las exhibidoras ocasionalmente se generan colas de espera delante de esta estación.

A fines del 2005 la empresa contaba con una segunda inyectora que estaba en desuso. Este equipo podía reemplazar al que se encuentra en el área de espumado pero no de manera inmediata por requerir reparaciones. Por otro lado, existía la posibilidad de transferirla a la filial colombiana.

Aún si se contara con esta segunda inyectora ante una rotura de la que se encuentra en uso, el tiempo necesario para realizar el cambio sería importante debido a que habría que desmontar la original del carro y montar la de repuesto.

CAPITULO III. BALANCE DE LÍNEA.

3.1 Tiempo de ciclo.

En el capítulo anterior se incluyeron los cursogramas analíticos de los tres productos más significativos. Estos modelos son del ancho máximo (3.75 metros) y pertenecientes a cada una de las tres principales familias.

El tiempo de ciclo resultante desde el punto de vista de los puestos de trabajo fue el siguiente:

Tiempos de producción en minutos					
Minutos	Piso	Techo	Unión tapa y piso	Inyección	Curado
Manila 90	59	25	6,8	5	30
Manila 110	81	35	8,5	5	30
Perugia	77	39	7	5	30

Tabla 3.1. Tiempos de producción de los modelos más significativos de 3.75 metros de ancho.

Las operaciones de armado del piso se hacen casi en simultáneo al armado del techo. Si se observa los cursogramas analíticos existe un tiempo cercano a los 8 minutos en los que el operario de la tapa junto al operario del piso realizar la unión de ambas piezas. Teniendo en cuenta esto el tiempo de ciclo total de estos productos es el que se muestra en la figura 3.2.

Tiempo de ciclo total en minutos	
Minutos	Total
Manila 90	101
Manila 110	125
Perugia	119

Tabla 3.2. Tiempo de ciclo de los modelos más significativos de 3.75 metros de ancho.

El tiempo de curado en las prensas es independiente del tipo de modelo espumado.

Como se mencionó en capítulos anteriores, no es factible realizar la toma de tiempos de todos los modelos por la gran cantidad de variantes diferentes y por la extensión del tiempo de ciclo. Por otro lado, dado que no existe un método establecido la validez

estadística de los resultados no estaría garantizada. Es por esta razón que se limitó la cantidad de muestras a solamente los productos más significativos.

El armado del cuerpo de modelos de diferentes anchos solo difiere en la cantidad de refuerzos a colocar y en la extensión de las uniones. Por otro lado, el tiempo necesario para el montaje de los bastidores es independiente al ancho final del producto. Siguiendo este razonamiento se extrapolaron los tiempos del armado de los pisos a los anchos menores. En el caso de las tapas se puede asumir que el tiempo de montaje es proporcional al ancho. En la tabla 3.3 se muestra la distribución de los tiempos de armado de los productos según sean fijos con el ancho o constantes.

Tiempos de producción proporcionales al ancho por familia.			
	Piso		Techo
	Bastidor	Resto del piso	
	Min	Min / m de ancho	Min / m
Manila 90	20,0	10,4	6,8
Manila 110	28,5	14,0	9,2
Perugia	23,5	14,3	10,3

Tabla 3.3. Composición del tiempo de armado de los productos en función de ser fijos o variables con el ancho.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado los tiempos de producción por operación por anchos se muestran en la tabla 3.4.

Si se tiene en cuenta que la unión del piso de la tapa se lleva a cabo por dos operarios, el tiempo que cada uno de ellos está ocupado durante el armado de un modelo es el que se muestra en la tabla 3.5.

Tiempos de producción en minutos para todos los anchos.				
Minutos	Piso	Techo	Inyección	Curado
Ancho mm	3750			
Manila 90	59,0	32,0	5	30
Manila 110	81,0	43,0	5	30
Perugia	77,0	46,0	5	30
Ancho mm	2500			
Manila 90	46,0	16,9	5	30
Manila 110	63,5	23,0	5	30
Perugia	59,2	25,7	5	30
Ancho mm	1875			
Manila 90	39,5	12,7	5	30
Manila 110	54,8	17,3	5	30
Perugia	50,3	19,3	5	30
Ancho mm	1250			
Manila 90	33,0	8,4	5	30
Manila 110	46,0	11,5	5	30
Perugia	41,3	12,8	5	30

Tabla 3.4. Tiempos de producción de los modelos más significativos en minutos para todos sus anchos.

Tiempos de producción en minutos para todos los anchos.		
Minutos	Operario de pisos	Operario de techos
Ancho mm	3750	
Manila 90	66	32
Manila 110	90	43
Perugia	84	46
Ancho mm	2500	
Manila 90	53	17
Manila 110	72	23
Perugia	66	26
Ancho mm	1875	
Manila 90	46	13
Manila 110	63	17
Perugia	57	19
Ancho mm	1250	
Manila 90	40	8
Manila 110	55	12
Perugia	48	13

Figura 3.5. Tiempos de producción de cada operario por ancho del modelo de exhibidora.

3.2 Movimientos y distancias.

En el capítulo II se describió el proceso productivo del sector. En esta sección se resumirán los movimientos y distancias que debe recorrer cada uno de los operarios y los productos durante su elaboración.

En la Tabla 3.5 se muestra un cuadro de doble entrada en el que se resume el flujo de materiales dentro y fuera del sector de espumado.

Flujo de materiales						
Estación de origen	Estación de destino.					
	Chapería	Carros de estiba	Mesas de trabajo	Mesa basculante	Prensas	Zona de estiba
Rack de bastidores	-	-	Bastidores	-	-	-
Chapería		Chapas	Refuerzos	-	-	-
Carros de estiba	Carros vacíos		Chapas	Chapas	-	-
Mesas de trabajo	-	-		-	Cuerpo	-
Mesa basculante	-	-	Techo		-	-
Prensas	-	-	-	-		PT
Zona de estiba	-	-	-	-	-	

Tabla 3.5. Flujos dentro y fuera del sector de espumado.

La distancia que a recorrer entre los diferentes puestos de trabajo se muestran en la tabla 3.6.

Distancias actuales entre los distintos puestos de trabajo.						
Distancias en metros	Estación de destino.					
	Chapería	Carros de estiba	Mesas de trabajo	Mesa basculante	Prensas	Zona de estiba
Rack de bastidores	-	-	13	-	-	-
Chapería		42	13,2	-	-	-
Carros de estiba	42		6,3	6,6	-	-
Mesas de trabajo	13,2	6,3		2,6	6,5	-
Mesa basculante	-	6,6	2,6		-	-
Prensas	-	-	6,5	-		6,4
Zona de estiba	-	-	-	-	6,4	

Tabla 3.6. Distancias entre sectores y puestos de trabajo.

Las distancias mostradas en esta tabla son promedios puesto que existen puestos de trabajo duplicados.

3.3 Peso de los productos.

El peso de los productos es semi lineal con su ancho por las mismas razones que su tiempo de armado. Dado que independientemente del ancho cada modelo cuenta con 2

bastidores su peso será el de estos elementos de madera más una cantidad variable por la longitud que tenga el modelo en particular.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado el peso promedio por tipo de familia y por ancho se puede estimar y se muestra en el anexo N° 3.

El cuerpo de un modelo de exhibidora cuenta con aproximadamente 20 refuerzos de diferentes largos siendo el peso total del orden de 2 a 4 kilos. La cantidad de refuerzos puede asumirse como casi lineal con el ancho del producto en especial teniendo en cuenta que representan solamente menos del 5% del peso total.

3.4 Balance de línea.

En el anexo N°6 se muestra un diagrama con el balance de línea del sector a partir del nivel de producción alcanzado entre agosto del 2004 y julio 2005, y otro con los niveles estimados actuales.

Teniendo en cuenta los tiempo de producción de cada uno de los modelos se llega a en ese período la cantidad de horas empleadas por actividad fue la que se muestra en la tabla 3.7.

Hs de producción					
Familia	Unidades	Piso	Techo	Inyección	Curado
Manila 90	917	986	505	76	459
Manila 110	247	332	140	21	124
Perugia	422	447	215	32	211
Ángulos	20	66	25	2	0
TOTAL	1606	1831	885	131	794

Tabla 3.7. Horas de producción por tipo de familia en el periodo junio 2004 – julio 2005.

El sector trabaja en un turno normal de 8 horas se reducen a 7 horas efectivas debido el almuerzo y descansos. Dado que no hay producción en el mes de enero se dispone de 50 semanas laborables al año. A fin de no revelar información que puede ser sensible para la empresa se asumió de manera arbitraria un nivel de ausentismo del 5% que es compatible con el nivel promedio de la industria. Según el supervisor del sector, se realiza un cambio de contramoldes cada 2 días en promedio. Dado que se pierde entre 20 a 25 minutos por cambio, cada prensa tiene un tiempo improductivo anual por sustitución de contramoldes de 40 horas.

Al finalizar cada turno y al inicio del siguiente se realiza el desmonte y limpieza del cabezal de la inyectora demandando en total cerca de 15 minutos.

En la tabla 3.8 se calcula la cantidad de horas laborables por año para cada estación de trabajo.

Hs disponibles por estación por año.			
		Cantidad	Saturación
Estación de mesa de armado	Hs hombre	2	3325
Estación de mesa basculante	Hs hombre	1	1663
Prensa Grande	Hs Máquina	1	1560
Prensa Chica	Hs Máquina	1	1560
Inyectora	Hs Máquina	1	1600

Tabla 3.8. Horas disponibles por estación de trabajo por año. Periodo junio 2004 – julio 2005.

Teniendo en cuenta estas capacidades el nivel de saturación de cada estación es el que se muestra en la tabla 3.9.

Hs disponibles por estación por año.			
		Cantidad	Saturación
Estación de mesa de armado	Hs hombre	2	55%
Estación de mesa basculante	Hs hombre	1	53%
Prensa Grande	Hs Máquina	1	34%
Prensa Chica	Hs Máquina	1	17%
Inyectora	Hs Máquina	1	8%

Tabla 3.9. Saturación de cada estación para el periodo junio 2004 – julio 2005.

Si se toma la producción actual estimada con el método explicado en el capítulo I la cantidad de horas empleadas en cada estación es la que se muestra en la tabla 3.10.

Hs de producción					
Familia	Unidades	Piso	Techo	Inyección	Curado
Manila 90	1192	1282	657	99	597
Manila 110	321	432	182	27	161
Perugia	549	581	280	42	274
Ángulos	26	86	33	2	0
TOTAL	2088	2380	1151	170	1032

Tabla 3.10. Horas de producción por tipo de familia a julio del 2006.

El nivel de saturación de cada puesto se muestra en la tabla 1.11.

Hs disponibles por estación por año.		
	Cantidad	Saturación
Estación de mesa de armado	2	72%
Estación de mesa basculante	1	69%
Prensa Grande	1	45%
Prensa Chica	1	22%
Inyectora	1	11%

Tabla 3.11. Saturación de cada estación a julio del 2006.

La carga de trabajo que se tendrá con un nivel de producción anual de 3000 unidades planificadas de manera pareja en los 12 meses es la que se muestra en la tabla 3.12.

Hs disponibles por estación por año.		
	Cantidad	Saturación
Estación de mesa de armado	2	103%
Estación de mesa basculante	1	99%
Prensa Grande	1	64%
Prensa Chica	1	32%
Inyectora	1	15%

Tabla 3.12. Horas de producción por tipo de familia para un mes con una producción anual equivalente de 3000 unidades.

Si ahora se considera el nivel de producción objetivo equivalente a 4200 unidades por año en el mes más comprometido se llega a la carga de trabajo en horas que aparece en la tabla 3.13.

Hs de producción					
Familia	Unidades	Piso	Techo	Inyección	Curado
Manila 90	2398	2579	1321	199	1200
Manila 110	646	868	366	55	324
Perugia	1104	1169	562	84	552
Ángulos	52	172	66	4	0
TOTAL	4200	4788	2315	342	2076

Tabla 3.13. Horas de producción por tipo de familia para un mes con una producción anual equivalente de 4200 unidades.

La saturación por estación de trabajo será la que se muestra en la figura 3.14. Como se puede observar, el puesto de las estaciones de trabajo y la mesa basculante (tapas) limitarán la producción.

Hs disponibles por estación por año.		
	Cantidad	Saturación
Estación de mesa de armado	2	144%
Estación de mesa basculante	1	139%
Prensa Grande	1	90%
Prensa Chica	1	45%
Inyectora	1	21%

Tabla 3.14. Saturación de cada estación para un mes con una producción anual equivalente de 4200 unidades.

En el anexo N°5 se describe el flujo de unidades, pesos y trabajo entre las diferentes estaciones de trabajo del área. En el anexo N° 6 y 7 se muestra una comparación entre cada una de las 4 situaciones planteadas. También se incluye un cuadro de saturación de Máquinas y puestos para cada una de las situaciones planteadas.

Claramente se deberá disminuir el tiempo de ciclo en los puestos saturados para llegar a la productividad deseada sin tener que aumentar la cantidad de personal ni realizar horas extra. En el capítulo IV se realizarán propuestas de mejora para el proceso productivo.

CAPITULO IV. PROPUESTA DE MEJORAS.

4.1 Distribución de los tiempos de producción.

Si se estudia como están distribuidos los tiempos de producción del armado de los pisos y sus respectivas tapas se llega a la conclusión de que existen algunas operaciones que presentan importantes oportunidades de mejora.

A partir de los cursogramas analíticos del armado de los principales productos se detecta que en particular la fijación de los bastidores y la preparación y colocación de los refuerzos insumen la mayor parte del tiempo de armado del cuerpo de las exhibidoras.

En la figuras 4.1 y 4.2 se muestran las distribuciones del tiempo de armado del piso y de la tapa del modelo Manila 90 X 3750.

Distribución del tiempo de armado del piso



Figura 4.1. Distribución de los tiempos de armado del piso de un modelo Manila 90 X 3750.

Distribución del tiempo de armado de la tapa

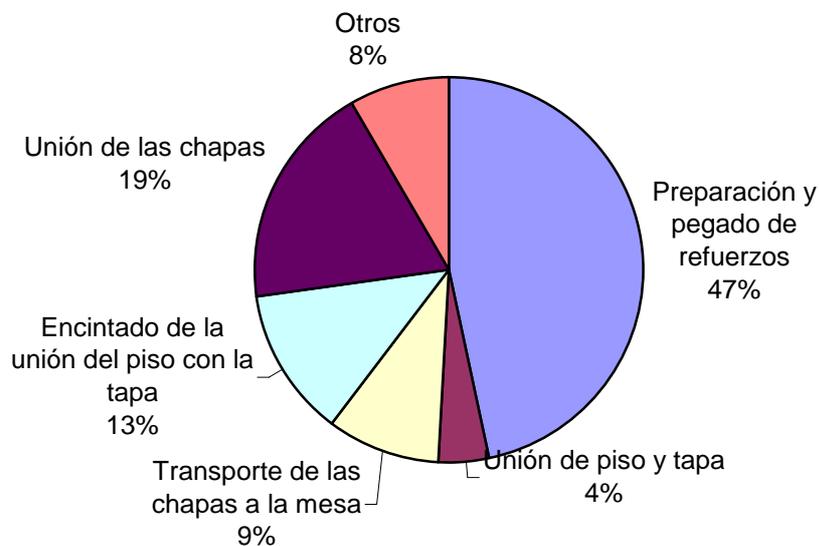


Figura 4.2. Distribución de los tiempos de armado del piso de un modelo Manila 90 X 3750.

En el anexo N° 7 se incluyen los gráficos de distribución de tiempos de armado para otros modelos de exhibidoras. Claramente se verifica el mismo comportamiento en todos ellos. En el caso de las tapas el tiempo destinado a la colocación de refuerzos y al encintado de uniones representa más del 50% del tiempo total. Los bastidores insumen cerca de un tercio del tiempo en el caso de los pisos mientras que los refuerzos un 25% aproximadamente.

4.2 Propuestas de mejora.

A continuación se hará un resumen de las propuestas de mejora que se expondrán a lo largo de este capítulo.

Área de mejora	Mejora
Preparación y estiba de refuerzos.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de “Magazines” para la estiba de refuerzos. • Sistema de cajas para la preparación previa de refuerzos para su estiba. • Plantillas para la preparación de refuerzos. • Reemplazo de la chapa negra por chapa galvanizada. • Utilización de sistemas alternativos de pegado de los refuerzos. • Eliminación de la cinta doble faz a favor de una cinta de enmascarar de mayor resistencia. • Utilización de la cinta específica para la inyección de poliuretano “3294” comercializada por 3M.
Unión entre las chapas.	<ul style="list-style-type: none"> • Plegado en “u” de la unión de las chapas para reforzar su rigidez. Reducción de los puntos de unión. • Eliminación del encintado en la unión debido al efecto laberinto que se generaría con la propuesta anterior.
Bastidores.	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación del refuerzo de madera. • Creación de plantillas del tipo “Pasa, no pasa” para verificar el cumplimiento de los requerimientos por parte del proveedor. • Utilización de grapas de 12 a 14 mm.
Mesas de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de mesas basculantes para el armado de los pisos de exhibidoras. • Mesa de rodillos para el traslado de las exhibidoras desde y hacia las prensas.
Prensas.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de la temperatura de estiba del

	isocianato y de las resinas.
Contramoldes.	<ul style="list-style-type: none"> • Completar el juego de carros para el ingreso y egreso de contramoldes a las prensas.
Inyectoras.	<ul style="list-style-type: none"> • Puesta en funcionamiento de la segunda inyectora para funcionar como repuesto de la que original. • Colocación de ambas inyectoras en el medio de las prensas. • Utilización de un riel elevado para el movimiento del cabezal de inyección para espumar en las dos prensas y en la prensa plana. • Utilización de la segunda inyectora para espumar por la parte posterior de las prensas y posibilitar el procesamiento de dos unidades cortas de manera simultanea.
Gerenciamiento visual.	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de carteles de colores para identificar las chapas dentro de los carros de estiba. • Reparación de las pérdidas de fluidos de las prensas. • Definir un espacio fijo para la estiba de cada herramienta. • Creación de hojas de procesos para cada modelo de exhibidoras. Colocación de las mismas al alcance de los operarios durante sus labores. • Retirar la sierra circular del sector. • Realizar un inventario de los elementos del sector y eliminar aquellos que se verifique que no son necesarios. • Traducir al castellano los carteles de las máquinas utilizadas. • Colocación tablas con tiempos de inyección en el frente de la inyectora. • Colocación de gráficos a la vista de los operarios donde se listen las principales no conformidades en los productos elaborados por

	el sector.
Seguridad laboral.	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación del sistema de estiba de los productos terminados. • Garantizar el sellado de los tanques de isocianato y resinas.

Tabla 4.3. Mejoras propuestas en este proyecto.

4.2.1 Preparación y estiba de refuerzos.

Los refuerzos aplicados en las exhibidoras pueden ser chapas de acero o de madera fenólica. También se emplea trozos de dimensiones variadas de espuma de poliuretano a modo de tacos.

Los refuerzos de chapa consisten en retazos de láminas de acero cortadas en dimensiones según cada modelo de exhibidoras. La mayoría de los refuerzos tienen un ancho de 10 cm. y un largo variable hasta 480 mm. Antes de usarlos se le aplica una cinta adhesiva doble. Esta operación requiere de una importante cantidad de tiempo porque cada vez que se debe realizar el operario junta cuatro a cinco refuerzos y les pega la cinta adhesiva de manera conjunta (Ver cursogramas analíticos del anexo N°3).

Como se ve en la figura 4.4 el operario coloca de manera paralela dos refuerzos y, como la cinta adhesiva tiene prácticamente el doble de ancho de cada uno, la aplica a ambos al mismo tiempo. Luego utiliza un cutter o una espátula para separarlos.

La mayor parte de los refuerzos proviene de retazos de chapa negra y por lo tanto se deben limpiar primero antes de aplicar la cinta adhesiva. La razón de esto es que la chapa negra tiene siempre una capa de aceite para protegerla de la oxidación.



Figura 4.4. Operario durante la preparación de refuerzos.

En todos los casos estos refuerzos se estiban sin estar preparados en estantes debajo de una de las mesas de trabajo junto con elementos de todo tipo. Claramente esta no es la situación deseable dado que sobrecargan la estructura de mesa. Incluso esta tuvo que ser reforzada para evitar su rotura. Se estima que la mesa contiene más de 2000 refuerzos de entre 100 y 480 mm de largo. Si se tiene en cuenta que una exhibidora típica de 3.75 metros de ancho necesita aproximadamente 20 refuerzos el stock existente supera lo necesario para 100 unidades de producción.

El operario de la mesa de trabajo que contiene los refuerzos no debe trasladarse hasta ellos pero el operario de la otra mesa debe caminar cerca de 6 metros cada vez que necesita de estos apliques. Durante el montaje del cuerpo de una exhibidora se requiere adicionar diversos refuerzos en distintos momentos. Los operarios están acostumbrados a preparar los que van a utilizar solo en ese momento. Nunca preparar de antemano los que va a emplear en toda la exhibidora. Esto hace que un mismo operario realice tres o cuatro viajes hasta la mesa donde están los refuerzos, busque la cinta adhesiva doble faz y los prepare.

Esta forma de trabajo no solo es improductiva por los tiempos de viaje evitables sino que también es una fuente de problemas de calidad por olvido de colocación de refuerzos por parte del operario.

El Sr. Carlos Fryda propuso la utilización de sistemas de almacenaje tipo “magazines” debajo de cada una de las mesas para resolver estos problemas (Ver figura 4.5). Si bien esta solución es factible y es preferible a la situación actual no se cree que sea la óptima.

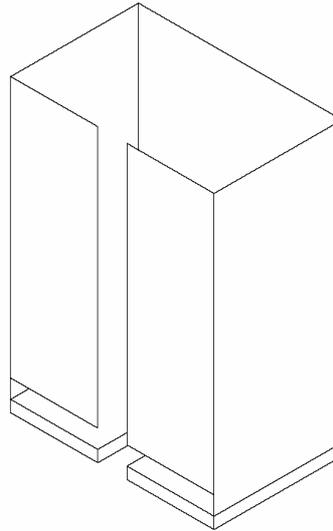


Figura 4.5. Croquis de una “magazine”.

En lugar de emplear “magazines” para cada tipo de refuerzos se podría emplear un sistema de cajas donde se pongan todos los apliques metálicos que se deben utilizar en cada tipo de exhibidora a producir.

Periódicamente se deberán prepara estas cajas en función de las máquinas a elaborar. En la actualidad la producción es cercana a 10 máquinas diarias por lo que no se requiere de una gran cantidad de cajas ni espacio de almacenaje. La preparación de una gran cantidad de refuerzos de manera simultánea permitirá ahorrar tiempo. Se podría aplicar plantillas de ayuda para esta tarea. Estas tendrían el ancho de dos refuerzos y el largo aproximado de 1 metro de manera de preparar cerca 10 refuerzos por vez. Podría haber una plantilla por cada uno de los productos más significativo. Sobre su base se marcaría la forma de los refuerzos necesarios y se los ubicaría de tal manera aquellos que corresponden a los modelos más cortos aparezcan primero y con un color específico (Ver figura 4.6). Esta plantilla funcionaría como un control para evitar el olvido de la colocación de algún refuerzo.

Como desventaja se puede decir que algunos productos requerirían de más de una plantilla y existen algunos refuerzos particularmente estrecho o de formas irregulares que deberían continuar siendo armados como hasta ahora pero con antelación.

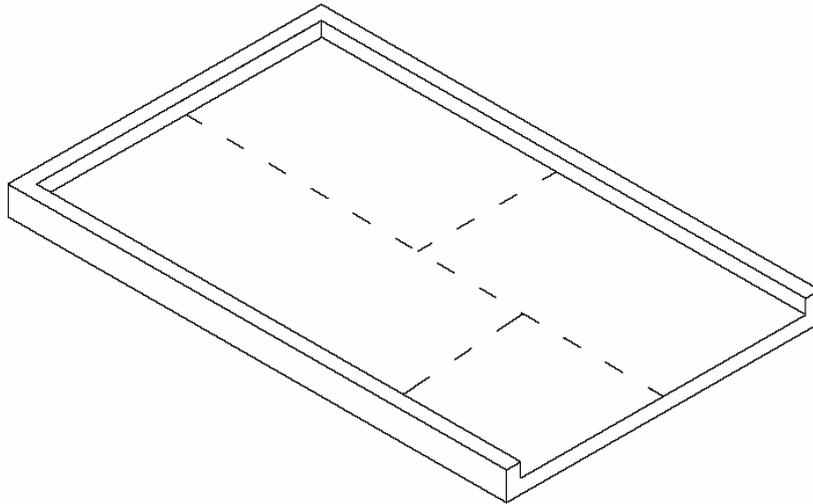


Figura 4.6. Croquis de una plantilla. Nota: El gráfico no está en escala.

Este sistema reducirá el tiempo de ciclo del montaje del cuerpo de la exhibidora debido a que tareas antes realizadas por los operarios del puesto de trabajo serán realizadas por operarios afectados a actividades que no son el cuello de botella. El exceso de refuerzos se podrá almacenar en estantes sobre la parte trasera del sector.

Este sistema cumple con el objetivo de disminuir el tiempo de ciclo de la actividad cuello de botella y disminuir la probabilidad de olvidos en la colocación de refuerzos. En este caso serían dos personas las que se deben olvidar de un refuerzo particular para que este finalmente no sea colocado.

Estas cajas estarían debajo de cada mesa de trabajo según su asignación de productos a ensamblar.

Cabe destacar que estas cajas solo contendrían los refuerzos de acero dado que los de madera son de dimensiones muy superiores. Estos refuerzos de madera deberían seguir estibándose como hasta ahora. Es decir, debajo de cada una de las mesas de trabajo.

Si no se implementara esta propuesta se debería separar los refuerzos de acero galvanizado de los de chapa negra para poder utilizar, cuando sea factible, la pistola de pegamento que se presentará a continuación.

En cuanto al método de colocación de los refuerzos se puede decir que existe una importante oportunidad de mejora. En la actualidad se colocan los refuerzos con una cinta doble faz para adherirlo a la chapa. Adicionalmente se encinta las uniones de las chapas y refuerzos para evitar la filtración de la mezcla de isocianato y resinas por debajo del mismo. El problema que esto ocasiona es que la expansión de esta mezcla puede ser de hasta 15 veces en volumen y por lo tanto levantar el refuerzo durante el curado como se muestra en la figura 4.7.

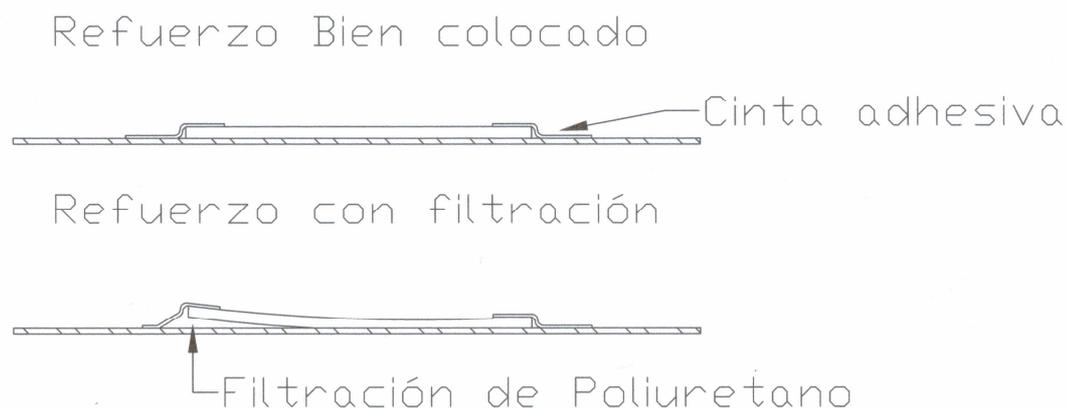


Figura 4.7. Refuerzo con filtración de poliuretano.

En los casos en los que no se utiliza chapa negra se puede emplear pegamentos en aerosol o una máquina encintadora que deposita pegamento directamente sobre la superficie de la chapa. Estos sistemas alternativos son mucho más rápidos y requieren menos operaciones. El tiempo de preparación de los refuerzos se vería disminuido posiblemente a cerca de la mitad. En particular, se podría utilizar la máquina modelo “Scotch ATG dispenser” de 3M (Ver figura 4.8).



Figura 4.8. “Scotch ATG dispenser”.

Peso a esto no se está utilizando en la actualidad debido a que la chapa galvanizada tiene un costo aproximado de 850 U\$d por tonelada mientras que para la chapa negra es de 550 U\$d por tonelada⁹. Si se considera que una exhibidora del modelo Manila 90 X 3750 requiere de cerca de 20 refuerzos de un largo equivalente a 25 cm., utilizar chapa galvanizada implicaría un incremento del costo de aproximadamente 1,5 U\$d. Si se asume un sueldo por hora para los operarios de \$6¹⁰ y que se reducirá cerca de 7 minutos el tiempo de armado, el ahorro en mano de obra que implicará utilizar chapa

⁹ Información obtenida de personal interno de la empresa Siderar.

¹⁰ No es el real de la empresa.

galvanizada con el sistema de pegado alternativo es aproximadamente de \$ 0.73 por unidad de Manila 90 X 3750. En definitiva, los costos directos aumentarían en \$ 3.5 más el extracosto del sistema de pegado alternativo que se encuentra en el orden de los \$ 4.5 adicionales por exhibidora¹¹.

Teniendo en cuenta que el precio al consumidor de estos productos son del orden de los miles de pesos no resulta un incremento significativo en comparación a la disminución de los tiempos de ciclo que esta mejora traería. En secciones posteriores se calculará la reducción de tiempos que se alcanzará. A modo de adelanto se puede decir que la capacidad del sector se elevará en, al menos, un 15% con respecto a la situación actual.

El interrogante que surge en este momento es si realmente existe la necesidad de colocar ambos sistemas de fijación. Según los operarios del sector la cinta adhesiva de 1 pulgada de ancho es indispensable dado que se han verificado corrimientos de refuerzos en algunos experimentos donde no se aplicó. Por otro lado, el Sr. Carlos Fryda, quien es experto en organización industrial, cuestiona la necesidad de realizar el encintado.

Es la opinión del autor de este proyecto que si bien la cinta adhesiva es importante en la mayoría de los refuerzos, la cinta doble faz es superflua en buena parte de ellos. La función de esta última cinta es fijar la unión del refuerzo y la chapa de metal durante la inyección y curado solamente. Una vez terminado este proceso el refuerzo queda inmóvil debido a la presión que le ejerce la espuma de poliuretano. Si esta unión fuera garantizada por la cinta adhesiva no habría necesidad de la colocación de la doble faz.

La presión con que ingresa la mezcla de inyección es de 8 atmósferas. Si se tiene en cuenta que el refuerzo es típicamente de 1 mm de espesor la fuerza de empuje por unidad de ancho de la cara expuesta al flujo de la mezcla inyectada del refuerzo que la cinta debe soportar es de 81Kg/metro. Dado que el ancho de la mayoría de los refuerzos es de 10 cm. la carga de tracción que deberá soportar es de 8 kg. Este cálculo no contempla la fuerza por fricción que ejerce la mezcla en la parte superior del refuerzo. Por otro lado, tampoco tiene en cuenta la contribución que hace la cinta de los costados perpendiculares al flujo de la mezcla. Los refuerzos más comprometidos en este sentido son los que se colocan sobre la espalda del producto. Son los que quedan en sentido transversal al suelo.

La cinta doble faz comercializada por la misma empresa tiene una resistencia al cizallamiento de 1000gr / in² (160 gr. / cm²) a una temperatura de 22°C. Para un refuerzo de 25 x 10 cm. esto se traduce a que la fuerza paralela a su superficie necesaria para correrlo de lugar es de 40 kg.

Si se acepta que la función de la cinta de enmascarar es la de evitar filtraciones y no la de contribuir a la resistencia del refuerzo y que la resistencia de la cinta doble faz es adecuada entonces se puede asumir que las tensiones que sufre el refuerzo durante la inyección no superan los 0.16 Kg. / cm².

¹¹ La cinta 924 aplicable con la pistola descrita tiene un costo de 7.93 Usd / 55 metros mientras que para la cinta 233+ es de 2 Usd / 55 metros. Valores obtenidos de personal de la empresa 3M.

Si se acepta como válido el cálculo realizado y se toma como referencia la cinta de enmascarar “233+” comercializada por 3M (Ver ficha técnica en el anexo N° 8) se llega a la conclusión de que por si sola no podrá soportar la carga mencionada. Si bien la tensión de rotura es del orden de los 200 k.o. / metro, la tensión que la desprenderá es de 20 Kg. / metro suponiendo que el ancho en contacto con la chapa es de ½ pulgada. Teniendo en cuenta que el lado del refuerzo que se encuentra contrario al sentido de la inyección no contribuirá a la resistencia del mismo, la longitud de la cinta de enmascarar que tomará el esfuerzo de 40 Kg. es de 45 cm., y por lo tanto no será suficiente para mantener al refuerzo en su lugar.

En el caso que se utilizara la pistola de pegamento antes mencionada la cinta adhesiva a utilizar debería ser el modelo “Tape 926” que es el que cuenta con la resistencia adecuada. En el anexo N°9 se incluye la ficha técnica de cada una de las cintas aplicables por pistola comercializadas por la empresa 3M.

Durante el estudio de las propiedades de las cintas de enmascarar se encontró que la empresa 3M comercializa la cinta “3294” que es específica para este tipo de aplicaciones. No se pudo conocer las propiedades resistivas de la misma por lo que no se emitirá una opinión acerca de la aplicabilidad de este producto en los procesos de la empresa Arneg S.A. La ventaja de este producto radica en su gran porosidad. Permite el escape de gases generados durante la reacción de polimerización del poliuretano y del aire contenido mientras retiene a los sólidos y líquidos. Esta propiedad disminuye la probabilidad de generación de burbujas y vacíos que impactan negativamente en la calidad final del producto. Si bien se sabe que el costo de esta cinta es superior a la utilizada actualmente se recomienda que la empresa estudie la conveniencia de aplicar esta cinta para mejorar la calidad final de las exhibidoras. En el anexo N° 9 se incluye la ficha técnica de este producto.

4.2.2 Unión entre las chapas.

La unión entre las chapas explica también una importante cantidad del tiempo de ciclo. Representa cerca del 10% en el caso de los pisos y el 20% en las tapas. La complejidad de esta operación radica en que se debe unir dos chapas por medio de rebordes en forma de “L” utilizando una pestañadora o atornilladora neumática y luego encintar el total de la unión. El objetivo de esta última operación es el mismo que para los refuerzos. Es decir, evitar filtraciones de la mezcla del poliuretano y la posterior deformación de la pieza producto de la expansión.

El método más rápido y sencillo es la utilización de la pestañadora neumática. Sin embargo, en algunos casos, se utilizan los tornillos para garantizar una fuerza de unión superior. Según los operarios del área, ha habido casos en los que las chapas pestañadas del piso se desprendieron durante la operación de estiba del producto terminado.

El esfuerzo que recibe la unión durante la operación mencionada es fundamentalmente de flexión. La resistencia a este tipo de sollicitaciones es inversamente proporcional a su modulo de resistencia. Una forma de evitar la necesidad de los tornillos sería darle a la unión una forma de “U”. De esta manera se incrementaría el módulo resistente (Ver figura 4.9).

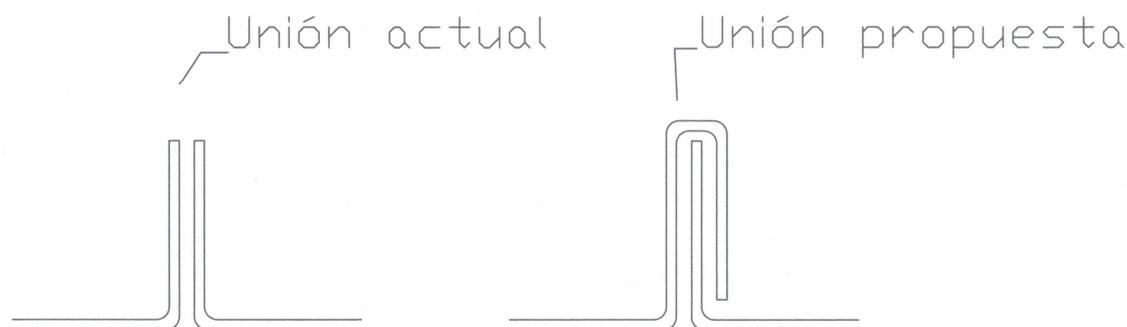


Figura 4.9. Forma actual y propuesta de unión entre las chapas.

Se podría hacer una prueba para verificar que la pestañadora neumática tenga la fuerza necesaria para perforar 3 chapas de 0.5 mm de acero galvanizado en lugar de 2. La empresa cuenta con plegadoras por lo cual no habría inconvenientes para conformar las chapas de la manera expuesta.

Dado que la unión ganaría rigidez con esta propuesta cabría realizar pruebas con la utilización de menos tornillos o puntos pestañados. Es de esperar que se reduzca la cantidad necesaria por lo tanto se verifique una reducción adicional de los tiempos de armado.

Debido a un efecto laberinto es probable que no se requiera el encintado de la unión para prevenir el filtrado de la mezcla de resinas e isocianato.

4.2.3 Bastidores.

Los bastidores son piezas de madera fenólica que se colocan en cada costado de las exhibidoras refrigeradas para darle forma. Es en estos donde se fijan las chapas que conforman el piso y techo del cuerpo.

Cada modelo requiere de un tipo de bastidor diferente. Por otro lado, debido a que el bastidor cuenta con un refuerzo entre las uniones de las diferentes piezas de madera no son simétricos y se requiere de dos bastidores distintos por tipo de producto.

El refuerzo mencionado consiste en una pieza del mismo tipo de madera que une las diferentes piezas del bastidor. Una de las desventajas que ocasiona este refuerzo es la

duplicación del ancho máximo del bastidor y por lo tanto del espacio requerido para su estiba.

Como se puede apreciar en la figura 4.10 que se muestra a continuación, en la actualidad estas piezas son almacenadas en un rack cerca del área de espumado y al costado de la prensa chica.



Figura 4.10. Rack de contramoldes ubicado sobre el lateral de la prensa chica.

Durante la estadía en la planta se pudo verificar que este rack se encuentra mal ubicado dado que debe ser trasladado con un autoelevador cada vez que se requiere cambiar los suplementos que se adicionan a la prensa chica. Por otro lado, se encuentra a 13 metros de las mesas de trabajo pudiendo estar más próximo.

Otro punto destacable con respecto a este rack es que se encuentra muy desorganizado causando que los operarios pierdan tiempo en la detección del bastidor correcto para el producto que se va a montar.

El proveedor de los bastidores es externo a la planta y entrega los productos empaquetados en grupos de a cinco (Ver figura 4.11). Cada uno solo contiene bastidores de un solo tipo de exhibidora y de uno solo de sus lados. Esto hace que el operario deba localizar dos paquetes diferentes para encontrar las piezas que necesita. En dos casos se cronometró más de cinco minutos entre que el operario dejó su puesto de trabajo y volvió con los bastidores necesarios. Claramente este tiempo representa una pérdida para la empresa.



Figura 4.11. Paquete de bastidores.

Se debería trabajar con el proveedor y estudiar la posibilidad de recibir las piezas de a pares y con un código de colores para disminuir el tiempo necesario para la identificación de las piezas en el momento de su estiba y de su retiro del rack.

Otra posibilidad es la eliminación del refuerzo de madera. Se lo podría reemplazar por retazos de los cortes de las chapas de acero que en la actualidad son vendidos como chatarra. Este refuerzo se colocaría utilizando grapas exactamente de la misma manera en la que se une el bastidor con las chapas que hacen de piso y techo de la exhibidora. Se emplearía una engrapadora accionada con aire comprimido.¹² La colocación de este refuerzo debería ser del lado externo para evitar la necesidad de encintarlo. Esto no representa un problema dado que esa parte de la pieza no se encuentra a la vista del cliente y no afectaría las propiedades del producto final.

En una entrevista con el proveedor de los bastidores se consultó acerca de la posibilidad de recibir los mismos con las perforaciones para la evacuación del aire e ingreso de la mezcla. La razón para plantear este cambio es que es esperable que el proveedor pueda realizar esta actividad con un esfuerzo menor que los operarios del sector debido a que podrían perforar varios bastidores de manera simultánea con una mecha larga y antes de la colocación del mencionado refuerzo de madera. Si se estudia los costos de todo el proceso productivo incluyendo al del proveedor se debería verificar una disminución.

En cuanto a la colocación de cintas de colores o el pintado del bastidor para su mejor identificación el proveedor no encuentra inconvenientes.

Si se asume que el stock de los bastidores responde a un modelo determinista de revisión continua el stock promedio por tipo de producto se puede calcular de la siguiente manera:

¹² Idea del Sr. Carlos Fryda.

$$Stock_promedio_por_tipo_de_producto = Q/2 = \sqrt{\frac{ka}{2h}} \quad (4.1)$$

Siendo K el costo por ordenar, c el costo de compra por unidad, a la tasa de consumo y h el costo de mantener en inventario

Si un tipo de exhibidora requiere de dos bastidores diferentes será necesario un stock de productos equivalente al doble del stock promedio resultante de la cuenta anterior.

$$Stock_promedio_por_tipo_de_exhibidora = \sqrt{\frac{2ka}{h}} \quad (4.2)$$

Si se realizara el reemplazo de refuerzos de madera por refuerzos de acero no solo los bastidores ocuparían la mitad del espacio actual sino que también ya no habría diferencia entre los dos de una misma exhibidora. Esto haría que el valor de la tasa de consumo se duplicara y el stock necesario resultante sería de:

$$Stock_promedio_por_tipo_de_exhibidora = \sqrt{\frac{2ka^1}{h}} = \sqrt{\frac{2k2a}{h}} \quad (4.3)$$

En definitiva, la modificación haría que el stock necesario sea:

$$\frac{\sqrt{2} \times stock_promedio_por_tipo_de_exhibidora_antes_de_la_modificación}{2} \quad (4.4)$$

Ciertamente los bastidores no son un insumo crítico por su costo pero son fuente de pérdidas de tiempo.

Otro punto destacable sobre los bastidores son las grapas accionadas reumáticamente que se utilizadas para la fijación de las chapas. Estas son de un largo excesivo dado que sobresalen más de 10 mm una vez que son colocadas¹³. Sus puntas sobresalientes deben ser dobladas antes de la colocación de la cinta de enmascarar perdiéndose tiempo. Por otro lado, representan una potencial fuente de cortes y lastimaduras para los operarios del armado.

En el mercado existen grapas de puente estrecho similares a las utilizadas por Arneg pero más cortas que podrían usarse en su reemplazo. A modo de ejemplo, las grapas “97” comercializadas por la empresa SIESA cuentan con un ancho de 4.6 mm y un largo de 10, 12 o 14 mm. Posiblemente se deba cambiar también la pistola neumática.

¹³ Originalmente observado por el Sr. Carlos Fryda.

En ese caso, la misma empresa comercializa algunos modelos compatibles con los requerimientos del proceso de armado de las exhibidoras en la planta de Arneg. Estas herramientas tienen un precio del orden de los \$ 200. por lo que no representan una gran inversión.

4.2.4 Mesas de trabajo.

Las mesas de trabajo con las que cuenta el sector tienen un largo de 4 metros, un ancho de 1.2 y 1.3 metros y una altura de 75 y 85 cm. Su largo es adecuado para la producción de todos los anchos de las exhibidoras. En particular, los modelos más estrechos se ensamblan en el sentido transversal en lugar del longitudinal.

Todos los cuerpos de las exhibidoras tienen una forma similar a una “u” con uno de los lados más cortos. En la figura 4.12 se muestra un ejemplo con las dimensiones típicas.

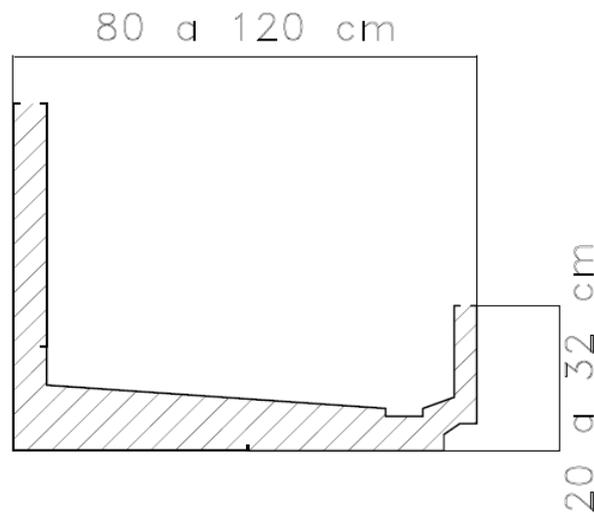


Figura 4.12. Perfil de una exhibidora típica.

En el caso de los modelos de mayores dimensiones las mesas de trabajo resultan incómodas. Por ejemplo, cuando se arma un modelo Memphis VCA la distancia entre la vertical del operador hasta la unión de las chapas que conforman el piso es de casi 1.3 metros. Esto hace que sea imposible para un operario medio de 1.74 metros de altura unir ambas chapas sin subirse a la mesa de trabajo (Ver figura 4.13)¹⁴. Claramente esta última opción implica pérdidas de tiempo y problemas de seguridad laboral no solo por trabajar con una mala postura sino también por el riesgo de caerse de la mesa.

En el caso de Arneg S.A. este problema se agrava dado que uno de los operarios de armado del piso tiene una estatura claramente por debajo de la media y por lo tanto debe ascender a la mesa de trabajo frecuentemente.

¹⁴ Dimensiones del cuerpo humano típico en Argentina obtenidas de tablas publicadas por el laboratorio de Ergonomía Aplicada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Rosario Argentina (1976).

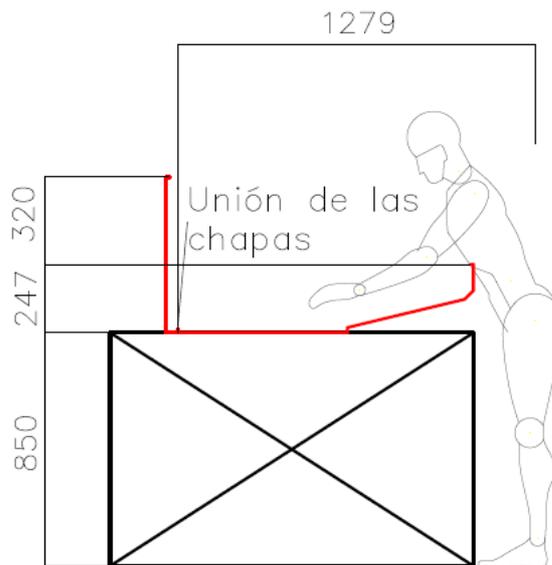


Figura 4.13. Operario armando una exhibidora de grandes dimensiones.

Una solución a este problema es la creación de mesas de trabajo con la capacidad de inclinarse para facilitar el acceso al interior del cuerpo de la exhibidora. Estas mesas deberán contar con topes a fin de retener la pieza cuando está inclinada. Se debería contar con 3 topes para garantizar que aún las piezas más cortas (1250 mm queden apoyadas en dos de ellos o más. El largo y ancho debería ser el mismo del de las mesas actuales. Es decir, 3.75 metros de largo y 1.25 metros de ancho.

Además de los topes se debería incluir 3 apoyos para sostener las puntas de las exhibidoras que quedan en voladizo.

La altura óptima del puesto de trabajo para un operario a pie, según Kirchner & Rohmert¹⁵, depende del tipo de labor a realizar y de la altura de los operarios. Si se asume la altura típica antes mencionada y se utiliza las tablas que proveen estos autores (Ver anexo N° 10) se llega a que las operaciones de armado se deberían llevar a cabo a una altura de entre 850 y 1050 mm aproximadamente.

Teniendo en cuenta lo anterior la altura de la mesa debería ser de 950 mm de manera que al inclinarse las operaciones a realizar se hagan en el rango de alturas mencionado. En la figuras 4.14 y 4.15 se muestra un diagrama de una mesa basculante diseñada según los parámetros antes mencionados. En el anexo se muestran diagramas con un mayor nivel de detalle de estas mesas.

Este diseño tiene como ventaja facilitar el acceso a las partes más escondidas de la exhibidora. También evita la necesidad de subir a la mesa por parte de los operarios. No existiría la necesidad de contar con tacos de poliuretano para apoyan los voladizos de la pieza. Como desventaja se destaca la dificultad para estibar piezas debajo de la mesa debido a que se reduce el espacio utilizable.

¹⁵ Kirchner y Rohmert (1974).

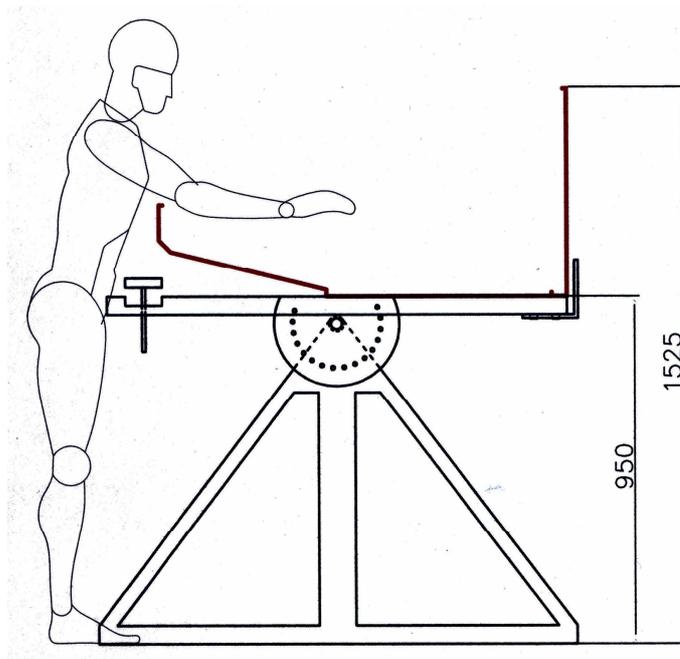


Figura 4.14. Mesa basculante para el armado de pisos.

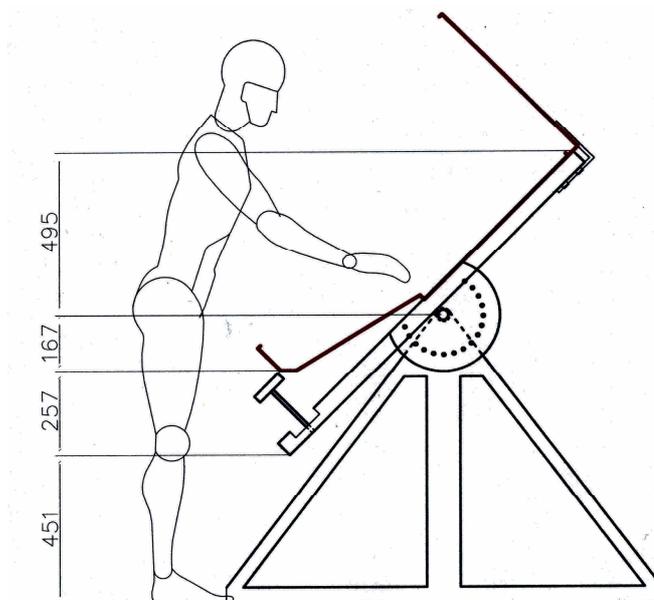


Figura 4.15. Mesa basculante para el armado de pisos inclinada para uno de sus costados.

La ubicación de los refuerzos se solucionaría utilizando el método de las cajas explicado anteriormente. De esta manera solo se debería estibar cerca de 7 u 8 cajas por mesa lo cual es completamente factible. Los listones de madera fenólica se estibarían también debajo de la mesa y sobre uno de sus extremos.

La mesa de transporte de los cuerpos de las exhibidoras desde y hasta las prensas debería contar con rodillos para facilitar las tareas de los operarios. Se debe considerar que los productos pueden llegar a pesar hasta casi 90 kilos luego de ser espumados. Su altura debería ser intermedia entre la de las mesas de trabajo y las prensas. Se sugiere

una altura de entre 75 a 80 cm. que es más cercana a la altura de las prensas. Esto es porque los cuerpos de las exhibidores, luego de ser espumados, deben colocarse nuevamente sobre la mesa de transporte para ser llevados al depósito de producto terminado. El largo de la mesa de trabajo debe ser tal que permita llevar la pieza hasta las prensas utilizando los rodillos sin tener que movilizarla. El largo recomendado es de entre 2.5 y 3 metros. De esta manera para el ingreso a la prensa nunca quedarán los cuerpos más de 1 metro en voladizo. En la figura 4.16 se muestra un corte del sector de espumado con la mesa propuesta.

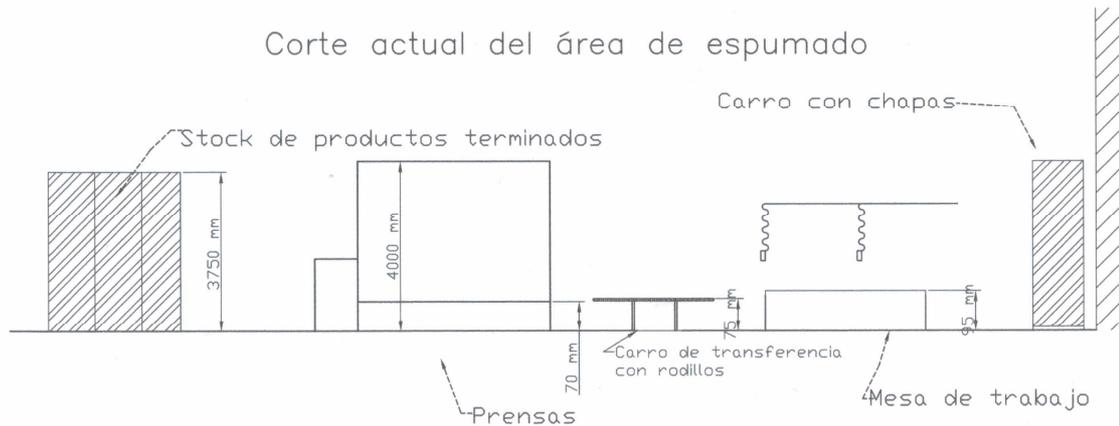


Figura 4.16. Corte del sector de espumado con la mesa de rodillos.

4.2.5 Prensas.

El sector de espumado cuenta con dos prensas para el inyectado de exhibidoras y una prensa plana para el espumado de piezas especiales como la espalda de exhibidoras murales.

El proceso de inyectado resulta óptimo cuando es llevado a cabo a una temperatura de entre 39 y 47°C¹⁶. Es por esto que la prensa cuenta con un sistema de calefacción de sus superficies por medio de agua caliente.

A priori este sistema despierta grandes dudas con respecto a su eficacia. La exhibidora cuenta con menos del 50% de su superficie en contacto con las partes calientes de la prensa. El resto de la pieza no recibe calor debido a que los contramoldes de madera funcionan como aislantes térmicos. Si bien el “macho” es de acero y aluminio no transfiere calor a la tapa de la pieza.

Como se mencionó en capítulos anteriores la fluidez de la mezcla de poliuretano depende de la temperatura del proceso. Esta propiedad no solo es importante para evitar que queden espacios sin espumar sino que también disminuye la probabilidad de que se produzcan corrimientos de refuerzos. Una desventaja menor es que la resistencia al

¹⁶ Información obtenida de la ficha técnica emitida por el proveedor. Basf Poliuretanos S.A. Coincidente con la información de espumas similares comercializadas por Kraft Productos Químicos Industriales.

cizallamiento de la cinta doble faz se reduce a razón de 10 gr. / in² por cada 1C° de aumento de temperatura¹⁷. Por otro lado, la propiedad de aislamiento térmico final del producto es función de la temperatura del proceso. Si bien los productos espumados en las dos prensas disponibles no logran la temperatura óptima obtienen valores de aislamiento térmico satisfactorios debido a que el espesor medio es un 50% superior al de la competencia (60mm contra 40mm).

No es conveniente que la inyección se realice después del inicio de la expansión de la espuma o tiempo de crema, que es de 15 segundos para este producto. Esto hace que la inyectora deba tener un caudal mínimo de 73 litros por minuto.

La temperatura ideal de estiba de estos productos es de entre 15 a 23 C°. La posición de estiba actual se encuentra en el depósito de materias primas construido sobre el costado de la nave industrial. La empresa debería verificar que la temperatura del mismo en invierno no se sitúe por periodos prolongados por debajo del rango mencionado porque se puede generar la cristalización del isocianato y la posterior obstrucción en la inyectora.

Como se explicó en el capítulo III la prensa de trabajo tiene capacidad suficiente para hacer frente a los requerimientos de los próximos años. De todas maneras la empresa Arneg está evaluando la adquisición de una nueva prensa para el armado simultáneo de los pisos, tapas y espaldas de varios modelos. La ventaja que esta prensa implicaría es una mejora en la calidad del producto final al evitarse la necesidad de realizar uniones entre las piezas mencionadas y por lo tanto reducir el tiempo de ciclo. Por otro lado, al no existir el producto final tiene un nivel de calidad superior. Si estas uniones no fueran perfectamente estancas la condensación de gotas de agua y su posterior congelamiento podría generar roturas en el largo plazo. Por otro lado, esta prensa contaría con un sistema de calefacción que cubriría todas las superficies de la exhibidora.

4.2.6 Contramoldes.

Las prensas del sector de espumado tienen la función de contener la expansión de la exhibidora durante el proceso de curado del poliuretano inyectado. Durante el proceso la mezcla de isocianato y resinas aumenta su volumen hasta 15 veces. Es por esto que el producto debe ser comprimido desde todos sus lados para evitar su deformación y pérdida de calidad.

En particular es importante que el techo de la exhibidora tenga el acabado liso que este equipo garantiza dado que es la única parte que queda expuesto a la vista del cliente en el producto final. Con tal fin se le adiciona a la prensa un “Macho” fabricado en acero y aluminio con la forma inversa del interior del modelo a espumar. Adicionalmente se le agregan piezas de madera grandes dimensiones que son llamados “contramoldes”.

¹⁷ Propiedades de la cinta doble faz 9075 comercializada por 3M.

Estos no son exclusivos a un único producto. Cada uno tiene la posibilidad de utilizarse en modelos de características similares mediante la adición de otros suplementos de madera. Pese a esto, ocasionalmente se debe retirar de una prensa un contramolde y sustituirlo por otro. Esta operación requiere de una gran cantidad de tiempo debido a que se tiene que utilizar un autoelevador y se debe retirar a mano el contramolde de la prensa. Cabe destacar que el peso de estos elementos es elevado y requiere del trabajo de dos operarios. Por otro lado, el espacio de maniobra para el vehículo, cuando es necesario, es reducido y con una gran cantidad de obstáculos.

En la figura 4.17 que se encuentra a continuación se muestra la prensa grande con su contramolde y los suplementos de madera.



Figura 4.17. Prensa grande con su “macho” y sus contramoldes.

Se debería contar con una mesa de traslado con rodillos para llevar las exhibidoras desde las mesas de trabajo hasta la prensa y para la carga y descarga de los contramoldes de poco uso. En el caso de los contramoldes que tienen una frecuencia de cambio elevada se debería contar con carros con rodillos que funcionen tanto para el traslado como para la estiba de estas piezas de madera. La empresa cuenta con algunos pero se cree conveniente completar los faltantes.

Se consultó por la posibilidad de espumar dos cuerpos superpuestos en una misma prensa empleando un macho móvil por medio de cadenas pero la complejidad de la solución no justifica este desarrollo. Por otro lado, se debe mantener el mayor nivel posible de flexibilidad debido a los ocasionales cambios de productos a elaborar.

Como alternativa se consultó también por la posibilidad instalar contramoldes de ancho variable para evitar la necesidad de tener que reemplazarlos. El sistema funcionaría con una plancha de acero móvil sobre unas guías y accionada por medio de un sistema tipo “gato” o hidráulico. La respuesta que se obtuvo es que la empresa ya había estudiado el tema y que el costo involucrado es excesivo. Por otro lado, la empresa estaba

estudiando la posibilidad de adquirir nuevas prensas para el espumado simultáneo del piso, espalda y techo de algunos modelos de grandes dimensiones y alta rotación.

4.2.7 Inyectora.

En capítulos anteriores se describió como funciona la inyectora de poliuretano. Queda claro que el sistema actual (carro) no es el óptimo. También se explicó las razones por las cuales es conveniente contar con la segunda inyectora como reemplazo ante la ocurrencia de alguna rotura en la original.

Una posible solución al problema mencionado es dejar fija las dos inyectoras entre las prensas y con un sistema de rieles en altura movilizar el cabezal de la máquina. De esta manera se podría cubrir la necesidad de las tres prensas sin inconvenientes. Por otro lado, si se instala otro riel que corra paralelo entre ambas prensas se podría inyectar desde sus dos extremos. Sobre este segundo riel se movería un segundo cabezal asociado a la inyectora de repuesto. De esta manera se podría inyectar de manera simultánea pisos del mismo modelo cuyo ancho suma 3750mm. Por ejemplo, se podría espumar un modelo Manila 90X1250 en un extremo y un Manila 90X2500 en el otro.

Un beneficio adicional es que no se requeriría de rieles en el piso que obstruyen la circulación de las mesas con ruedas.

La prensa plana debería girarse 90° para que el cabezal de inyección recorra la menor distancia posible.

En las figuras 4.18 y 4.19 se muestra un corte del sector con esta propuesta y una vista en planta.

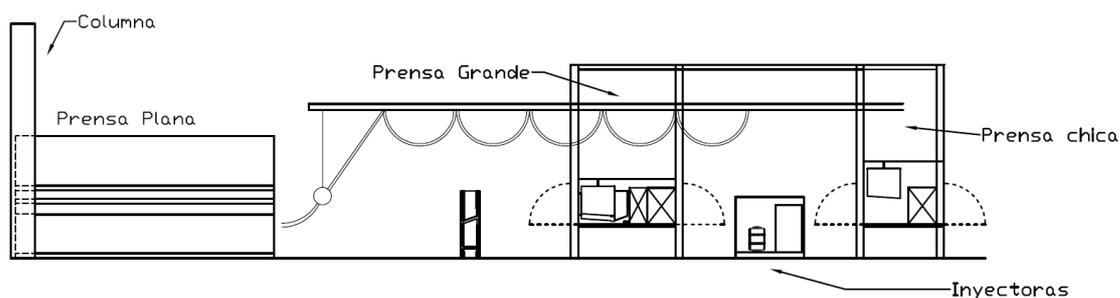


Figura 4.18. Corte del sector de espumado con las inyectoras entre las prensas.

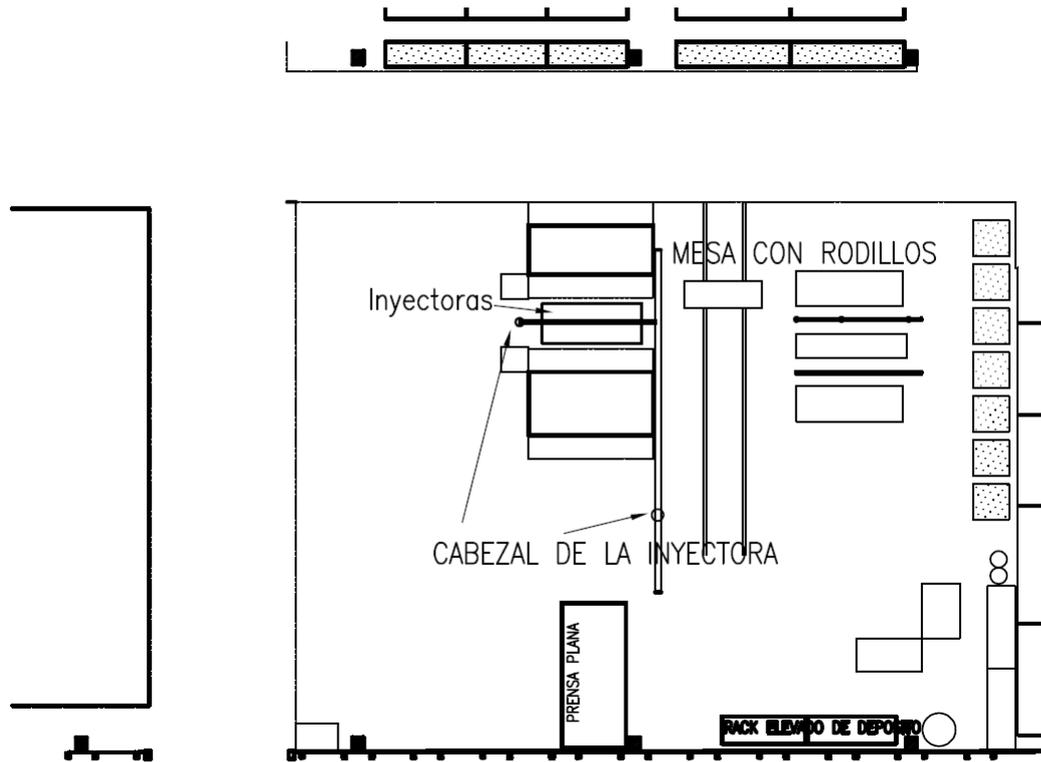


Figura 4.19. Vista en planta del sector de espumado con las inyectoras entre las prensas.

Teniendo en cuenta que solamente se podría espumar de manera simultánea unidades del mismo modelo se aumentaría la capacidad de la prensa en un 9% mientras que para la prensa chica el aumento sería de un 16%. La diferencia se explica debido a que esta última prensa espuma en promedio productos de menores anchos a los de la prensa grande.

4.3 Aplicación de conceptos de calidad visual.

4.3.1 Gerenciamiento Visual.

Desde el punto de vista de la calidad este sector tiene importantes oportunidades de mejora que no solo aumentarían su productividad sino que también lo haría más seguro.

El gerenciamiento visual busca mejorar el resultado del sector teniendo particular atención en la forma en que se logra. El gerenciamiento visual se puede definir como “la utilización de controles e indicadores que faciliten el reconocimiento inmediato del estándar o de cualquier desviación respecto del mismo”¹⁸.

Se busca establecer un lenguaje común entre los “socios del proceso” de manera que sea obvio para todos.

Las premisas fundamentales del gerenciamiento visual son las siguientes:

- Cada elemento / herramienta necesario para llevar adelante un trabajo debería tener un lugar predeterminado y debería permanecer ahí a menos que esté siendo utilizado.
- El lugar debe permanecer limpio y ordenado.
- Los estándares se reconocen inmediatamente y por lo tanto las condiciones fuera de control son fácilmente identificadas.
- Se mejora el ambiente de trabajo y esta mejora se hace extensiva al mejoramiento de todas las actividades relacionadas con la calidad y productividad.

El gerenciamiento visual se compone de tres niveles. El primero corresponde a la organización del lugar de trabajo y su estandarización. El segundo consiste en compartir la información a través de un display visual. El último nivel es la prevención de anomalías a través del control visual y la adopción de dispositivos “Poka Yoke”.

En la actualidad el sector de espumado se encuentra en el primer nivel. No se cuenta con sistemas de información y control de los procesos que se llevan a cabo que formarían parte del segundo nivel. Por otro lado, se cuenta con pocos sistemas a prueba de error.

La herramienta más conocida para llevar a cabo el primer nivel es el programa de las “5s”.

¹⁸ Apuntes de la cátedra de Calidad. Ing. Basi.

4.3.2 Programa de las “5S”.

A continuación se realizará un análisis del sector empleando el método de las “5s” del gerenciamiento visual.

En particular, el método de las “5s” parte de la premisa que es imposible gerenciar un proceso que no se ve si no se puede gerenciar lo que se ve. La herramienta más conocida para llevar adelante este proceso es el programa de las “5s”. Como metodología busca aplicar 5 sentidos (limpieza, orden, utilización, estandarización y autodisciplina) y comparar lo percibido con lo que se esperaría encontrar en una planta de calidad.

Este método tiene su origen en Japón y debe su nombre a que en su idioma original cada la letra inicial de cada uno de los sentidos que lo componen es la “s”.

Seiso (Sentido de la limpieza).

En una empresa con altos estándares de calidad se esperaría encontrar un ambiente sin suciedad, polvo, fluidos, virutas y otras formas de contaminación para mantener el lugar de trabajo limpio.

En líneas generales la planta industrial de Arneg S.A. es bastante limpia y ordenada.

El sector de espumado es uno de los más sucios de la planta. La naturaleza del proceso productivo implica un alto volumen de suciedad generado en forma de espuma de poliuretano, aceite proveniente de las chapas “negras”, residuos de cintas de pegado, aserrín y residuos metálicos. En particular, las prensas y la operación de inyectado son una fuente importante suciedad.

En el caso de las prensas se observó que existen pérdidas de fluidos que son recogidas en baldes o caen libremente al suelo. Estos fluidos provienen del sistema hidráulico y posiblemente también del sistema de calefacción por agua caliente.

Claramente esta es una alerta de fallas en el mantenimiento de las prensas. Según el supervisor del sector el área de mantenimiento está al tanto pero por tener tareas de mayor prioridad no inició la reparación de estos equipos. En el caso de las prensas se debería adoptar a la limpieza como una forma de inspección.

Aparentemente los operarios del sector son concientes de la importancia que tiene el mantener el puesto de trabajo limpio dado que están acostumbrados a efectuar tareas de limpieza del puesto de trabajo y de su persona. La única observación es que suelen utilizar una pistola de aire con la pérdida económico que esto implica.

Seiton (Sentido de la organización).

El orden del sector puede mejorarse considerablemente aplicando las recomendaciones del inciso 4.2.

La aplicación de cajas para los refuerzos y plantillas mejoraría el orden del sector significativamente. Además, la cinta doble y el cutter estarían sobre una de las mesas laterales del sector y no se moverían de ahí. Además, se estibaría ahí el sobrante de refuerzos en lugar de estar debajo de la mesas de trabajo. Incluso se podría utilizar el sistema de “magazines” propuesto por el Sr. Carlos Fryda.

Cada una de las tres estaciones de trabajo debería contar con un set de herramientas independientes para evitar la interferencia entre las operaciones de cada operario. Fundamentalmente se trata de una engrapadora accionada con aire, una herramienta para la colocación de tornillos, dos pinzas de presión, una pistola de aire y una encintadora. Dado que la mayoría de las operaciones se llevan a cabo en las puntas de las mesas se podría estibar estas herramientas sobre un carro junto con todos los insumos correspondientes como son las grapas.

Cada vez que un operario comienza el armado del cuerpo de una exhibidora debe buscar dentro de los carros de transporte las chapas que corresponde a la máquina a elaborar. Se ha detectado que en algunas ocasiones el operario pierde hasta 5 minutos buscando la chapa correcta. Además hay que tener en cuenta que, en algunos casos, se requiere de dos operarios para el traslado de la misma hasta la mesa.

Cada uno de los ocho carros de transporte de chapas desde la zona donde son conformadas hasta el sector de espumado está construido con parantes de diferentes anchos y alturas de manera de permitir la estiba de chapas de diferentes formas. Cada sector del carro debería estar identificado con un código visual simple para facilitar la carga y su posterior identificación. Para lograr esto bastaría colgar carteles de colores sobre los parantes donde se carguen las chapas más utilizadas o simplemente pintarlos según un código. Existen solo unas pocas combinaciones de chapas posibles.

La desventaja de la aplicación de este método es que se destinaría de manera estricta los sectores de los carros a las distintos tipos de chapas perdiendo un poco de flexibilidad y aumentando la cantidad de carros necesarios.

Existe otra posibilidad que evitaría este inconveniente, en lugar de pintar de segmentar los carros se podría pegar una etiqueta de color a cada chapa.

Una última alternativa sería instalar carteles en los segmentos de los carros modificarlos según el tipo de chapa que se cargue.

El sector ensambla una cantidad reducida de familias de modelos que se dividen en un gran número de productos diferentes. Cada uno de estos requiere de la incorporación de refuerzos y apliques en cantidades y lugares diferentes. Por otro lado, se incorporan nuevos modelos de manera permanente por lo que no es sencillo para los operarios

recordar la posición de cada uno de los refuerzos. Cada uno de los puestos de trabajo debería contar con tarjetas plastificadas con un diagrama de cada modelo y la ubicación de cada uno de los apliques.

Seiri (Sentido de la utilización).

Este sentido busca distinguir lo necesario de lo superfluo. Como se mencionó anteriormente, debajo de las mesas de trabajo se halla una gran cantidad de elementos. No todos ellos parecería que deban estar allí. Existe un exceso de refuerzos y apliques de madera.

El sector cuenta con una sierra circular ubicada muy cerca de la prensa plana. Según la opinión del supervisor del área, los operarios del sector de espumado no suelen emplearla. Por el contrario, se observó un importante flujo de personal de otros sectores de la planta que se mueven hasta esta sierra para realizar alguna operación. Esta hace que surja la duda de si es conveniente que este equipo esté en el lugar actual. No se emite una opinión final acerca del tema pero la empresa debería estudiar la conveniencia de transportar este equipo a otro lugar de la planta o tal vez duplicarlo para evitar el movimiento innecesario de operadores hasta el sector de espumado.

El personal del área debería realizar una inspección de todos los elementos ubicados en este sector y determinar cuales son obsoletos y darles disposición final. También se debería buscar métodos para evitar la aparición de elementos innecesarios. La utilización de “Magazines” y las cajas de refuerzos ayudaría en este sentido.

Seiketsu (Sentido de estandarización).

Este sentido implica la aplicación generalizada de las mejores prácticas establecidas en los tres sentidos anteriores.

Se deberá trabajar para que ingeniería entregue hojas de proceso para cada nuevo modelo de exhibidoras. Se debería armar listas de tiempos de inyección para cada modelo para evitar que el conocimiento del proceso dependa de la memoria de un único operario que puede no estar en el futuro. Esta lista se pegará al frente de la inyectora.

Shitsuke (Sentido de autodisciplina).

Este sentido hace referencia a la mejora continua del proceso del sector.

4.4 Aplicación del programa SOL.

El programa SOL está destinado a mejorar la seguridad, el orden y la limpieza de una empresa o de un sector. El nombre de este programa deriva de la forma de visualización de los resultados. El proceso consiste en dividir al sector en 8 áreas de control y luego evaluar cada una de ellas por separado. Las áreas son:

- Contenedores.
- Máquinas.
- Stocks.
- Documentación.
- Uniforme.
- Áreas comunes.
- Calibres.
- Paredes, piso y techo.

La evaluación de estas áreas debe realizarse periódicamente para detectar la evolución de los resultados de las acciones y cambios implementados. A continuación se evaluarán las 8 áreas siguiendo los patrones enunciados por el Ing. Basi en sus apuntes de la cátedra de calidad del ITBA.

Máquinas:

Las máquinas no se encuentran limpias. Las prensas tienen pérdidas de líquido hidráulico.

Las herramientas no tienen un lugar establecido de estiba y no se cuenta con la cantidad necesaria. Se detectaron pérdidas en el sistema de aire comprimido.

Los elementos de control y seguridad de las máquinas parecen estar en correcto estado de funcionamiento pero los títulos se encuentran en italiano en lugar de castellano.

La iluminación parece ser correcta especialmente teniendo en cuenta que las operaciones no requieren un gran esfuerzo visual.

Resultado: Bueno (6).

Calibres y equipos de medición:

El área utiliza extensamente cintas métricas. En algunos casos se usan plantillas para reducir los tiempos de ciclo al evitar tener que realizar mediciones. Se debería ampliar su utilización. Las plantillas entregadas al proveedor de bastidores parecen haber dado buenos resultados dado que, según la opinión del supervisor del área, es poco frecuente devolver piezas por no contar con las dimensiones correctas. De todas maneras se han observado casos en los que, mediante un serrucho, se tuvo que modificar la forma del bastidor. De reincidirse esta situación se debería verificar que la plantilla proporcionada sea correcta y se podría armar una nueva plantilla para constatar que los bastidores no sean más extensos que lo solicitado.

De esta manera se contaría con dos plantillas que permitirían hacer un control al azar del tipo “pasa no pasa” cuando se reciben los bastidores.

Resultado: Muy bueno (6).

Documentación:

No existen hojas de procesos ni ayudas visuales para los operarios durante el armado del piso o durante la inyección de poliuretano. Se recurre exclusivamente a la memoria de los operadores.

No se lleva a cabo recolección de datos del proceso ni gráficos de control.

No hay información visible para los operarios acerca de las principales no conformidades detectadas.

Resultado: Regular (4).

Uniforme y equipo personal:

Todo el personal cuenta con el uniforme necesario. En particular el operario de inyección cuenta con la máscara de aire y tiene la costumbre de utilizarla durante la inyección. El resto de los operarios cuenta con guantes de seguridad y anteojos aunque se ha observado casos en los que uno de ellos no los utiliza.

No hay necesidad de protectores auditivos.

Los uniformes se encuentran limpios y en condiciones.

Resultado: Muy bueno (8).

Stocks:

En el caso de los refuerzos el stock parece excesivo. El stock de productos terminados representa un problema en sí mismo. En la sección 5.5 se ahondará en este punto pero se puede adelantar que la forma de estiba de los productos terminados es peligrosa.

Resultado: Regular (5).

Armario y contenedores:

Las estanterías no se encuentran ordenadas. Existe una gran cantidad de elementos que no deberían.

Las mesas de transporte son muy útiles tanto para el movimiento de las exhibidoras como para la realización de algunas operaciones como la perforación de agujeros para la evacuación del aire durante la inyección. Se debería instalar rodillos para facilitar el movimiento de las exhibidoras. Su altura debería estar entre los 70 cm. de las prensas y los 95 de las mesas de trabajo.

Resultado: Bueno (6).

Paredes, piso y techo.

No se ha detectado daños en las paredes, piso o techo. El piso de la planta es suficientemente liso para las actividades que se llevan a cabo en el sector. El riel de la inyectora representa un obstáculo para el movimiento de las mesas de transporte dentro del área.

Resultado: Muy bueno (8).

Áreas comunes:

Los pasillos son espaciosos pero con un alto nivel de tráfico debido a que en frente del sector de espumado se encuentra una línea de racks donde se estiban laminas de chapa.

Están perfectamente demarcados con fajas pintadas. Se observan en las inmediaciones del sector botiquines de primeros auxilios y elementos de combate de incendios.

Resultado: Muy bueno (8).

Situación posterior a la implementación de las mejoras propuestas.

Si se implementan las mejoras propuestas la valuación de cada una de estas áreas se modificaría. A continuación se muestra el resultado.

Máquinas:

La incorporación de un set completo de herramientas por operario y la creación de carros para la estiba de las herramientas mejorará la valuación de esta área. La reparación de las prensas evitará posibles fallas en el futuro.

Nuevo resultado: Bueno (7).

Calibres y equipos de medición:

La utilización de las plantillas para la preparación de los refuerzos ayudaría a reducir los tiempos de ciclo pero no justifican un gran cambio en la valoración de esta área.

La utilización de plantillas para la colocación de refuerzos no es práctica habitual cuando su aplicación reduciría los tiempos de ciclo.

Nuevo Resultado: Muy bueno (7).

Documentación:

La creación de hojas o fichas de proceso ayudaría a los operarios con la colocación de los refuerzos especialmente al inicio de la producción de un nuevo modelo o durante la inducción de un operario.

El sector debería contar con una cartelera donde se listen los principales problemas de calidad detectados para ayudar a evitar su reincidencia.

El sector no hace mediciones de calidad del producto terminado ni tampoco de variables del proceso por lo que no hay posibilidad de realizar un control estadístico del mismo.

Nuevo resultado: Bueno (6).

Stocks:

La implementación del sistema de cajas para los refuerzos y su estiba en un sector apartado a las mesas de trabajo reducirá el nivel de stock de estos apliques. Por otro lado, mejorará el orden del sector. Lo mismo ocurrirá con los bastidores. Si se modificara la forma de estiba de los productos terminados se evitarían los peligros que este implica.

Por las razones antes mencionadas la valuación de esta área mejorará con las propuestas.

Nuevo resultado: Bueno (7).

Armario y contenedores:

Las mesas de transporte con rodillos reducirán la carga para los operarios del sector.

Nuevo resultado: Bueno (7).

Tanto en el área de las zonas comunes como en la del uniforme y equipo personal no hubo propuestas de mejora.

En la figura 4.20. se muestra la valuación del programa SOL para la situación inicial y luego de la implementación de las mejoras propuestas.

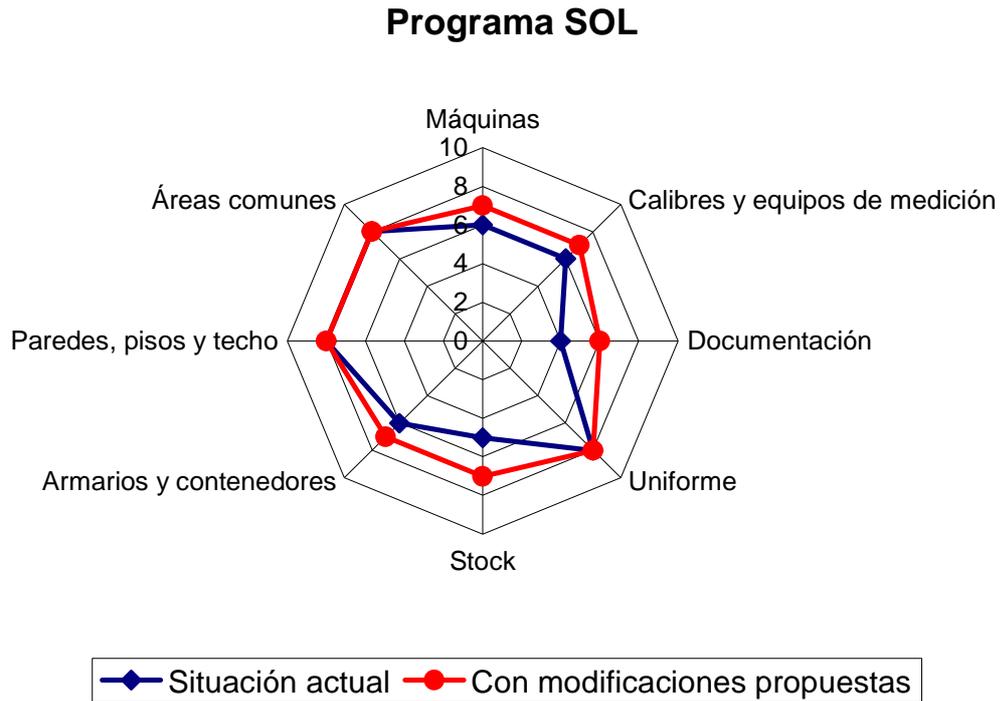


Figura 4.20. Diagrama SOL del área de espumado antes y después de la aplicación de las mejoras propuestas.

4.5 Problemas de seguridad laboral detectados.

A continuación se lista los principales problemas de seguridad laboral detectados en el área. Algunos son inevitables debido a la naturaleza del proceso.

- Operarios que se suben a las mesas de armado para pegar refuerzos y realizar la unión entre las chapas delanteras y traseras.
- Estiba peligrosa de los cuerpos espumados de las exhibidoras en la parte trasera de las prensas.
- Ubicación demasiado oculta de la prensa plana que hace que sea necesario ingresar hasta ella por los puestos de trabajo del armado de los cuerpos de las exhibidoras con un autoelevador para ingresar ciertos contramoldes de grandes pesos.
- Utilización de grapas demasiado largas.
- Los monómeros que reaccionan para convertirse en poliuretano son peligrosos por lo que se debe tener particular cuidado en su manipulación.

En la actualidad los cuerpos espumados de las exhibidoras son almacenados en un espacio que se encuentra a continuación de las prensas de inyectado. Estos productos son colocados de manera vertical uno a continuación del otro. El peso aproximado de cada uno es de 70 Kg. en promedio y la altura a la que llegan estibándolos de esta manera es de entre 1.25 metros a 3.75 metros (Ver figura 4.21). Claramente existe un importante riesgo de colapso de estos productos y de un efecto “domino” entre ellos. Hay que tener en cuenta que esta zona limita con una de las calles principales de la planta industrial y con la entrada al depósito de materia prima y que por lo tanto existe un importante tráfico de vehículos en sus alrededores.



Figura 4.21. Estiba de productos terminados.

El modelo más común de las exhibidoras es el Manila 90 de 3.75 metros de largo. Este producto tiene un peso típico de 73 Kg. cuando está espumado. En algunos casos se utiliza una mesa con capacidad de vuelco para facilitar la tarea. En algunas ocasiones los operarios de las líneas de montaje los vuelcan a mano con gran esfuerzo.

Adicionalmente el sistema de almacenaje actual es casi “FILO” dado que los productos que no son colocados sobre el borde de esta zona de estiba requieren del movimiento de varios productos hasta poder ser retirados y llevados a las líneas de montaje.

Si bien la posición de esta área de estiba es óptima debido a su cercanía con las líneas de montaje y que la densidad que se logra es elevada no es aceptable debido a los riesgos al personal que implica.

El inyectado de poliuretano implica el manejo de monómeros peligrosos. En todos los casos se debe evitar el contacto con la piel. Una vez que se realiza la reacción química el polímero resultante no posee esta propiedad indeseable. El operario encargado de la inyección de estos productos, si bien utiliza una máscara especial, no parece ser plenamente conciente de la importancia de las medidas de seguridad que debe respetar.

En la actualidad la carga se hace, de manera transitoria, por medio de un caño fijado a la salida de contenedor. Mientras no se realiza la recarga de la inyectora la boca del mismo es sellada por medio de telas. Este sistema no resulta adecuado dado que implica pérdidas del líquido y potencialmente que entre en contacto con la piel de algún operario.

CAPITULO V. MODELO DE SIMULACIÓN DEL ÁREA DE ESPUMADO.

5.1 Modelo conceptual.

5.1.1 Objetivos y argumentos.

Con el objetivo de incorporar variables imponderables en el estudio del tiempo de ciclo de los productos se desarrollará un modelo de simulación del área. El software seleccionado es el Arena 5.0.

Se eligió utilizar esta herramienta porque el proceso del sector tiene una importante cantidad de operaciones con gran variabilidad en sus tiempos de ejecución. Por otro lado, dado que se cuenta con una reducida cantidad de personal y de equipos, las ausencias y tiempos improductivos no programados tienen un efecto importante en el tiempo de ciclo final de cada producto. La saturación de un operario o estación puede implicar que otro se quede sin carga de trabajo.

Los valores de saturación de los operarios obtenidos mediante cálculos no reflejan la verdadera situación del sector. Los tiempos estándares no contemplan las interferencias entre los diferentes operarios del área y por lo tanto el sector como una única unidad puede llegar a la saturación sin la necesidad que alguno de los puestos de trabajo llegue a su propia saturación.

Se plantea el modelo como una herramienta para la programación de la producción y para la determinación de la dotación óptima. De la misma manera, permitirá estudiar distintos escenarios en cuanto a la asignación de tareas de los operarios.

También resultará útil como herramienta para el estudio de modificaciones en la asignación de las prensas a utilizar en cada producto.

El objetivo del modelo es obtener información de cómo funcionan los diferentes puestos de trabajo del área y como interactúan entre sí. La pregunta que se pretende responder mediante esta metodología es la siguiente:

“¿Cuál es el nivel de producción esperable si se efectúan cambios en la cantidad de personal, tiempos productivos y en la programación?”

5.1.2 Límites, contexto y supuestos.

El modelo se centra en las operaciones de las mesas de trabajo y de las prensas como así también en los movimientos internos del sector. No se pretende estudiar el movimiento de los insumos hasta el sector de espumado ni el nivel de inventario necesario salvo la carga de isocianato y resinas de la inyectora.

La frontera del modelo es el propio sector. Las operaciones de armado de productos para la prensa plana no se simulan pero se trata de tener en cuenta el impacto que tienen en la capacidad residual para procesar las exhibidoras refrigeradas de la inyectora y del operario encargado de su uso. Los ingresos al sistema son las órdenes de producción e insumos, mientras que su única salida son los productos terminados.

Se asume que todos los materiales necesarios estarán disponibles. Este supuesto, si bien restringe al modelo no es muy fuerte dado que el insumo más importante es elaborado en la misma planta (chapas conformadas). El volumen de producción medido en unidades no es elevado y por lo tanto no se requiere de grandes niveles de inventarios para garantizar la disponibilidad de insumos. Los únicos que no provienen de otros sectores son los bastidores, listones de madera y las resinas e isocianato. En el caso de componentes de madera el proveedor es local y se encuentra a unas pocas cuadras de la planta.

Para aumentar el realismo del modelo se incluyó la posibilidad de ausencias del personal. Se asumió un porcentaje típico de la industria del 5. Según la cantidad de operarios que se asignan al área se asume un máximo de operarios ausentes por jornada laboral. Si se cuenta con 2 operarios de armado del piso uno podrá estar ausente. En el caso de que se cuente con 3 podrá haber hasta 2 ausentes. De similar manera, si se cuenta con 4 operarios podrá haber hasta tres ausentes. En el caso de los operarios de armado de las tapas siempre se dispondrá de al menos 1. Esta simplificación no resulta ser demasiado fuerte dado la probabilidad de que exista un ausentismo mayor es muy baja. En el modelo de datos (sección 5.2) se realizará un análisis de todos los escenarios posibles de ausentismo y su probabilidad de ocurrencia. Por otro lado, si faltara más operarios del límite impuesto el sector se vería seriamente disminuido y sería esperable que reciba, de manera temporal, la colaboración de operarios de otros sectores.

5.1.3 Lógica del modelo.

Proceso productivo, como se describió en el capítulo II, consiste en el ensamblaje simultáneo del piso, en una de las dos mesas de trabajo, y de la tapa en la mesa basculante. Esta última, una vez terminada, se transporta hasta la mesa de trabajo y se la une al piso. Luego se utiliza una mesa con ruedas para transportarla hasta una de las prensas donde es inyectada.

El modelo está compuesto por 5 módulos de lógica diferentes:

- Control del tiempo.
- Planificación de la producción.
- Mesas de trabajo.
- Tapas.
- Prensas.

El primero de los módulos (**Control del tiempo**) tiene como función generar eventos a intervalos regulares para poder llevar un control del estado de algunas variables importantes. En particular, controla que las mesas de trabajo solo estén procesando una única exhibidora a la vez y solo cuando esta haya sido unida a su tapa y transportada fuera de esta estación de trabajo deja entrar una nueva. También intercala las órdenes de producción de manera de balancear lo máximo posible la carga de ambas prensas. La lógica consiste en verificar permanentemente la disponibilidad de mesas de trabajo y retirar órdenes de producción de un “depósito” específica para cada una de las prensas. Con derivar todas las órdenes a un único “depósito” se procesan las órdenes de manera aleatoria.

Este módulo hace que el Arena 5.0, que trabaja por eventos, se asimile a un simulador por tiempos al generar eventos a intervalos pequeños y regulares.

El **módulo de planificación** de la producción está diseñado de manera de ser rápidamente modificable. Se puede simular cualquier mix de órdenes de producción y en cualquier ordenamiento temporal.

Se utiliza un módulo de lógica de creación de unidades para cada uno de los modelos donde se le asigna la cantidad a producir en un mix típico. Luego por medio de una variable se modifica el volumen total manteniendo el mix ingresado. El ancho de las exhibidoras se ingresa de manera aleatoria como un “atributo”.

Por medio de variables se definen el tamaño de los lotes de productos de la misma familia a ensamblar. La secuencia en que se reciben las órdenes de producción define la sucesión en que se procesan los diferentes modelos de exhibidoras y por lo tanto también las veces que debe realizarse un cambio de contramolde. El modelo tiene en cuenta que los productos Malmo y Mini Malmo están armados con 2 cuerpos espumados.

También organiza una secuencia intercalada entre productos a espumar en ambas prensas para minimizar la probabilidad de saturar una de ellas. Utiliza dos “depósitos” donde se acumulan las órdenes de producción de cada prensa que luego son retiradas de manera alternada.

En este módulo se ingresan atributos a cada uno de los modelos de productos que afectarán los tiempos de procesos en los siguientes módulos. En particular, se asignan

los tiempos variables y fijos de armado de los pisos y tapas en función del ancho. También se asigna la prensa de destino de cada uno de los modelos.

El **módulo de las mesas de trabajo** consiste en dos estaciones idénticas donde los operarios ensamblan de manera independiente los pisos de las exhibidoras. Cada vez que un operario comienza un producto recibe la ayuda del otro para transportar las chapas hasta la mesa de trabajo. En este punto el modelo se encuentra simplificado. Asume que las dos chapas necesarias son transportadas al inicio de la operación. Esta simplificación afecta mínimamente los resultados y significa una reducción importante de la complejidad del modelo.

Se programó un sistema de derivación de lógicas por el cual se puede simular escenarios con diferentes cantidades de operarios asignados a cada tarea. En particular, puede haber desde 2 a 4 operarios de armado de pisos y entre 1 y 2 de armado de las tapas. La definición de rol se hace directamente por dos variables. El modelo asume que si se cuenta con 3 operarios 2 de ellos trabajarán simultáneamente en la misma mesa de trabajo y en la misma unidad. Si son 4 los operarios trabajan de a pares. En los casos en que se arman pisos con una pareja de operarios se simula para cada uno un tiempo de producción diferente generándose interferencias entre ellos. En el caso de que se cuente con 2 operarios de armado de las tapas cada uno de ellos trabaja de manera independiente en una mesa basculante propia.

Una vez que el operario encargado del montaje de la tapa de la exhibidora finaliza su tarea transporta hasta la mesa de trabajo la tapa y junto al otro operario unen ambas piezas. Ninguno de los dos operarios queda liberado para comenzar la siguiente exhibidora hasta que se finalizó la unión de las tapas.

En este módulo también se hace la división por prensa de los productos y se los transporta hasta la correspondiente prensa por medio de una mesa con ruedas. El encargado de esta tarea es el operario de inyectado.

Dentro de este se programaron dos sub módulos encargados de inicializar el conteo del tiempo de producción de cada uno de los modelos. Esto permite conocer la cantidad y tiempos totales productivos típicos de cada uno de los modelos.

Se programó también un sub módulo que define la ocurrencia de ausencias en el área y la derivación de la lógica según la cantidad de personal con la que se cuente.

En el **módulo de las prensas** se le realiza al producto las operaciones previas al inyectado directamente en la mesa de transporte. Una vez terminadas estas se libera a la mesa para que mueva a la próxima exhibidora. El modelo asume que si las prensas no están disponibles, el producto es depositado en el piso de manera de liberar a la mesa. Es decir, se asume que pueda haber una cola de espera antes de cada prensa y que esto no limite a la mesa de transporte. El peso de las exhibidoras no espumadas es del orden de los 50 Kg. por lo que no es prohibitivo para dos juntos operarios realizar esta tarea ocasionalmente. Por otro lado, es lo que ocurre realmente.

En este módulo se verifica permanentemente que la inyectora cuente con carga de poliuretano para procesar el producto. De verificarse lo contrario el operario de inyectado realiza la carga de la misma.

Al finalizar cada turno se realiza el desmonte y limpieza del cabezal de la inyectora. Al inicio de cada turno se procede a su armado. Estas operaciones implican 15 minutos de trabajo para el operario de inyección.

En todo el modelo las colas que se forman son “FIFO” y no se han limitaciones en cuanto a su capacidad.

5.1.4 Variable de control.

Las variables de control del modelo son:

- Cantidad de operarios y forma de asignación de tareas.
- Cambios en los tiempos productivos debido a modificaciones en el método empleado.
- Tamaño de los lotes de producción.
- Mix y volumen de la producción planificada.
- Asignación de prensa por modelo.

Se plantearon varios escenarios para su estudio mediante el modelo de simulación:

El escenario inicial representa la forma de operar actual del sector. Es decir, 2 operarios que trabajan independientemente cada uno en una mesa de trabajo y otro que arma los techos en la mesa basculante. El operario de inyectado no participa del armado de los pisos y techos. En este escenario no existe polifuncionalidad de la mano de obra.

El escenario N°2 asigna 3 operario a las tareas de armado del piso y 1 a la de las tapas. Como se describió en otros capítulos situar dos operarios en una misma mesa de trabajo reduce el tiempo de producción del piso de la exhibidora casi a la mitad. Inevitablemente se generarán interferencias debido a los diferentes ritmos de cada operario.

El escenario N°3 asigna 2 operarios por mesa de trabajo y 2 para las tareas de armado de tapas en dos mesas basculantes diferentes.

En el caso del escenario N°4 se asigna 3 operarios para el armado de los pisos y 2 para las tapas. Por último, en el escenario N°5 se agrega un operario adicional a las tareas de armado de los pisos.

5.2 Modelo de datos.

En cuanto a la programación de la producción se tomó como referencia el mix de producción típico de un mes y se planificó de manera de reflejar el promedio de un cambio de contramolde cada dos días. El modelo cuenta con una variable de escala para representar cualquier mes con un nivel de producción diferente a la promedio. El supuesto fundamental en este punto es que el mix de producción se mantendrá constante¹⁹. En la tabla 5.1 se muestra la programación de la producción de un mes típico para el periodo enero 2004 – junio 2005.

Familia	Modelo	Cantidad
Manila 90	Manila 90	44
	Malmo	23 ²⁰
	Ravena	1
	Ankara	2
	Menphis	4
	Lucerna	4
Manila 110	Mini Malmo	14 ²¹
	Manila 110	12
	Chicago	2
Perugia	Brisbane	11
	Perugia	16
	Laval	5
	Odesa	1
Ángulo	Ángulo	2
TOTAL		144

Tabla 5.1. Mix de producción típico para el periodo enero 2004 – junio 2005.

El tiempo de producción de las actividades en las mesas de trabajo son los relevados en los cursogramas analíticos del capítulo I. Se extrapolaron los datos de la manera que se menciona en el capítulo III.

Se tuvo en cuenta el tiempo de interferencia existente entre las operaciones de la unión del piso con su respectiva tapa. Los resultados del modelo permitirán distinguir los tiempos productivos de aquellos que no lo son.

¹⁹ En una visita realizada el 16/8/06 la empresa confirmó la validez de este supuesto.

²⁰ Se contabilizan doble al estar formados por dos cuerpos idénticos.

²¹ Se contabilizan doble al estar formados por dos cuerpos idénticos.

Dado que no se cuenta con información clara de la variabilidad del tiempo de producción de los cuerpos y las tapas se asumió una distribución triangular con el mínimo y máximo difiriendo un 15% del caso más probable. Teniendo en cuenta los tiempos relevados en agosto del 2006 esta suposición, pese a ser fuerte y algo arbitraria, parece ser razonable.

Se asignó 30 minutos como tiempo de curado de los productos en las prensas.

Cada vez que es necesario cambiar el contramolde de las prensas el operario de inyección junto con el supervisor realizan la tarea. Esta puede durar aproximadamente 20 minutos teniendo en cuenta que debe buscar un autoelevador. Este tiempo tiene una gran variabilidad dado que la planta cuenta con solamente tres autoelevadores y tienen un grado de utilización muy elevado. Teniendo en cuenta esto y la opinión del Sr. Oscar Amarilla²² se asumió una distribución triangular con un mínimo de 15 y un máximo de 30 minutos.

Según los operarios del sector la carga de la inyectora permite espumar una cantidad equivalente a 60 productos Manila 90. Para estimar el consumo de isocianato y resinas por unidad se utilizaron los datos de pesos típicos por familias²³ y se calcularon coeficientes de conversión al Manila 90 de los distintos modelos (ver tabla 5.2).

Coeficientes de conversión del volumen de poliuretano espumado al Manila 90.				
KG	Sin Espumar	Espumado	Peso del Poliuretano	Coeficiente de conversión
Brisbane	53	67	14	0,78
Laval	67	83	16	0,89
Perugia	57	71	14	0,78
Malmo	62	81	19	1,06
Manila 110	67	88	21	1,17
Manila 90	55	73	18	1,00
Ángulos	-	-	-	0.50

Tabla 5.2. Coeficiente de conversión al Manila 90 del consumo de poliuretano.

Cada vez que se requiere recargar la inyectora esta debe ser trasladada hasta la prensa plana. Esta actividad puede demorar aproximadamente 10 minutos. Se le asignó una variabilidad con función triangular entre 8 y 12 minutos.

Se asumió como velocidad de traslado de las mesas de transporte y de operarios en 1 kilómetro en la hora.

²² Supervisor del sector de espumado.

²³ Provistos por la empresa.

Se utilizaron las distancias, a recorrer por los operarios y vehículos, calculadas y mostradas en el capítulo III.

Se asumió un nivel de ausentismo promedio del 5%. Asumiendo que la ausencia de los operarios son eventos independientes y que su ocurrencia no depende del operario se puede calcular la probabilidad de contar con cualquier número de ausentes por medio de un experimento binomial. En la tabla 5.3 se lista el resultado:

Asignación de operarios				Cantidad de ausencias								
Pisos	Tapas	Inyección	TOTAL	0	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
2	1	1	4	81,45%	17,15%	1,35%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
3	1	1	5	77,38%	20,36%	2,14%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2	2	1	5	77,38%	20,36%	2,14%	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
4	1	1	6	73,51%	23,21%	3,05%	0,21%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
3	2	1	6	73,51%	23,21%	3,05%	0,21%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
4	2	1	7	69,83%	25,73%	4,06%	0,36%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Tabla 5.3. Probabilidad de ausentismo según el rol total.

El modelo funciona no asumiendo la polifuncionalidad entre los operarios del armado de las tapas y los pisos cuando se cuenta con dos del primer tipo. En ese caso, se asume que puede faltar 1 operario del armado de las tapas y hasta tres del armado de los pisos.

Las variables de salida del modelo serán la cantidad de unidades producidas, las colas típicas en cada uno de los puestos de trabajo y el grado de aprovechamiento de cada estación de trabajo. Se obtendrá también información acerca de algunos tiempos no productivos como esperas.

5.3 Modelo operacional.

No resulta importante asignar un tiempo de “Warm up”. La duración de cada corrida es de 1 mes estándar de 21 días para poder simular únicamente el momento más comprometido del año. El turno de trabajo es de 8 horas y se descuenta 1 hora debido al almuerzo y descansos. Teniendo en cuenta estos puntos se dispone de 147 horas productivas por mes.

La cantidad de corridas se definió en 100 debido a que el tiempo que insume es reducido y en todas las variables significativas el error se encuentra por debajo del 5%.

Inicialmente se correrá el modelo con los datos de producción del mes típico y se estudiará el nivel de saturación de cada operario y estación de trabajo. A continuación se procederá de la misma manera con el resto de los escenarios planteados. Luego se modificará el volumen a producir hasta los niveles objetivo y se procederá a estudiar cada escenario en particular nuevamente.

Finalmente se correrá el modelo buscando simular el funcionamiento del área suponiendo la implementación de las recomendaciones del capítulo IV.

La información que se obtendrá del modelo es la siguiente:

- Cantidad de productos terminados.
- Saturación de cada uno de los operarios.
- Saturación de ambas prensas y de la inyectora.
- Tiempos de espera entre la finalización de los trabajos de armado del piso y de la tapa por mesa de trabajo.
- Cuando se trabaje de a pares en una mesa se obtendrá el tiempo que cada operario debe esperar al otro debido a la diferencia en los ritmos de trabajo.

La saturación de los puestos de trabajo se mide por medio de variables especiales. Estas no contemplan las ausencias del personal en la carga de trabajo de los operarios. Si por ejemplo uno estuviera ausente no se le asigna ese tiempo como improductivo. Esto hace que los operarios a los que se le carga las ausencias lleguen a la saturación con valores menores al 100%. Se asume este error en el indicador debido a que su corrección complicaría el modelo en demasía. Por otro lado, no impide obtener conclusiones válidas.

El modelo permitirá obtener también la siguiente información aunque no será relevada en este proyecto.

- Cantidad de cambios de contramoldes.
- Cantidad de recargas de la inyectora.
- Cantidad total de ausentes.
- Utilización de las mesas de transporte.
- Tiempos y cantidad de unidades en espera de cada una de las actividades no mencionadas en el listado anterior.

CAPITULO VI. RESULTADOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN.

6.1 Productividad y saturación de los puestos de trabajo.

La producción obtenida para cada uno de los escenarios se muestra en la figura 6.1.

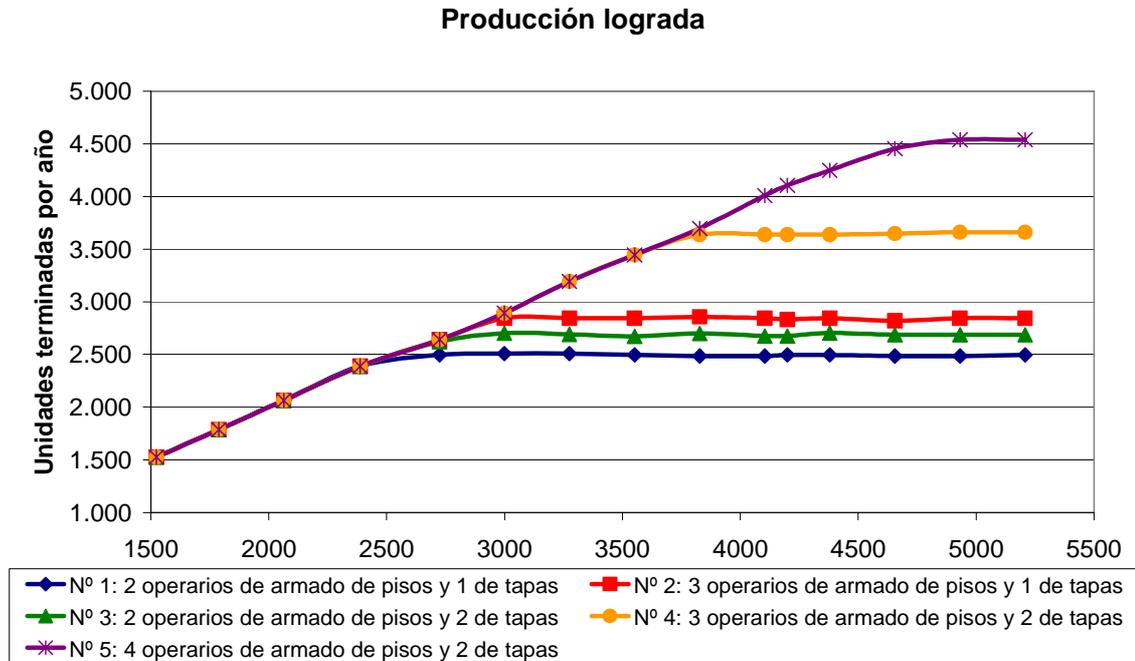


Figura 6.1. Producción alcanzable para cada escenario.

Como se puede ver de la figura asignando 2 operarios a las tareas de armado de los pisos y solo uno a la de armado de las tapas se logra el nivel de producción actual. El objetivo de producción de 3000 unidades anuales solo se puede lograr utilizando 3 o 4 operarios en el armado de los pisos y 2 en el de las tapas. Si se asigna solo 1 operario para última operación no se logra el objetivo por un pequeño margen. Se llega a las 2850 unidades anuales. En este caso valdría la pena estudiar la conveniencia de realizar horas extra para completar la producción. En total se requeriría de 1.5 turnos adicionales por mes.

Si se tiene en cuenta la estacionalidad y que por lo tanto se requerirá de un nivel de producción equivalente a 4200 unidades anuales para los meses más comprometidos del año se llega a la conclusión de que se podrá lograr sin la necesidad de incorporar nuevas prensas. El nivel de saturación de la prensa grande será elevado.

A continuación se analizará cada uno de los escenarios.

6.1.1 Escenario N°1.

Si se asignan 2 operarios al armado de los pisos y 1 al armado de las tapas el nivel máximo de producción alcanzable es de 2500 unidades por año.

El puesto de trabajo que se satura es el del operario de armado de las tapas como se puede observar en la figura 6.2.

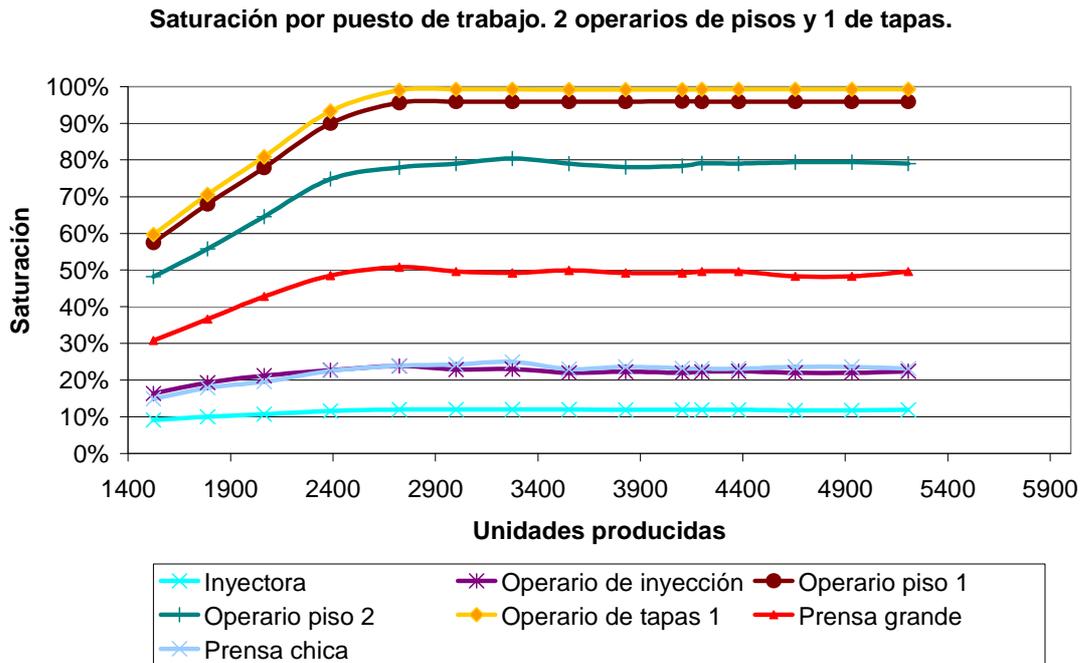


Figura 6.2. Saturación de los puestos de trabajo en el escenario N°1.

En este escenario los puestos de trabajo están bastante balanceados dado que no se generan grandes colas en los puestos mismos. El operario de armado de tapas tiene en promedio una cola de 0.8 unidades cuando se produce al máximo posible. La cantidad máxima de unidades esperando en este puesto es de 1. La figura 6.3 muestra las colas más importantes que se generan para cada nivel de producción objetivo.

Cola de espera por puesto de trabajo. 2 operarios de pisos y 1 de tapas.

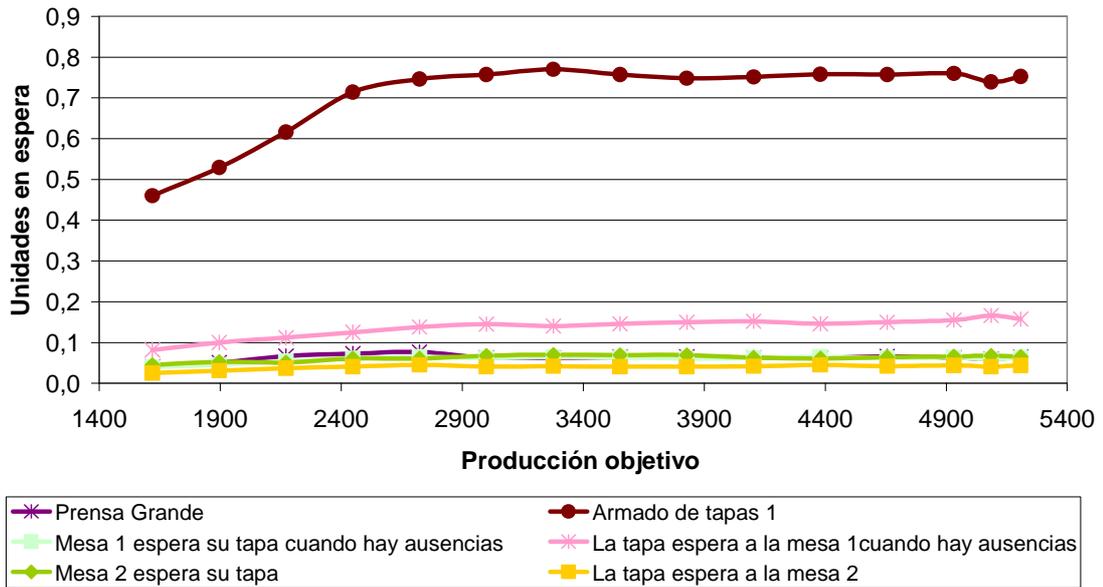


Figura 6.3. Colas en los puestos de trabajo en el escenario N°1.

6.1.2 Escenario N°2.

Si se asignan 3 operarios al armado de los pisos y 1 al armado de las tapas el nivel máximo de producción alcanzable es de 2850 unidades anuales.

El puesto de trabajo que se satura es el del operario de las tapas (Ver figura 6.4).

Saturación por puesto de trabajo. 2 operarios de pisos y 2 de tapas.

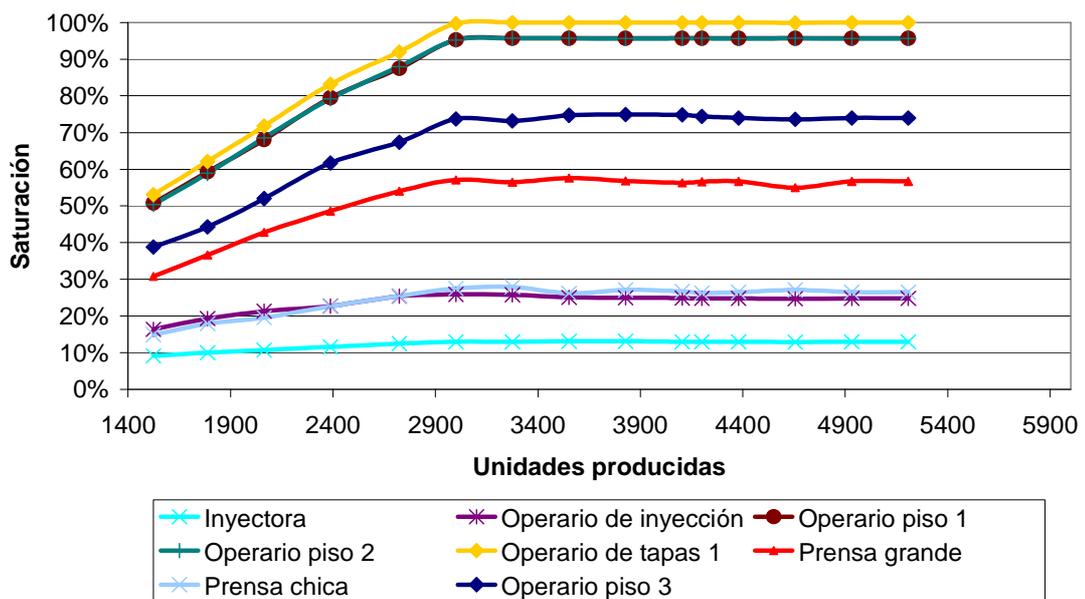


Figura 6.4. Saturación de los puestos de trabajo en el escenario N°2.

En este escenario se comienza a apreciar cierto nivel de interferencia entre las operaciones de armado del piso y de la tapa. En particular, la mesa de trabajo 1, que es la que cuenta con 2 operarios de armado de los pisos, debe esperar hasta que el operario de las tapas termine su tarea aproximadamente 30 minutos en promedio. La cola que se genera en esta estación es de 0.37 unidades.

Dado que el operario de tapas tiene una carga de trabajo muy superior al escenario anterior la cola que se genera en su estación es también más elevada (Ver figura 6.5).

La prensa grande empieza a contar con una cola reducida debido a que se acelera las operaciones anteriores.

Dado que se asigna todas las ausencias al operario de la mesa de armado de pisos número 2 la cola que se genera en su puesto es superior a la del otro operario y es de 0.1 unidades en promedio.

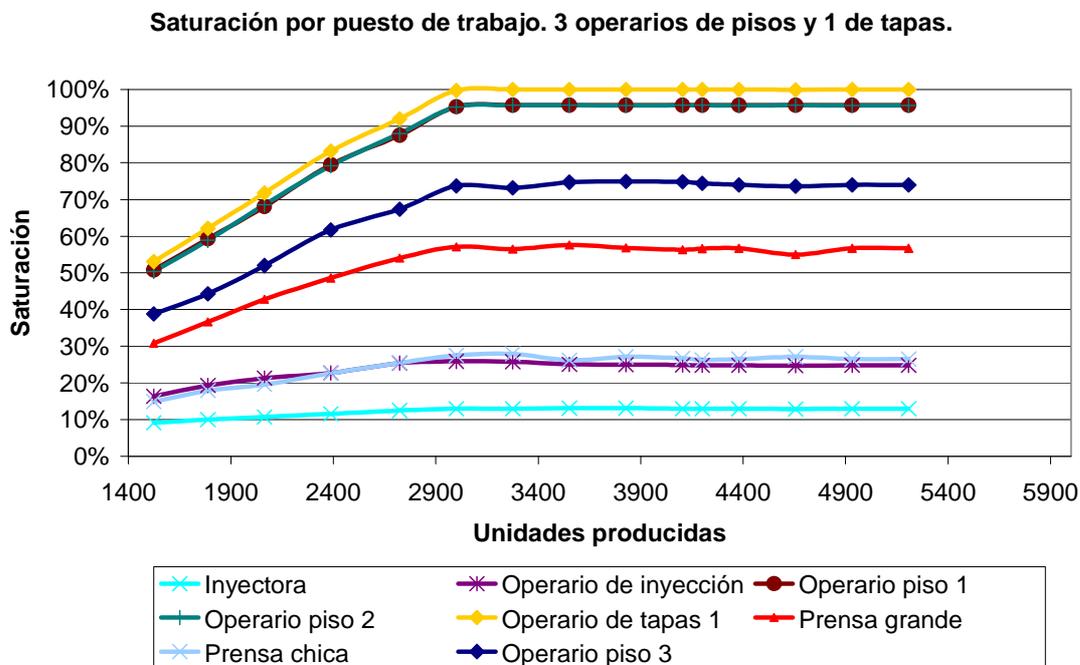


Figura 6.5. Colas en los puestos de trabajo en el escenario N°2.

6.1.3 Escenario N°3.

Si se asignan 2 operarios al armado de los pisos y otros dos a las tapas el nivel máximo de producción alcanzable es de 2700 unidades anuales.

El puesto de trabajo que se satura es el de los operarios de armado de los pisos (Ver figura 6.6).

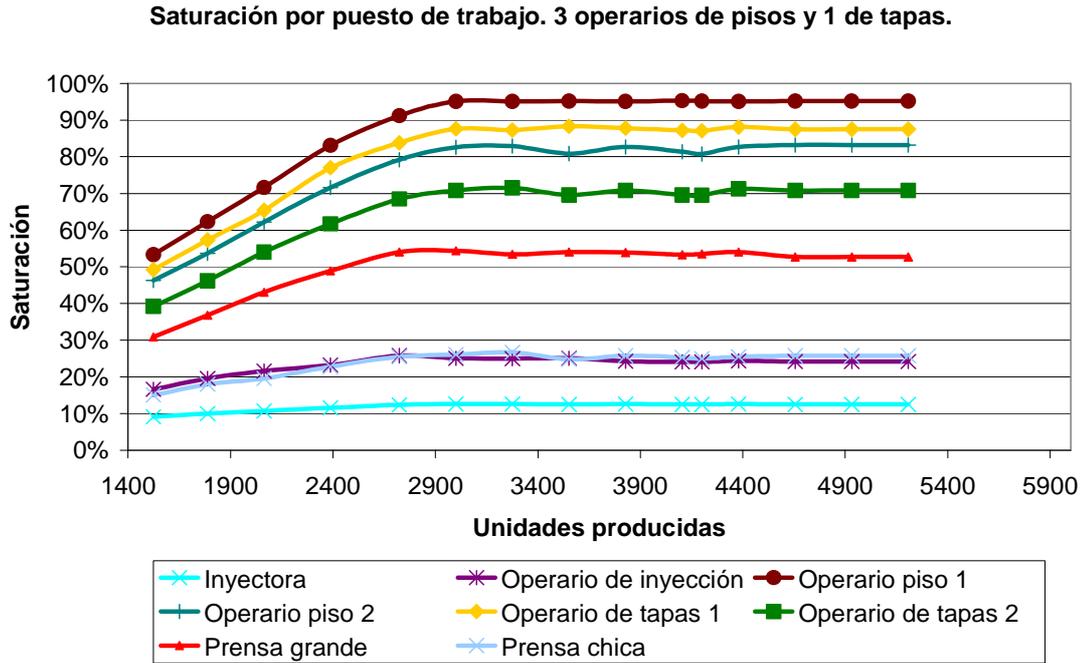


Figura 6.6. Saturación de los puestos de trabajo en el escenario N°3.

En este escenario las colas más relevantes que se generan están en las mesas de armado de las tapas. Las colas son importantes especialmente cuando se verifica la ausencia de uno de los operarios de armado de los pisos.

En promedio 0.16 unidades esperan ingresar a la prensa grande (Ver figura 6.7) pero la cantidad máxima es de cerca de 2.5 unidades.

Las colas en los puestos de armado de las tapas son más reducidas en este escenario que en los anteriores como es esperable al no ser los puestos saturados.

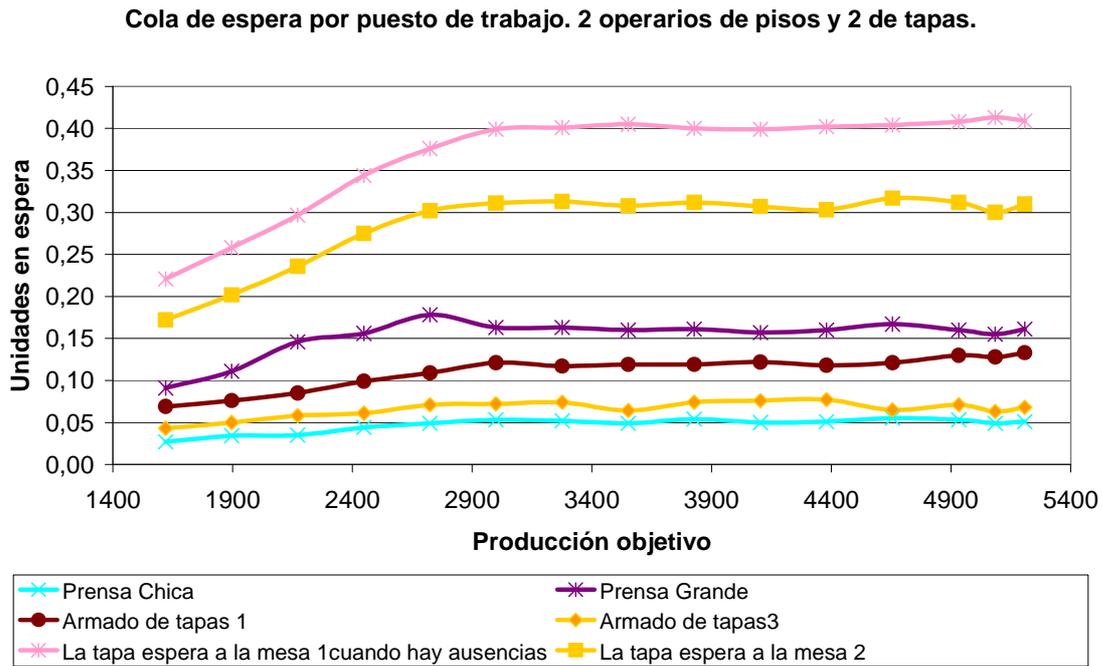


Figura 6.7. Colas en los puestos de trabajo en el escenario N°3.

6.1.4 Escenario N°4.

Si se asignan 3 operarios al armado de los pisos y otros dos al armado de las tapas el nivel máximo de producción alcanzable es de 3650 unidades anuales.

El puesto de trabajo que se satura son los operarios de armado de los pisos (Ver figura 6.8).

Saturación por puesto de trabajo. 3 operarios de pisos y 2 de tapas.

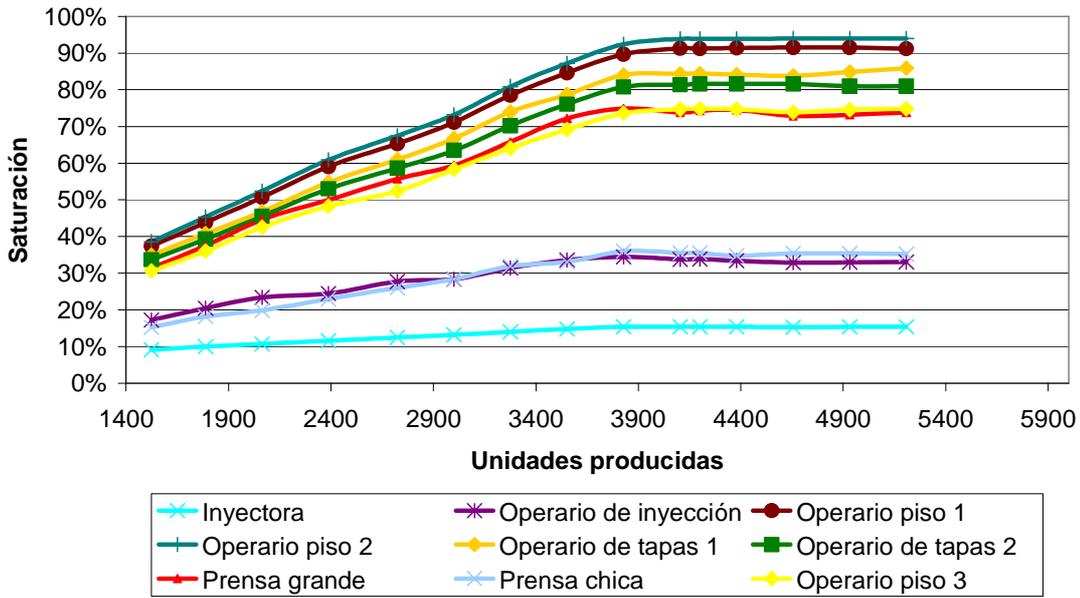


Figura 6.8. Saturación de los puestos de trabajo en el escenario N°4.

En este escenario se generan importantes colas de espera en la prensa grande. En promedio siempre se encuentra 1 unidad esperando pero el valor máximo es de 6 unidades requiriendo ya un espacio considerable.

Al igual que en el escenario N°3 el puesto de trabajo limitante es el de armado de los pisos y por lo tanto es ahí donde se generan también importantes colas de espera (Ver figura 6.9).

Cola de espera por puesto de trabajo. 3 operarios de pisos y 2 de tapas.

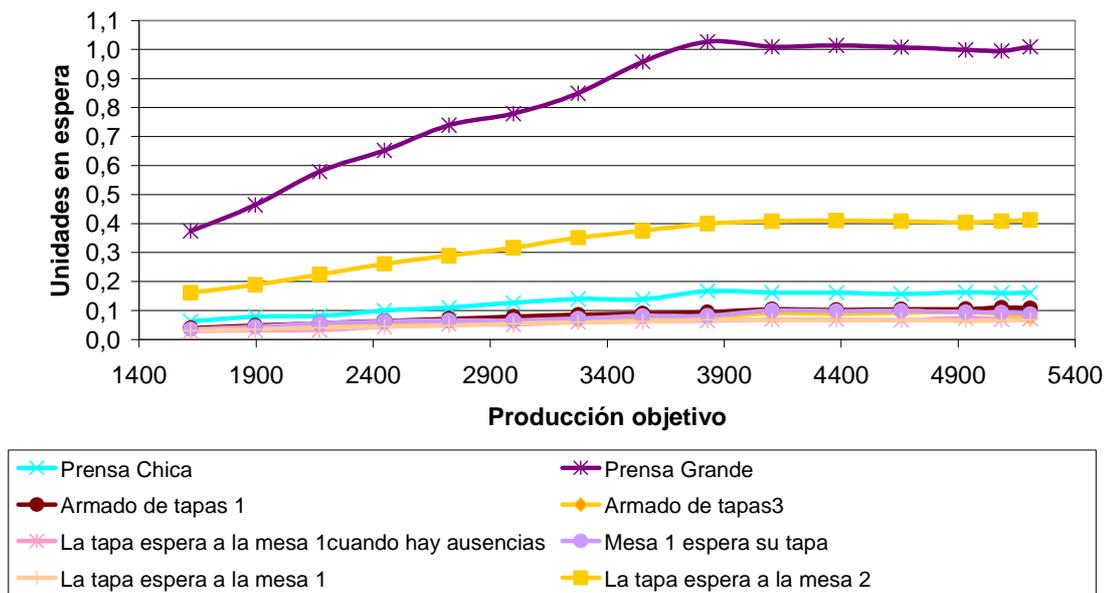


Figura 6.9. Colas en los puestos de trabajo en el escenario N°4.

6.1.5 Escenario N°5.

Si se asignan 2 operarios al armado de los pisos y otros dos al armado de las tapas el nivel máximo de producción alcanzable es de 4580 unidades anuales.

El puesto de trabajo que se satura es el la prensa grande (Ver figura 6.10).

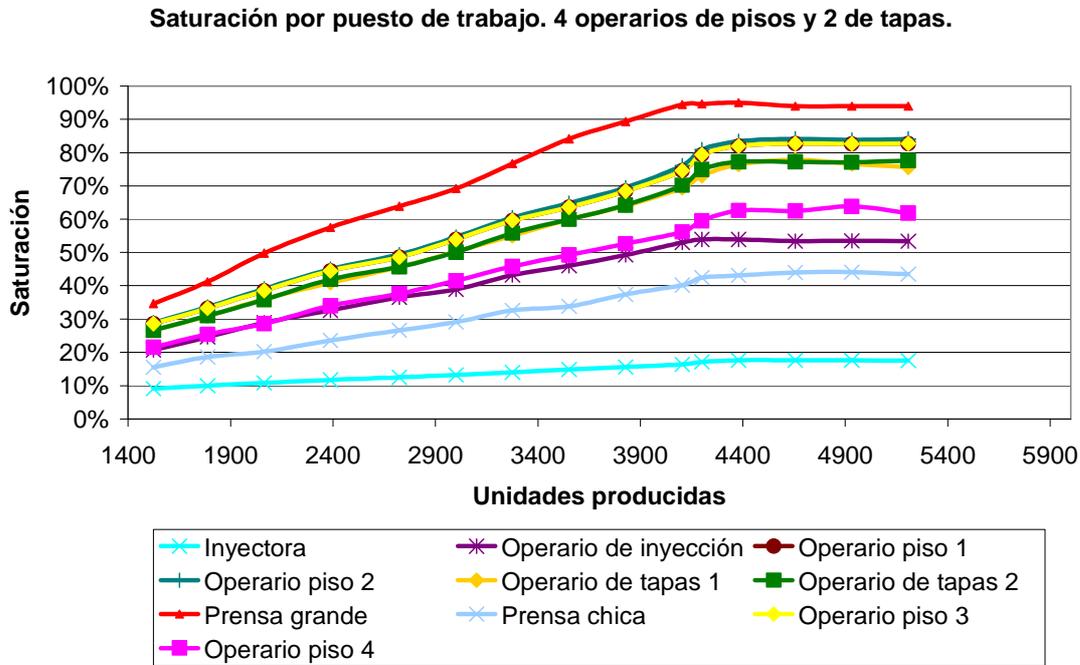


Figura 6.10. Saturación de los puestos de trabajo en el escenario N°5.

Dado que es la prensa grande el limitante del sector se genera en esa estación una muy importante cola de productos a espumar. En comparación el resto de las colas no son relevantes (Ver figura 6.11). En promedio hay 7.3 unidades esperando mientras que el máximo llega a 23 unidades. Claramente se ve en este caso que se deberá destinar un importante espacio para estos productos mientras esperan su turno en la prensa.

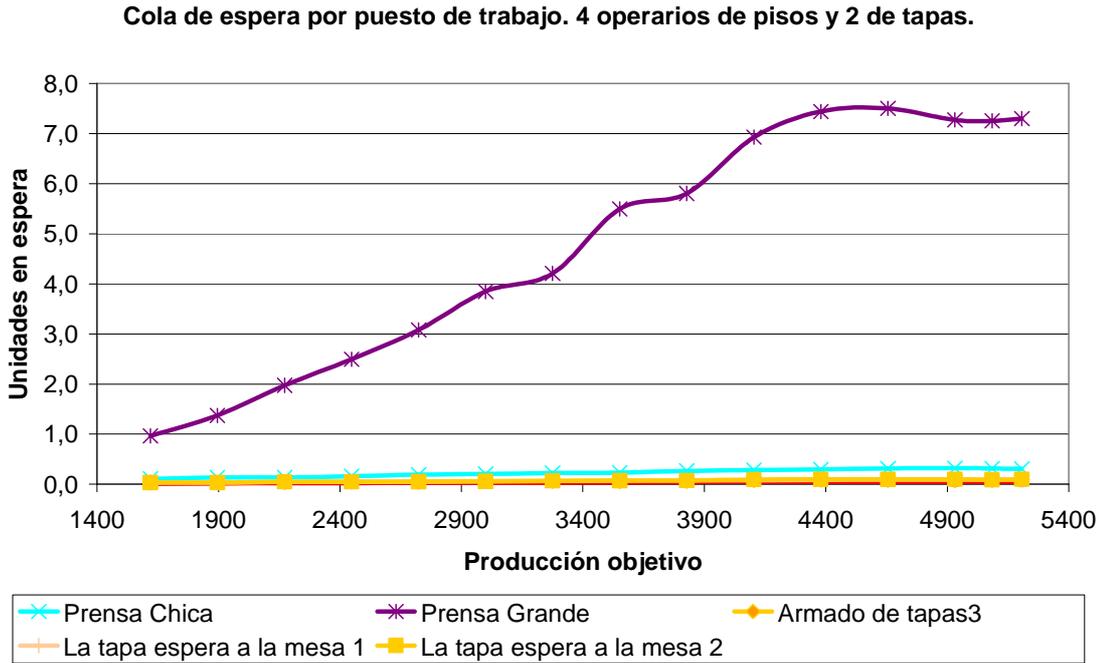


Figura 6.11. Colas en los puestos de trabajo en el escenario N°5.

6.2 Comparación de Escenarios.

El nivel de producción obtenible depende drásticamente de la forma que se asigne el personal. Claramente se observa que el tiempo de armado de los pisos representa la principal restricción en la mayoría de los escenarios. La situación inicial de la empresa es la correspondiente al escenario N°1. Es decir, dos operarios en el armado de los pisos y uno en el de las tapas. Si se decide ampliar la cantidad de personal con el fin de aumentar la producción se debe asignar el operario adicional a las operaciones de armado del piso. En ese caso se estaría en el escenario N°2. Si se quiere lograr niveles mayores de producción un nuevo operario adicional debería ser asignado al armado de las tapas.

La prensa grande llegará a la saturación únicamente si el nivel de producción supera las 4500 unidades anuales.

Cabe destacar que todo este análisis se hizo manteniendo el tamaño de los lotes de producción constantes. Al aumentar el volumen objetivo se debería incrementar el tamaño de estos para minimizar la cantidad de cambios de contramoldes.

6.3 Productividad y saturación de los puestos de trabajo aplicando las mejoras propuestas.

La utilización de los sistemas alternativos de preparación de los refuerzos reducirá el tiempo a cerca de la mitad. Por otro lado, la utilización de un sistema como el que se explicó en la sección 4.2.1. implica que la preparación de estos apliques no se realizará en las mesas de trabajo. La utilización de la inyectora de repuesto implicaría una reducción de la carga de las prensas gracias a la posibilidad de espumar dos modelos al mismo tiempo.

No se está contemplando la reducción de tiempos que implicaría la no utilización de la cinta de enmascarar y la eliminación de la necesidad de subir a la mesa de trabajo para completar las operaciones.

Teniendo en cuenta esto los tiempos de ciclo para cada una de las familias en sus modelos más extensos deberían ser los que se muestran en la tabla 6.12.

Tiempos de producción en minutos					
	Piso	Techo	Unión tapa y piso	Inyección	Curado
Manila 90	52	18	6,8	5	30
Manila 110	68	24	8,5	5	30
Perugia	65	27	7	5	30

Tabla 6.12. Tiempos por estación con las mejoras propuestas.

El tiempo de ciclo completo de cada uno de los modelos principales debería ser el que se muestra a continuación.

Tiempo de ciclo total en minutos	
Minutos	Total
Manila 90	94
Manila 110	112
Perugia	107

Tabla 6.13. Tiempos de ciclo con las mejoras propuestas.

La distribución de los tiempos de armado entre variables y fijos con el ancho del modelo a realizar es la que se muestra en la tabla 6.14.

Tiempos de producción proporcionales al ancho por familia.			
	Piso		Techo
	Bastidor	Resto del piso	
	Min	Min / m de ancho	Min / m
Manila 90	20,0	8,6	4,8
Manila 110	28,5	10,6	6,3
Perugia	23,5	11,0	7,1

Tabla 6.14. Tiempos variables y fijos en función del ancho.

6.3.1 Producción alcanzable con las mejoras.

Ingresando los nuevos tiempos en el modelo de simulación y repitiendo las corridas se llega al resultado que se muestra en la figura 6.15.

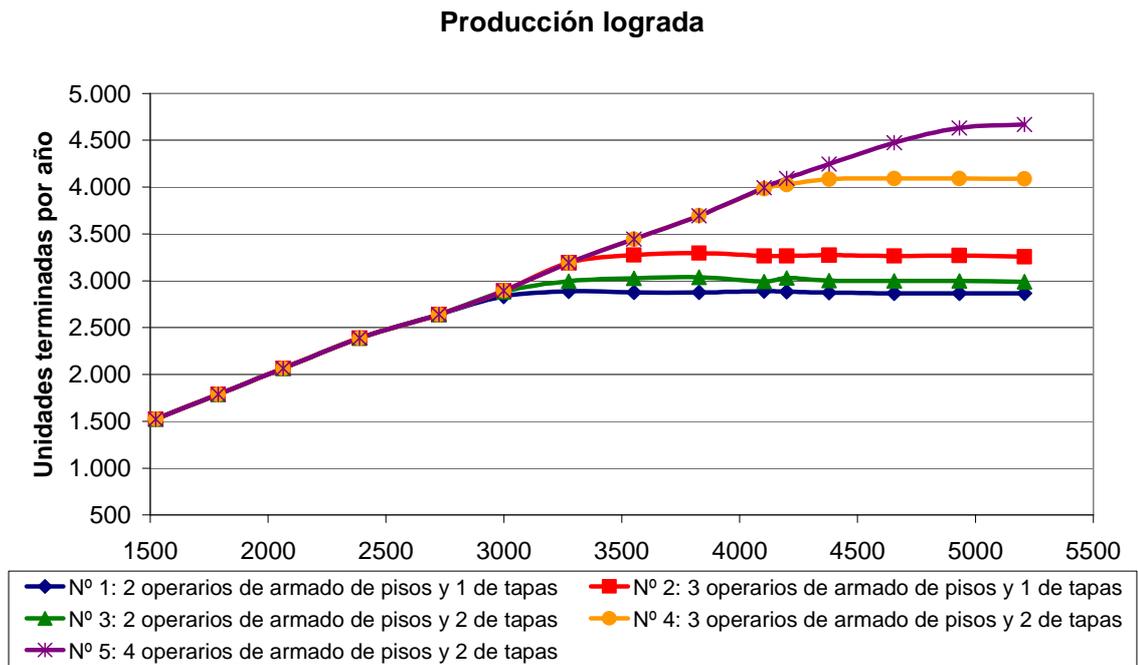


Figura 6.15. Producción alcanzable para cada escenario.

Si se compara el nivel máximo de producción alcanzable para cada escenario se llega a que en el caso del N°1 se logra un aumento del 15%, 14% para el N°2, 11% para el N°3, 12% para el N°4 y por último, 3% para el N°5. En la figura 6.16 se puede ver el nivel de producción alcanzable antes y después de la aplicación de las mejoras propuestas.

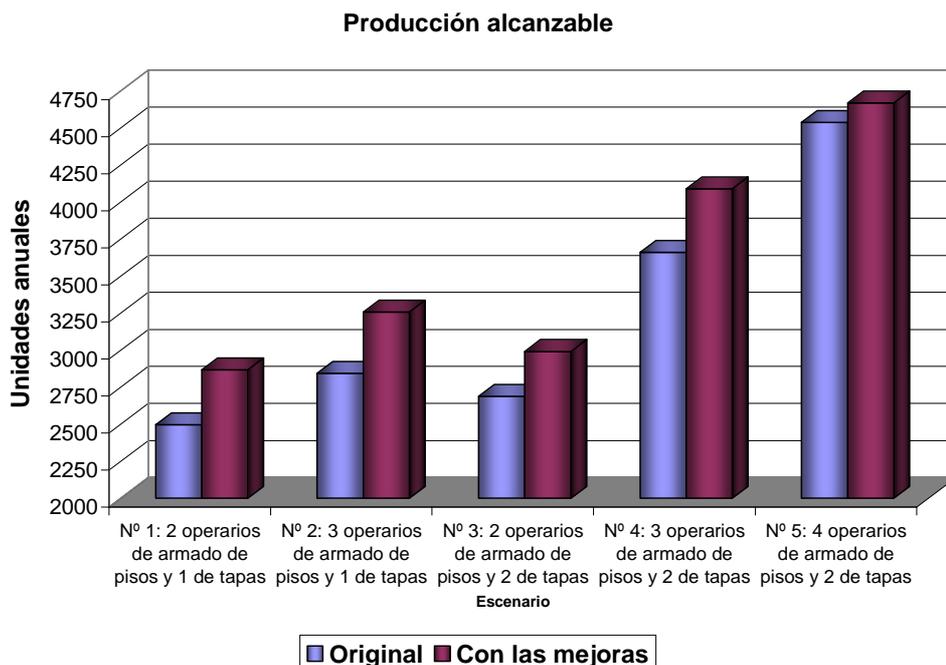


Figura 6.16. Producción alcanzable para cada escenario antes y después de las mejoras propuestas.

A modo de ejemplo, a continuación se mostrará como variaría el nivel de producción en el escenario N°5 si se cambiara la asignación de prensas para alguno de los productos. En particular los modelos Lucerna y Menphis se espuman en la prensa chica pero podrían espumarse en la prensa grande. Si se realizara este cambio el nivel de producción alcanzable se vería reducido en un 8% al asignarle más carga a esa prensa. En la figura 6.17 se muestra una comparación entre ambas situaciones para algunos niveles de producción suponiendo que se hayan aplicado las mejoras propuestas.

Si en ese mismo escenario se espumara la familia Manila 110 en la prensa chica en lugar de la prensa grande se verificaría un aumento de la producción alcanzable del 4%.

La secuencia en que se arman y espuman los modelos de exhibidoras implica una cantidad de cambios de contramoldes diferente. En la actualidad se realiza un cambio en cada prensa cada dos días aproximadamente. Si se modificara la programación para disminuir estos cambios a la mitad se obtendría un aumento en la producción máxima para el escenario N°5 de un 5%. En los escenarios donde la prensa grande no es el cuello de botella la reducción en la cantidad de cambios de contramoldes no tiene un impacto tan significativo en la productividad del sector.

El impacto que tiene la incorporación de la segunda inyectora como repuesto y como cabezal para el espumado por ambos extremos de las prensas es de un incremento en el escenario N°5 del 2.5% de la productividad del sector. Si se programara la producción de manera de hacer coincidir el armado de modelos cortos el incremento de la productividad teórico llegaría al calculado en el capítulo IV. Es decir, el 9% que corresponde a la prensa grande.

La secuencia en que se programan los modelos de diferentes anchos es importante dado que si se armaran primeros todos los modelos cortos y luego los anchos se verificaría una disminución de la productividad del sector. Según el modelo, sería cercana al 8%. La explicación es simple. Si bien la prensa gana productividad al poder espumar de manera simultanea los pisos cortos, los puestos de las mesas de trabajo se saturan al producir lotes anchos de los modelos donde se tiene menor eficiencia. Vale recordar que, dado que existen operaciones con tiempos independientes al ancho del modelo, mientras mayor sea la longitud de la exhibidora menor será su tiempo de armado por unidad de ancho. A medida que se aumenta la producción objetivo es mayor la proporción de modelo de anchos cortos a armar en comparación a los modelos de 3750 mm disminuye. En ese caso, y si no se contara con la segunda inyectora, la merma de producción sería del 12%. Los cuatro casos están graficados en la figura 6.17.

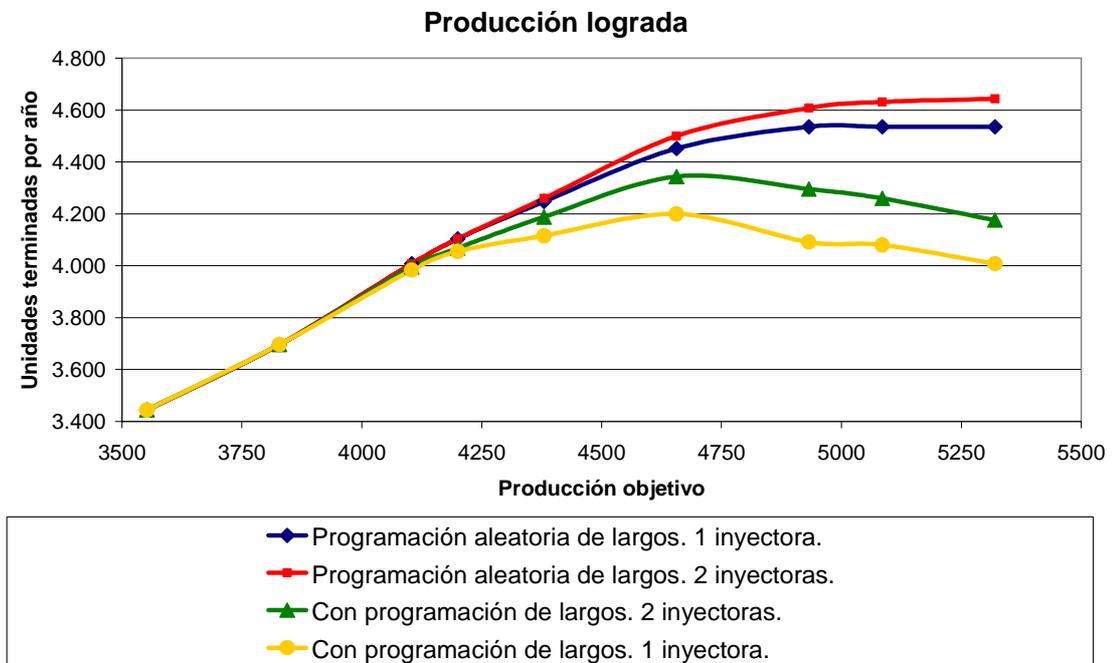


Figura 6.17. Producción alcanzable si se modifica la programación de la producción en función del ancho del modelo y de la existencia de una segunda inyectora para poder espumar por ambos extremos de las prensa.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Hiller. Liberman. 2002. Investigación de operaciones. Mac Graw Hill.
2. Sule, D.R. 2001. Instalaciones de manufactura. Thomson Learning.
3. Melo, J.L. Manual de ergonomía desde el punto de vista de la higiene y seguridad industrial. Fundación Consejo Argentino de Seguridad (CAS).
4. Meyers, F. 2000. Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Prentice Hall.
5. García, R. 2004. Inferencia Estadística y Diseño de Experimentos. Eudeba.
6. Vazquez M. 1999. Resistencia de Materiales. Noela.
7. Banks, Jerry; Carson II, John S. 2001. Discrete-event system simulation. Prentice Hall.
8. Ross, Sheldon M. 1999. Simulación. Prentice Hall.
9. Kelton, W.; Sadowski, R. 2002. Simulation with Arena. Mcgraw Hill.
10. Basi. J.C. Apuntes de la cátedra de Calidad del ITBA.
11. Informe final de las Fases I y II del convenio GePyme.
12. Informes parciales redactados por el Sr. Carlos Fryda.

Páginas Web:

- www.arneg.com.ar Página web de la filial argentina.
- www.arneg.com Página web de la casa matriz.
- www.indec.gov.ar Página web del Instituto Nacional De Estadísticas y Censos.

ANEXOS

1 Modelo de regresión de las ventas en supermercados.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,96
Coeficiente de determinación R ²	0,93
R ² ajustado	0,90
Error típico	7,51
Observaciones	10,00

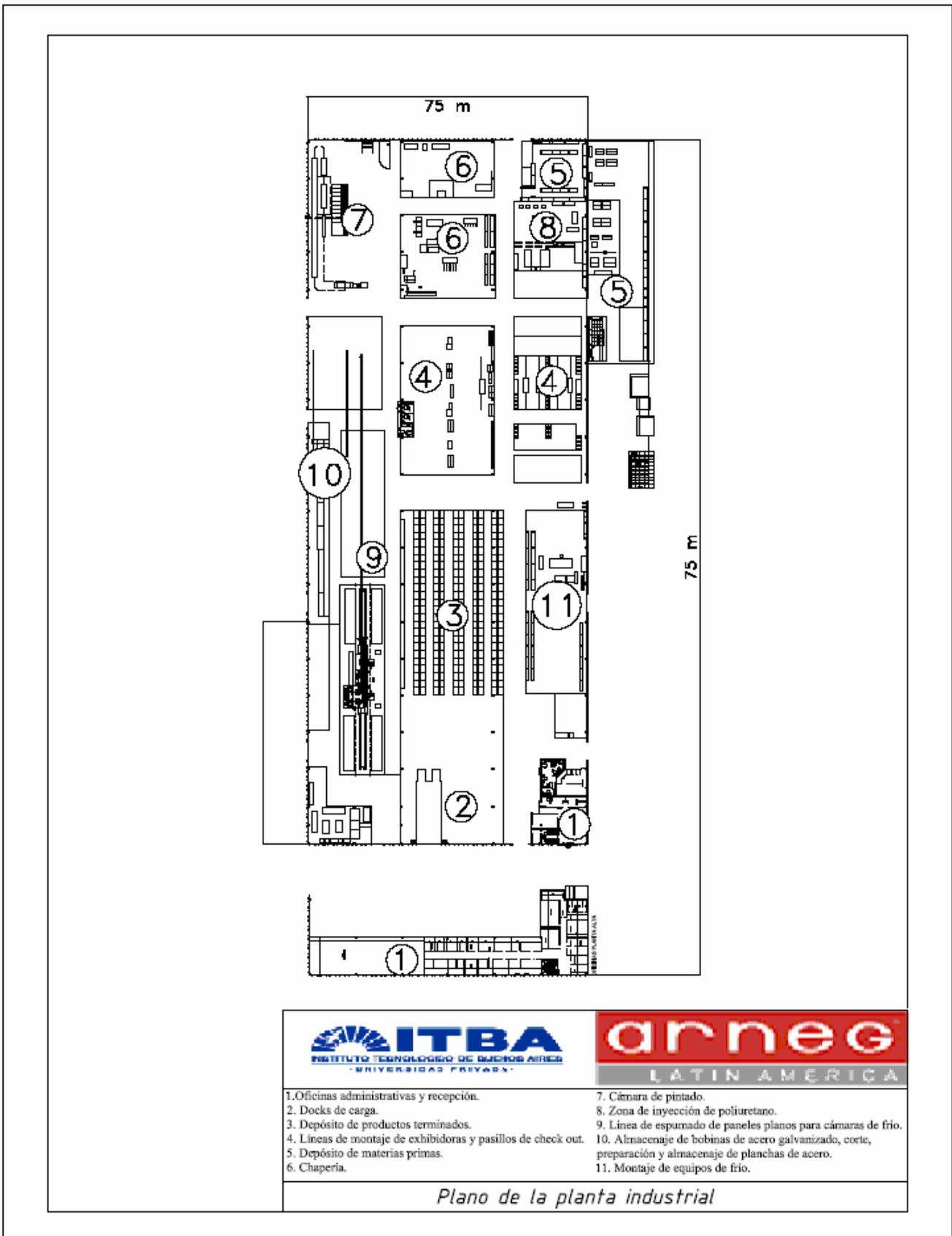
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-787,11
Población	2,09E-05
PBI Per cápita (\$1993)	0,02

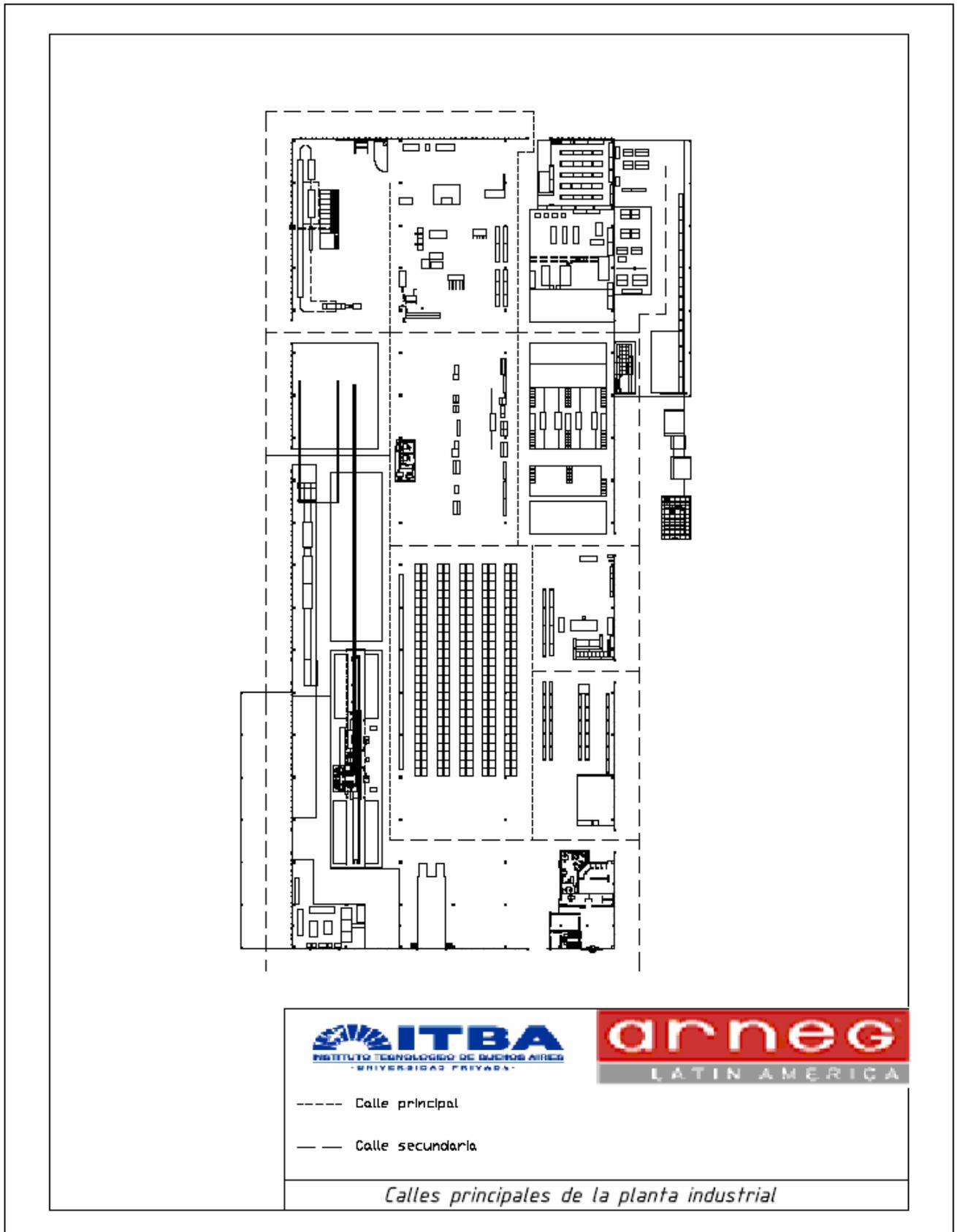
Estimación del nivel de ventas en comparación a 1997.

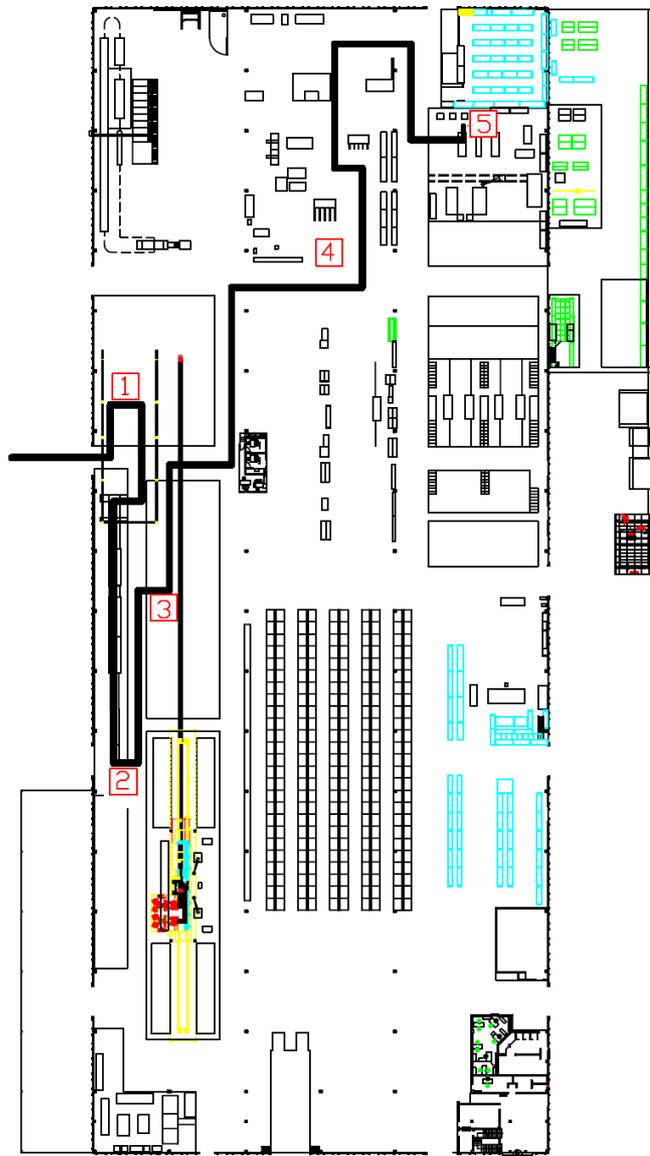
Año	Venta reales en supermercados	Crecimiento anual	Población	PBI Per cápita
1.997	100		35.195.575	\$ 7.792
1.998	109	9%	35.604.362	\$ 8.002
1.999	108	-1%	36.005.387	\$ 7.648
2.000	107	0%	36.398.577	\$ 7.508
2.001	101	-6%	36.783.859	\$ 7.105
2.002	113	12%	37.156.195	\$ 6.270
2.003	124	10%	37.515.632	\$ 6.761
2.004	136	10%	37.869.730	\$ 7.302
2.005	156	15%	38.226.051	\$ 7.897
2.006	170	9%	38.592.150	\$ 7.651
2.007	185	9%	39.356.383	\$ 8.031
2.008	198	7%	39.745.613	\$ 8.270
2.009	210	6%	40.134.425	\$ 8.518
2.010	223	6%	40.518.951	\$ 8.775
2.011	236	6%	40.900.496	\$ 9.040
2.012	249	6%	41.281.631	\$ 9.315
2.013	263	5%	41.660.417	\$ 9.600
2.014	276	5%	42.034.884	\$ 9.895
2.015	289	5%	42.403.087	\$ 10.201
	Estimados			

2 Índice de planos.

1. Plano de la planta industrial.
2. Calles principales de la planta industrial.
3. Flujo de las bobinas de acero.
4. Líneas de montaje de las exhibidoras y pasillos de check out.
5. Lay out original del sector de espumado.
6. Lay out actual del sector de espumado.
7. Corte del sector de espumado. Lay out actual.
8. Corte del sector de espumado. Lay out actual 2.
9. Corte del sector de espumado con la mesa de transferencia con rodillos.
10. Mesa basculante para el armado de pisos.
11. Corte del sector de espumado con las inyectoras colocadas entre las prensas.
12. Vista de planta del sector de espumado con las inyectoras colocadas entre las prensas.

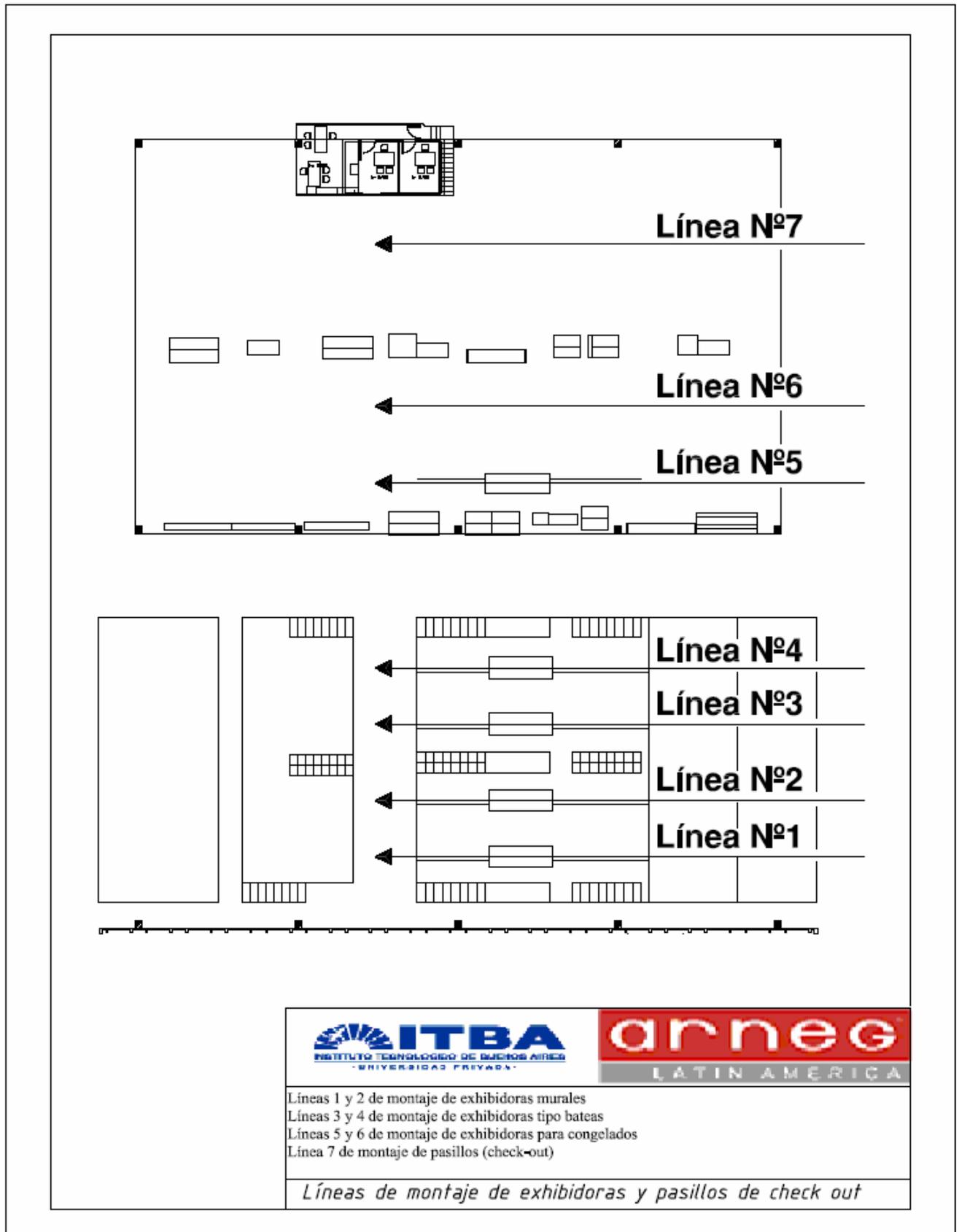


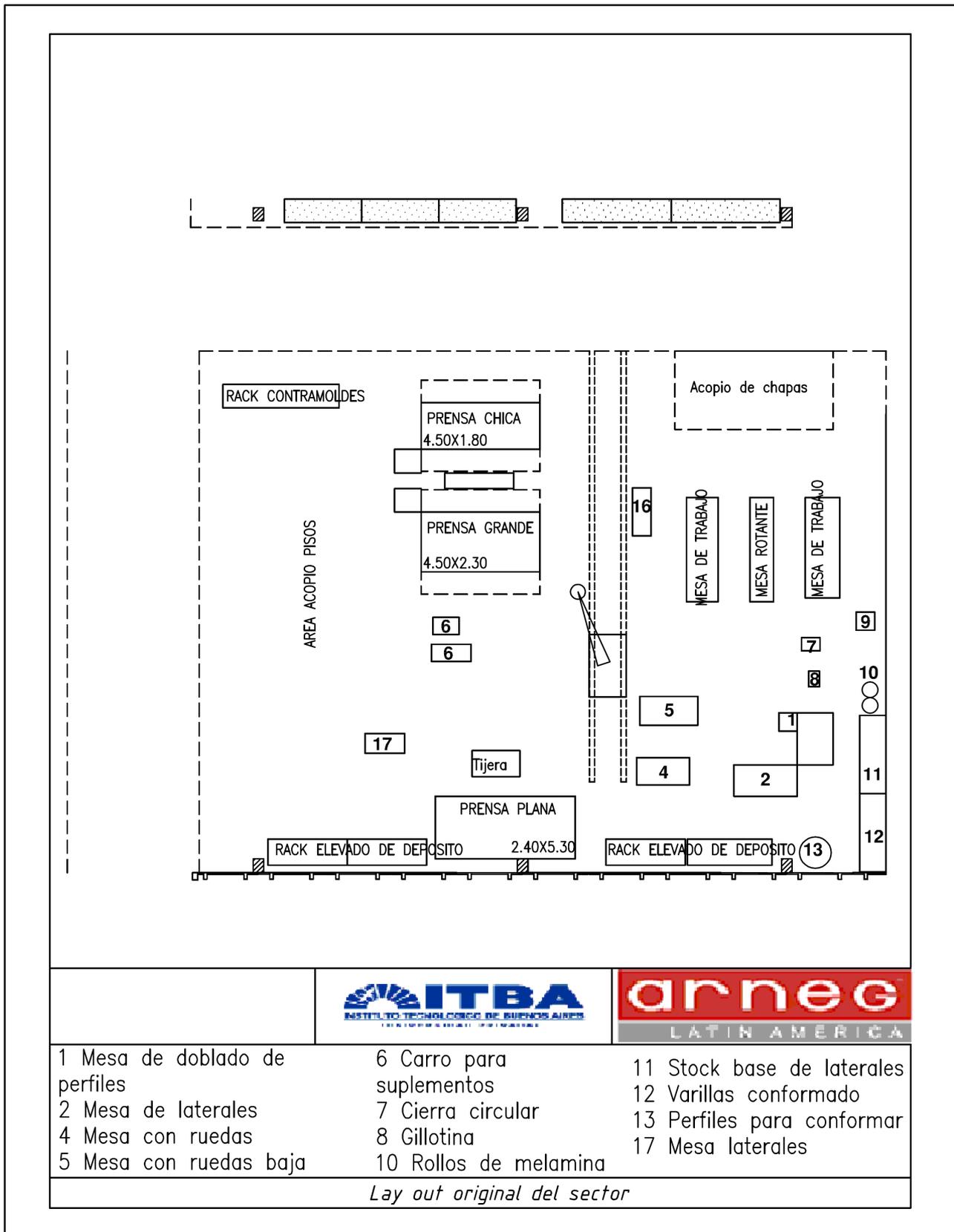


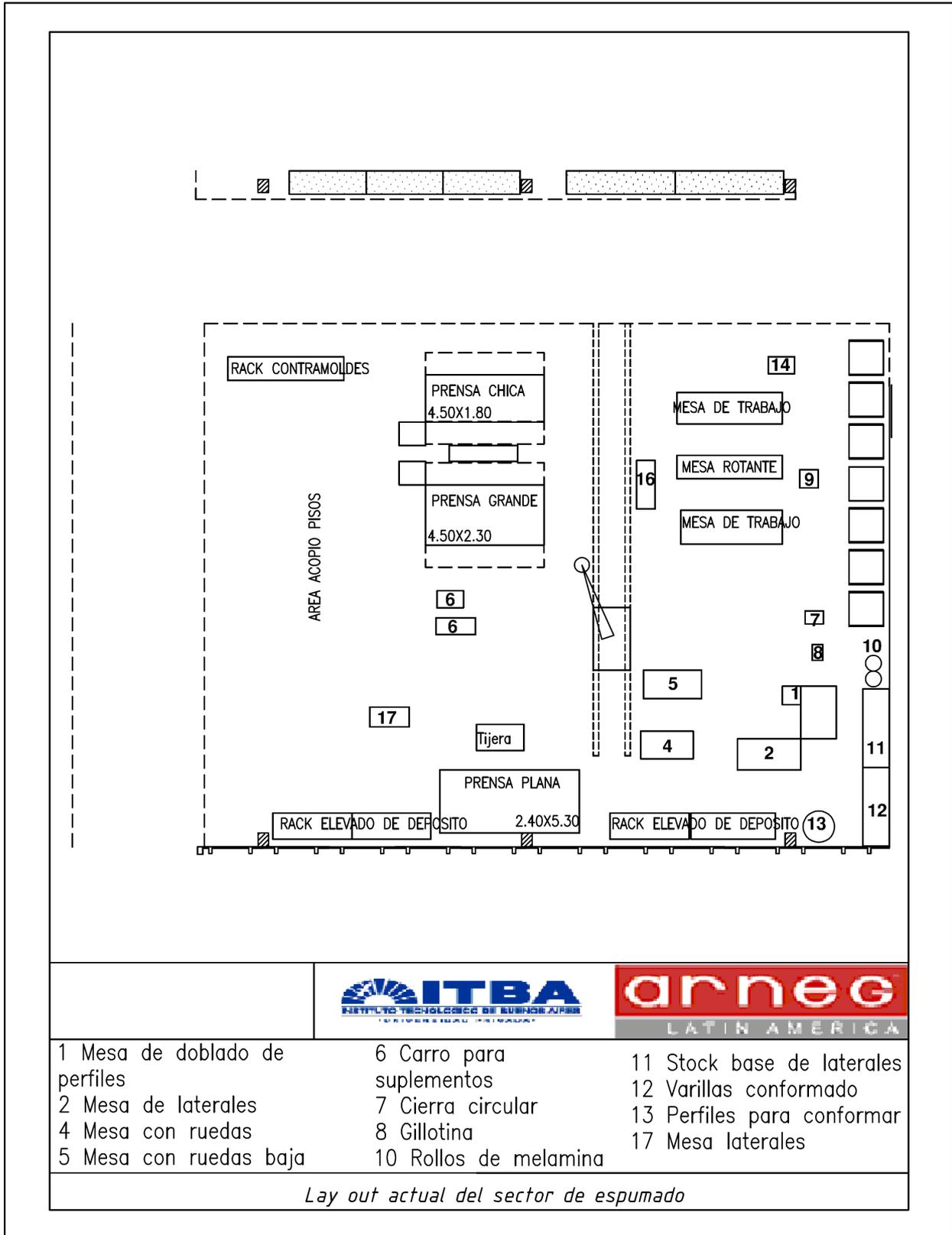


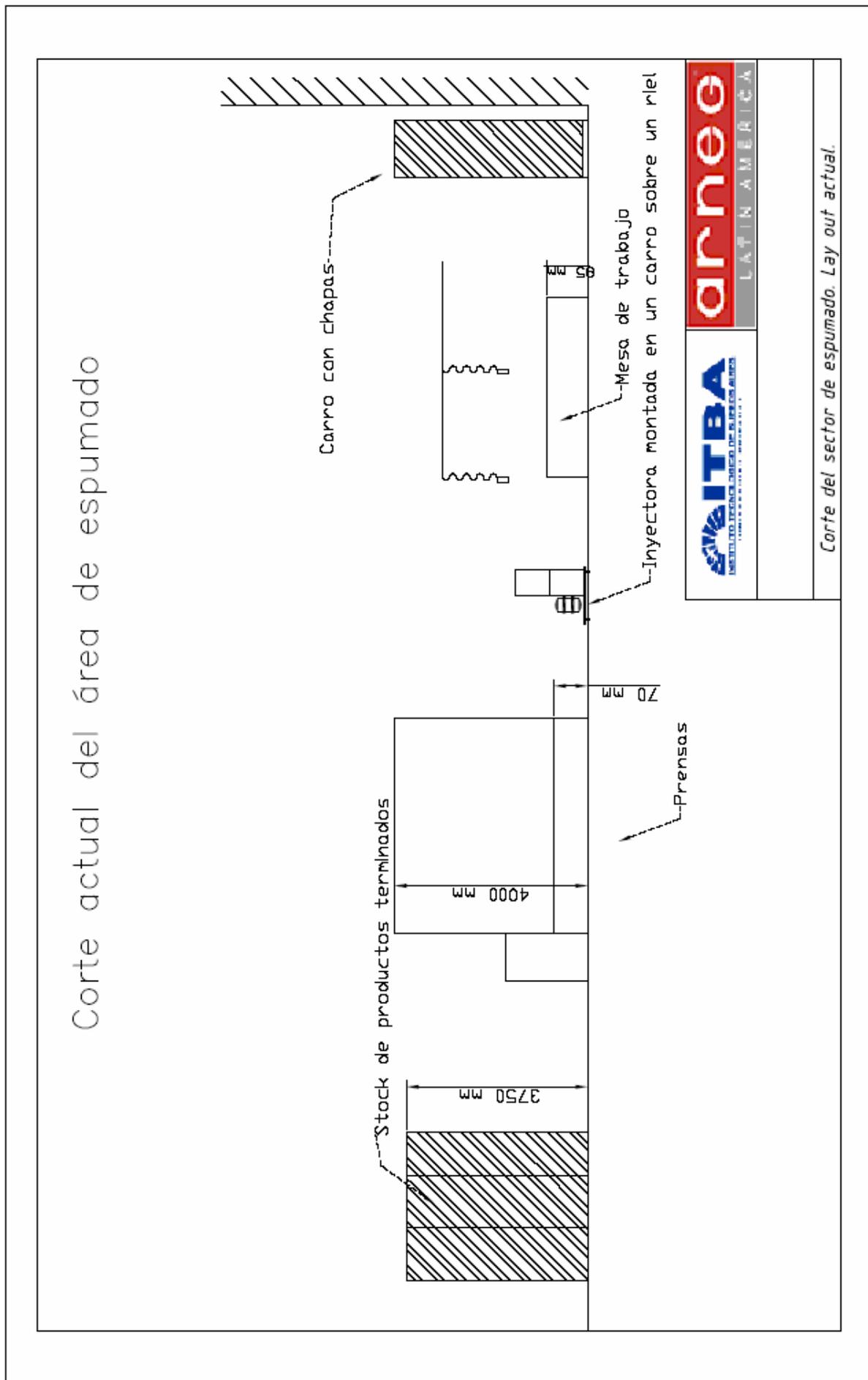
- | | |
|---|---|
| 1 Almacenaje de las bobinas completas. | 2 Desbobinado y corte en láminas. |
| 3 Almacenaje de las láminas cortadas. | 4 Cortado, Plegado y punzonado de la chapa. |
| 5 Almacenaje de las chapas procesadas listas para su montaje. | |

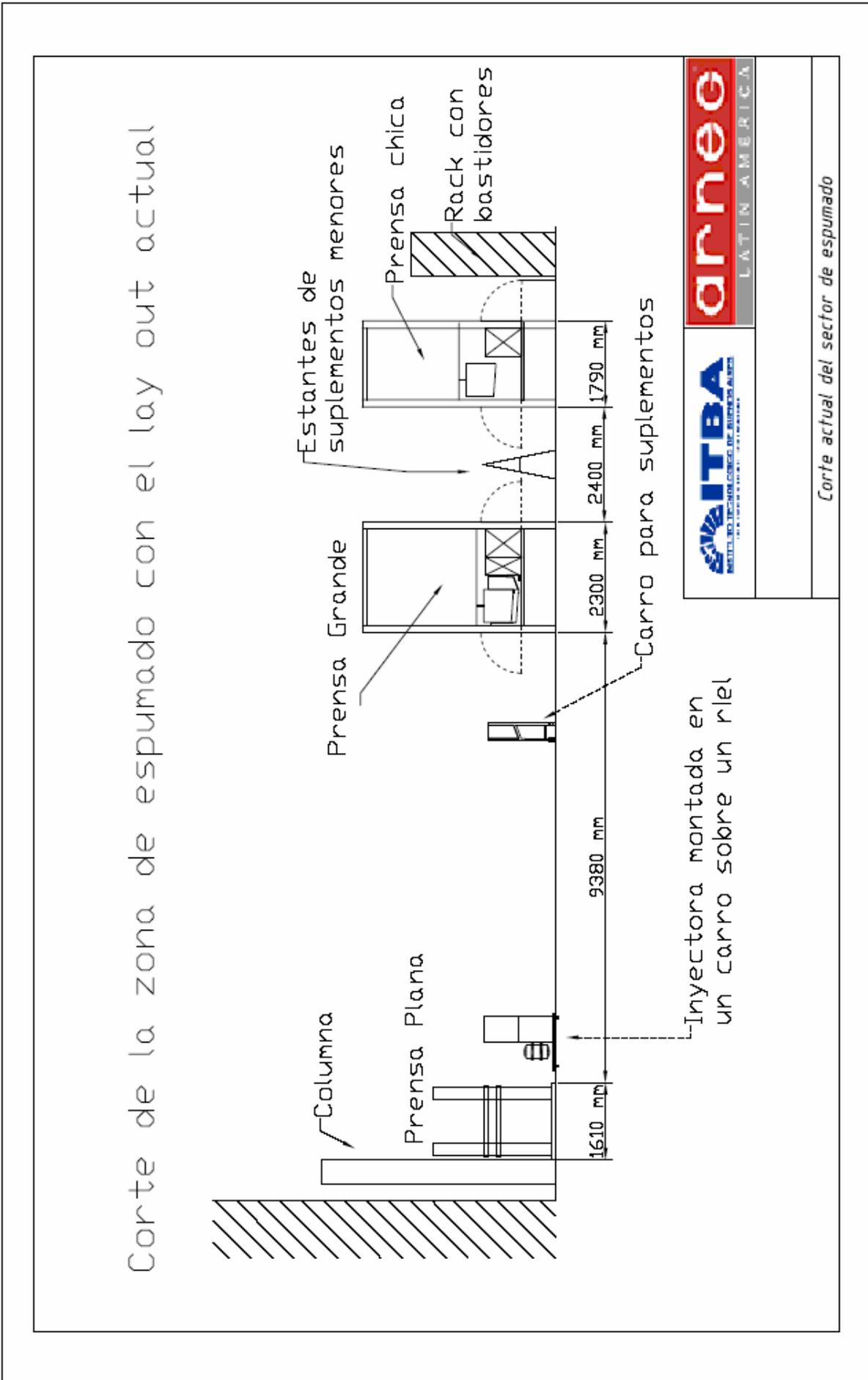
Flujo de las bobinas de acero

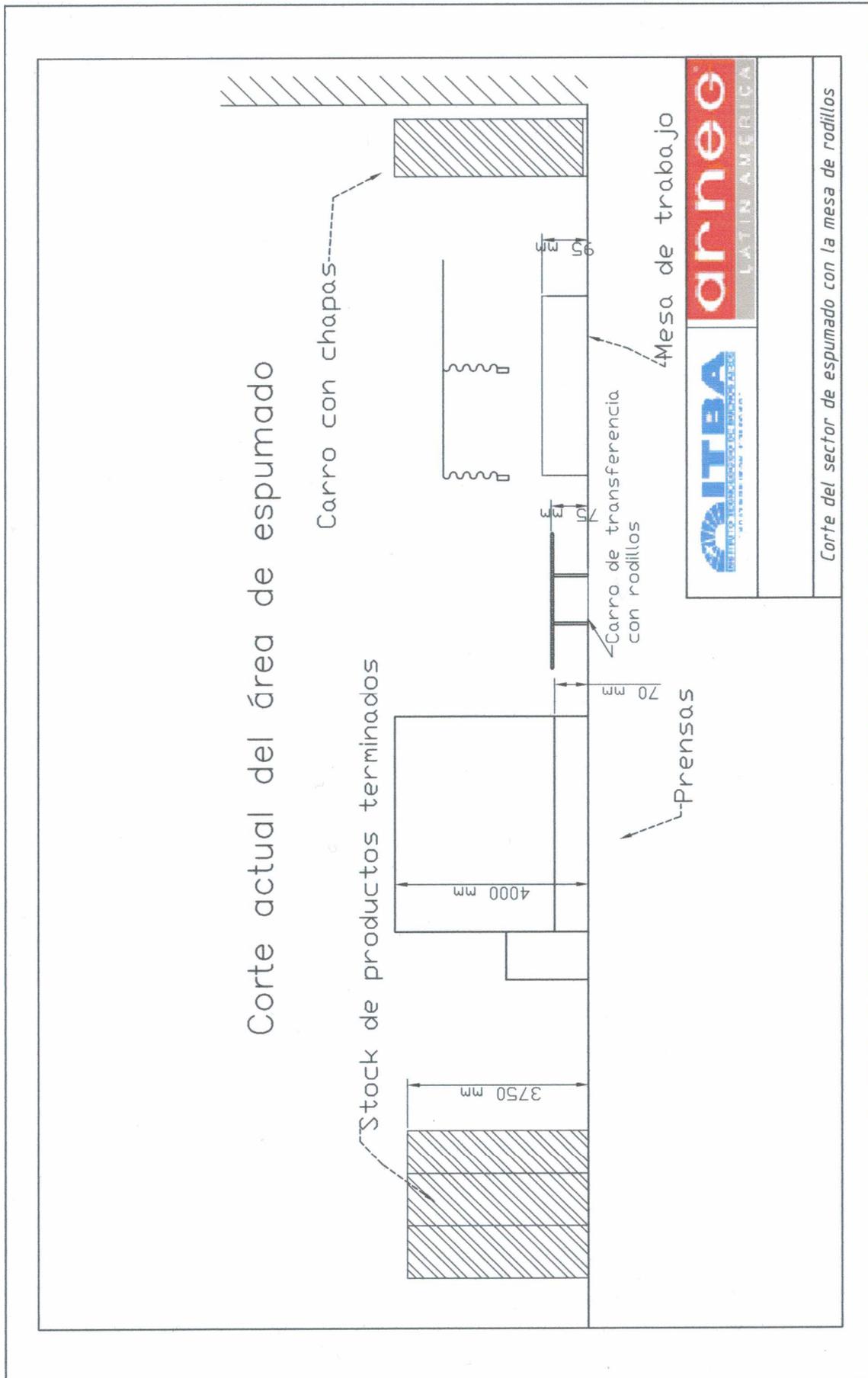


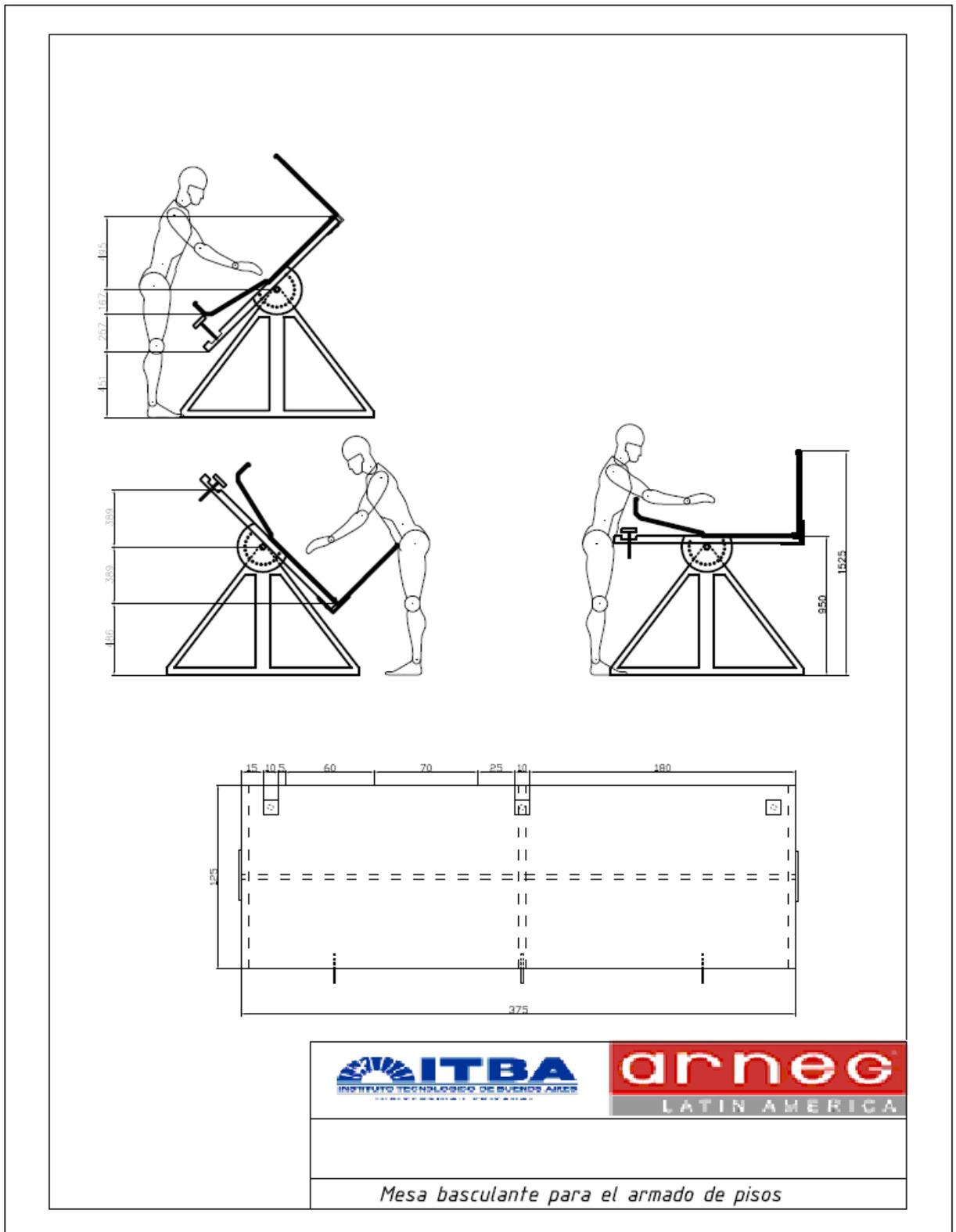


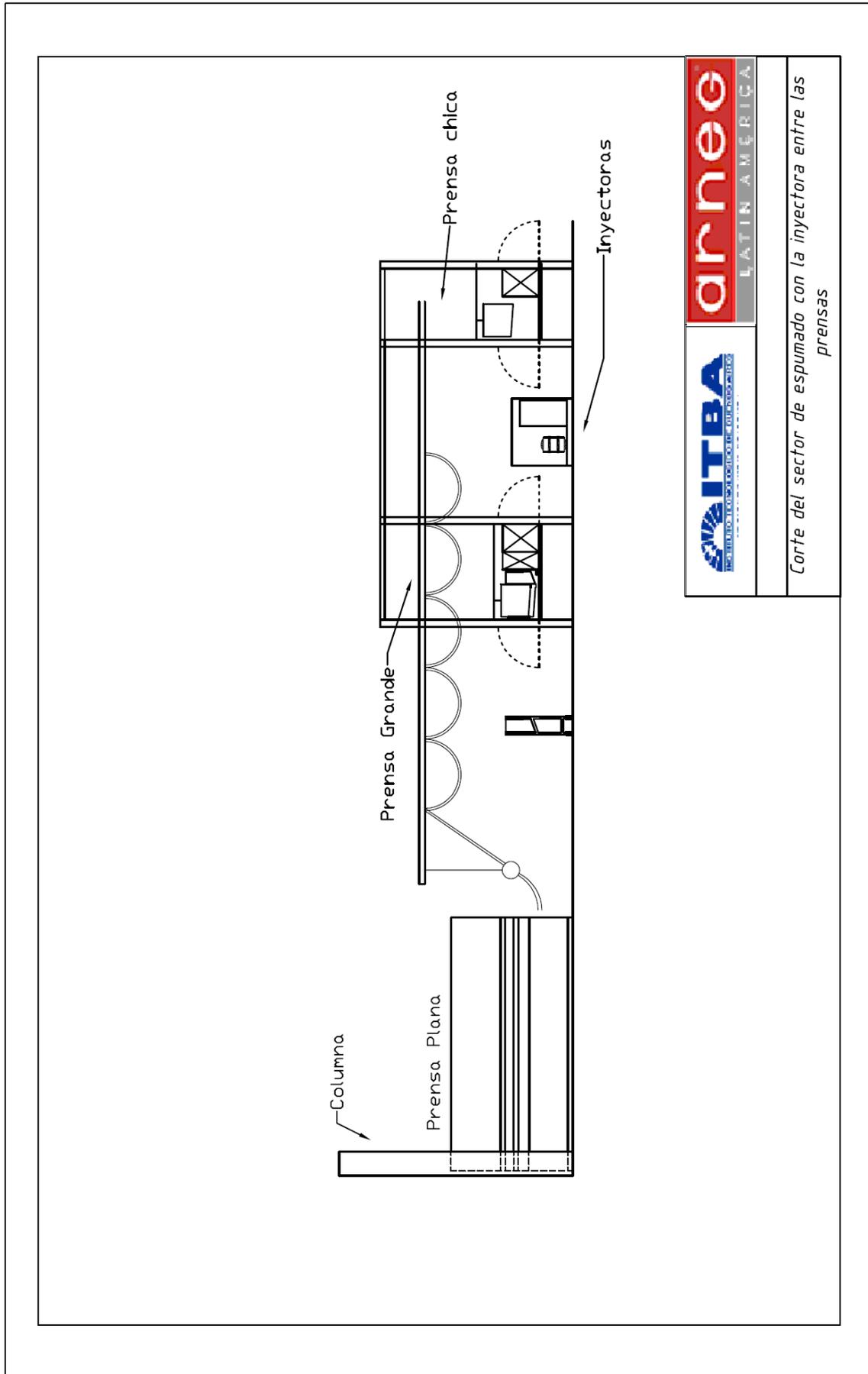


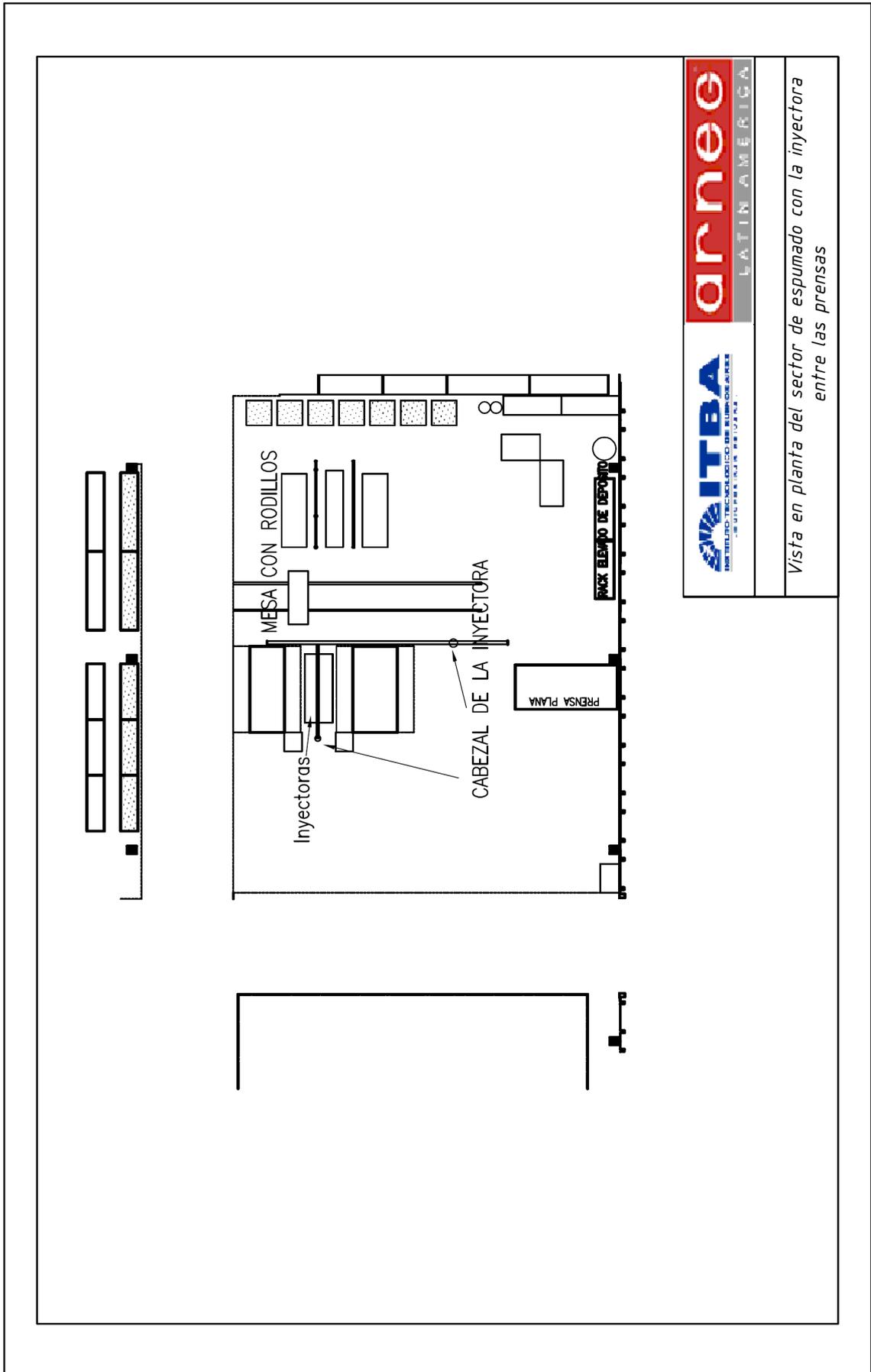












3 Cursogramas analíticos.

A continuación se incluye el cursograma analítico de los tres productos más significativos debido a su volumen de producción. Cada uno de estos productos corresponde a una familia diferente.

En los tres casos se cronometró al mismo operario para evitar que los tiempos estén afectados por la mayor habilidad que un operario tiene necesariamente sobre otro.

Durante la toma de tiempos el operario trabajó con el esquema normal del sector. Es decir, solo un operario ensambló cada piso de la exhibidora.

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n° 1		HOJA n° 1		RESUMEN					
Objeto				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	ECON.		
Manila 90X3750X205				OPERACIÓN ○	33				
				TRANSPORTE ⇨	13				
ACTIVIDAD				ESPERA ◯					
Armado del piso				INSPECCIÓN □					
METODO: ACTUAL				ALMACENAMIENTO ▲					
LUGAR: Sector de espumado				DISTANCIA (metros)					
OPERARIO(S)		FICHA n° 1		TIEMPO					
COMPUESTO POR:				COSTO					
				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇨	◯	□	▲	
1 Tomar chapa de los carros			0		⇨				
Enderezar puntas torcidas (con martillo y pieza de cúbica de metal)			0	○					
Medir distancia y marcar lugar de refuerzos			155	○					
2 Tomar en otra mesa refuerzos			0		⇨				
Llevarlos a la mesa de trabajo			0		⇨				
Tomar cinta doble (pegote en ambos lados)			0		⇨				
Limpiar los refuerzos grasosos			0	○					
Encintar refuerzos y sacar papel protector (13 refuerzos)			347	○					
3 Busca otro refuerzo y repite la operación anterior			63		⇨				
4 Pega refuerzos			0	○					
Encinta los bordes de los refuerzos para evitar filtraciones			125	○					
Busca otra chapa para la parte delantera de la exhibidora			0		⇨				
Alinea y la une a la chapa anterior con dos pinzas a presión			0	○					
Trae la pestañadora y une la primera mitad			164	○					
Pestaña la otra mitad (mueve la máquina 6 pestañadora)			106	○					
7 Saca las pinzas			0	○					
Pega refuerzos en la parte delantera			0	○					
Encinta los bordes			0	○					
Encinta la unión de las 2 chapas			0	○					
TOTAL en minutos				13	6				

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°1		HOJA n°2		RESUMEN					
Objeto		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP.	ECON.			
Manila 90X3750X205		OPERACIÓN							
		TRANSPORTE							
ACTIVIDAD		ESPERA							
Armado del piso		INSPECCIÓN							
METODO: ACTUAL		ALMACENAMIENTO							
LUGAR: Sector de espumado		DISTANCIA (metros)							
OPERARIO(S)		TIEMPO							
FICHA n°1		COSTO							
COMPUESTO POR:		Mano de obra							
		Material							
		TOTAL							
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	⊖	□	△	
Pega refuerzos en la parte delantera			230	○					
8 Busca más refuerzos			0		⇒				
Encinta refuerzos para la parte delantera			0	○					
Pega los refuerzos			120	○					
9 Busca bastidores			40		⇒				
10 Coloca el primer bastidor			0	○					
Encinta la unión			70	○					
11 Busca engrapadora			0		⇒				
Engrapa la unión entre la chapa y el bastidor			0	○					
Dobla las puntas salientes de las grapas			530	○					
12 Repite con el otro bastidor			560	○					
Toma 3 tablas de madera de 1,25m de debajo de 13 la mesa			0		⇒				
Busca la engrapadora			0		⇒				
Une en la parte superior del frente del piso			240	○					
Engrapa refuerzos de madera entre cada par de 14 tablas			80	○					
15 Toma restos de espuma			0		⇒				
Corta en cubos pequeños (5o 6 cm2 de base y +o 10 de alto)			0	○					
Mide y corta tacos con los cubos de espuma			0	○					
Los ubica en el 1/3 y 2/3 de la parte delantera			360	○					
TOTAL en minutos				13	6				

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°1		HOJA n°1		RESUMEN					
Objeto		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP.	ECON.			
Manila 90X3750X205		OPERACIÓN		10					
		TRANSPORTE		9					
ACTIVIDAD		ESPERA							
Armado de la tapa		INSPECCIÓN							
METODO: ACTUAL		ALMACENAMIENTO							
LUGAR: Sector de espumado		DISTANCIA (metros)							
OPERARIO(S)		TIEMPO							
FICHA n°1		COSTO							
COMPUESTO POR:		Mano de obra							
		Material							
		TOTAL							
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	⊖	□	△	
1 Busca con otro operario una chapa para el techo					⇒				
La llevan a la mesa basculante			90		⇒				
2 Busca otra sección de chapa					⇒				
La lleva a la mesa basculante			90		⇒				
3 Con otro operario une con pinzas a presión					○				
Pestaña la unión de las chapas			360		○				
4 Mide con una tabla y marca posición de refuerzos en las chapas recién colocadas			85		○				
5 Busca más refuerzos					⇒				
Los encinta					○				
Los pega en la tapa			605		○				
6 Pega refuerzos en la parte inferior de la tapa					○				
Pega refuerzos en la parte delantera			290		○				
7 Busca guantes					⇒				
Con otro operario lleva la tapa a la mesa contigua					⇒				
Unen piso y tapa			80		○				
8 Encinta la unión piso - tapa			240		○				contaran con una máquina de encintar
9 Con una pinza y la cinta hacen correcciones y mejoras de terminación					○				
Revisa la unión de chapa con piso			40		⇒				
10 Con otro operario ponen el piso en un carro			35		⇒				
TOTAL en minutos			32	10	9				

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°2		HOJA n°1		RESUMEN					
Objeto				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	ECON.		
Manila 110X3750X38				OPERACIÓN ○	33				
				TRANSPORTE ⇨	11				
ACTIVIDAD				ESPERA ⊖					
Armado del piso				INSPECCIÓN □					
METODO: ACTUAL				ALMACENAMIENTO ▲					
LUGAR: Sector de espumado				DISTANCIA (metros)					
OPERARIO(S)		FICHA n°1		TIEMPO					
COMPUESTO POR:				COSTO					
				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇨	⊖	□	▲	
1 Tomar chapa de los carros junto con otro operario				○					
Ubicarla en la mesa y pone 1 caja para evitar el volcado de la chapa			90		⇨				
2 Repara las puntas y dobleces			80	○					
3 Busca refuerzos. Los limpia y encinta,			190		⇨				
Mide posición y pega refuerzos en la parte inferior									
4 del piso									
Encinta los bordes de los refuerzos			270	○					
5 Busca otra chapa y la lleva a la mesa			40		⇨				
Junto a otro operario usan pinzas prensas y unen				○					
6 las chapas									
Encintan los bordes de las chapas que quedan orientadas hacia arriba para evitar que se abran			230						
7 Pestañea la unión entre las chapas			210	○					
8 Limpia las chapas y mide posiciones de refuerzos				○					
Busca refuerzos. Los limpia y encinta,					⇨				
Lleva los refuerzos a la mesa de trabajo			405		⇨				
9 Coloca los refuerzos en la segunda chapa			75	○					
10 Busca más refuerzos y los encinta			180		⇨				
11 Busca los bastidores.					⇨				Están demasiado lejos
Coloca más refuerzos y encinta sus bordes.				○					
Encinta la unión entre las chapas			495	○					
12 Coloca el primer bastidor.				○					
TOTAL en minutos				10	7				

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°2		HOJA n°2		RESUMEN					
Objeto				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	ECON.		
Manila 110X3750X38				OPERACIÓN ○	33				
				TRANSPORTE ⇨	11				
ACTIVIDAD				ESPERA ◯					
Armado del piso				INSPECCIÓN □					
METODO: ACTUAL				ALMACENAMIENTO ▲					
LUGAR: Sector de espumado				DISTANCIA (metros)					
OPERARIO(S)		FICHA n°1		TIEMPO					
COMPUESTO POR:				COSTO					
				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
Lo engrapa.				○					
Dobla las puntas salientes de las grapas				○					
Pega 1 refuerzo más			455	○					
13 Encinta el bastidor			160	○					
14 Coloca el segundo bastidor.				○					
Lo engrapa.				○					
Dobla las puntas salientes de las grapas			450	○					
15 Pega refuerzos				○					
Encinta el bastidor			150	○					
Busca tiras de madera para rigidizar 1 costado (3 16 tablas)					⇨				
Engrapa las tablas			280	○					
17 Recarga la engrapadora			60	○					
18 Pone refuerzos entre las uniones de las 3 tablas			110	○					
19 Busca pedazos de espuma y un serrucho			50		⇨				
20 Corta 6 trozos de espuma			70	○					
Mide el alto del trozo de espuma y los corta en la 21 sierra circular.			120	○					
Coloca los trozos a modo de tacos (4) y los 22 encinta. 2 en la prime chapa y 2 en la segunda.				○					
Voltea el piso de la exhibidora			180		⇨				
23 Coloca tablas de madera en la segunda chapa				○					
TOTAL en minutos				17	3				

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°2		HOJA n°1		RESUMEN					
Objeto				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	ECON.		
Manila 110X3750X38				OPERACIÓN ○	16				
				TRANSPORTE ⇨	8				
ACTIVIDAD				ESPERA D	1				
Armado de la tapa				INSPECCIÓN □					
METODO: ACTUAL				ALMACENAMIENTO ▲					
LUGAR: Sector de espumado				DISTANCIA (metros)					
OPERARIO(S)		FICHA n°1		TIEMPO					
COMPUESTO POR:				COSTO					
				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
1 Busca la chapa			90	○					
2 La lleva a la mesa basculante					⇨				
Espera a otro operario para llevar otra chapa						D			
Junto con otro operario llevan la segunda chapa a la mesa basculante			170	○					
3 Colocan las 2 chapas en la mesa.					⇨				
Corrigen dobleces y bollos en la unión de las 2 chapas			90						
Junto con otro operario y dos pinzas a presión 4 unen las chapas.				○					
Pestañan unión			370	○					
5 Recargan la máquina pestañadora			60						
6 Mide y marca lugares para refuerzos				○					
Busca los refuerzos.					⇨				
Los encinta			360	○					
7 Pega los refuerzos				○					
Encinta sus bordes			130	○					
8 Busca más refuerzos					⇨				
Los encinta			90	○					
9 Pega los refuerzos				○					
Encinta los bordes				○					
Encinta la unión entre las chapas			200	○					
TOTAL en minutos				12	4	1			

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°3		HOJA n°1		RESUMEN					
Objeto				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROP.	ECON.		
Perugia 3750				OPERACIÓN	○				
				TRANSPORTE	⇒				
ACTIVIDAD				ESPERA	◐				
Armado del piso				INSPECCIÓN	□				
				ALMACENAMIENTO	△				
METODO: ACTUAL				DISTANCIA (metros)					
LUGAR: Sector de espumado				TIEMPO					
OPERARIO(S)		FICHA n°1		COSTO					
COMPUESTO POR:				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	◐	□	△	
1 Tomar chapa de los carros					⇒				
Enderezar puntas torcidas (con martillo y pieza de cúbica de metal)				○					
Busca soportes de espuma para que no se doble la chapa y los acomoda			120		⇒				
2 Mide y marca posición de refuerzos				○					
Busca refuerzos en la otra mesa					⇒				
Los encinta				○					
Los pega en los lugares marcados			740	○					
3 Busca otra chapa					⇒				La lleva solo. Operación peligrosa.
Une las dos chapas por medio de una tabla de madera			220	○					
4 Une las dos chapas por medio de pinzas prensa			165	○					
Atornilla la unión entre las 2 chapas con una máquina especial			345	○					operación subiéndose a la mesa
5 Encinta la unión entre las chapas			60	○					
6 Baja de la mesa					⇒				
Retira parcialmente los soportes de espuma			120	○					
8 Busca los bastidores			180		⇒				
9 Carga la engrapadora			180	○					
TOTAL en minutos									

CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°3		HOJA n°2		RESUMEN					
Objeto		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP.	ECON.			
Perugia 3750		Armado del piso		29					
METODO: ACTUAL		DISTANCIA (metros)		6					
LUGAR: Sector de espumado		TIEMPO							
OPERARIO(S)		FICHA n°1		COSTO					
COMPUESTO POR:				Mano de obra					
				Material					
				TOTAL					
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	D	□	△	
10 Arma el primer bastidor				○					
Engrapa la unión entre bastidor y la chapa				○					
Dobla las puntas salientes de las grapas				○					
Encinta la unión entre la chapa y el bastidor				○					
Pega refuerzos			660	○					
11 Repite la operación con el segundo bastidor				○					
Corta refuerzos especiales en la tenaza que está junto a la mesa de los laterales			570	○					
Pone 3 tablas en la parte delantera a modo de refuerzo				○					
Engrapa las tablas con la chapa			270	○					
Corta tacos refuerzos de madera y los coloca a modo de refuerzo entre las uniones de las 3 tablas				○					
13 Encinta las uniones			320	○					
14 Corta más tacos de madera				○					
Mide la posición y coloca los tacos				○					
Retira el soporte de espuma				○					
Voltea la pieza			370	○					
TOTAL en minutos				15					

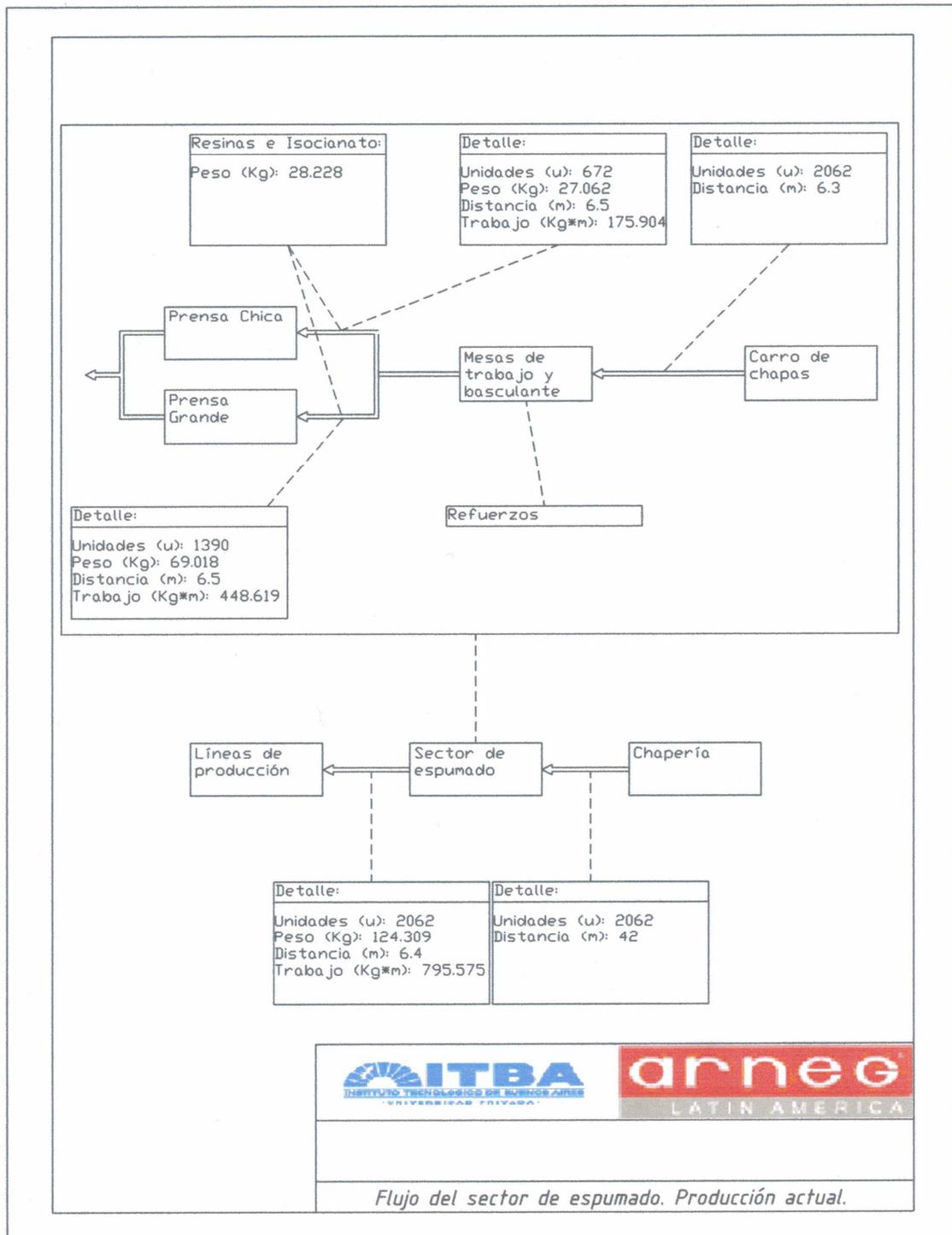
CURSOGRAMA ANALITICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
DIAGRAMA n°3		HOJA n°1		RESUMEN					
Objeto		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROP.	ECON.			
Perugia 3750		OPERACIÓN		17					
		TRANSPORTE		2					
ACTIVIDAD		ESPERA							
Armado de la tapa		INSPECCIÓN							
METODO: ACTUAL		ALMACENAMIENTO							
LUGAR: Sector de espumado		DISTANCIA (metros)							
OPERARIO(S)		TIEMPO							
FICHA n°1		COSTO							
COMPUESTO POR:		Mano de obra							
		Material							
		TOTAL							
DESCRIPCION	CANT	DIST (m)	TIEMPO (Seg)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
				○	⇒	⊖	□	△	
1 Busca 2 chapas para la tapa				○					
Las lleva junto a otro operario a la mesa basculante			210		⇒				
Junto con otro operario unen las chapas con 2 pinzas a presión			60	○					
3 Atornillan la unión de las chapas			300	○					
Mide, prepara y pega refuerzos en la parte 4 posterior de la tapa			390	○					
5 Arma pequeños refuerzos				○					
Los pega				○					
Encinta los bordes de los refuerzos				○					
Encinta la unión de las chapas			390	○					
6 Prepara y pega más refuerzos en la tapa				○					
Encinta los bordes de los refuerzos			270	○					
7 Busca otra chapa					⇒				
Une con pinzas a presión				○					
Atornillan la unión de las chapas			300	○					
8 Mide, prepara y pega refuerzos				○					
Encinta los bordes de los refuerzos				○					
Encinta la unión de las chapas			390	○					
9 Unen piso con tapa			120	○					
10 Encintan la unión entre piso y tapa			300	○					
TOTAL en minutos			46	17	2				

4 Peso de las exhibidoras.

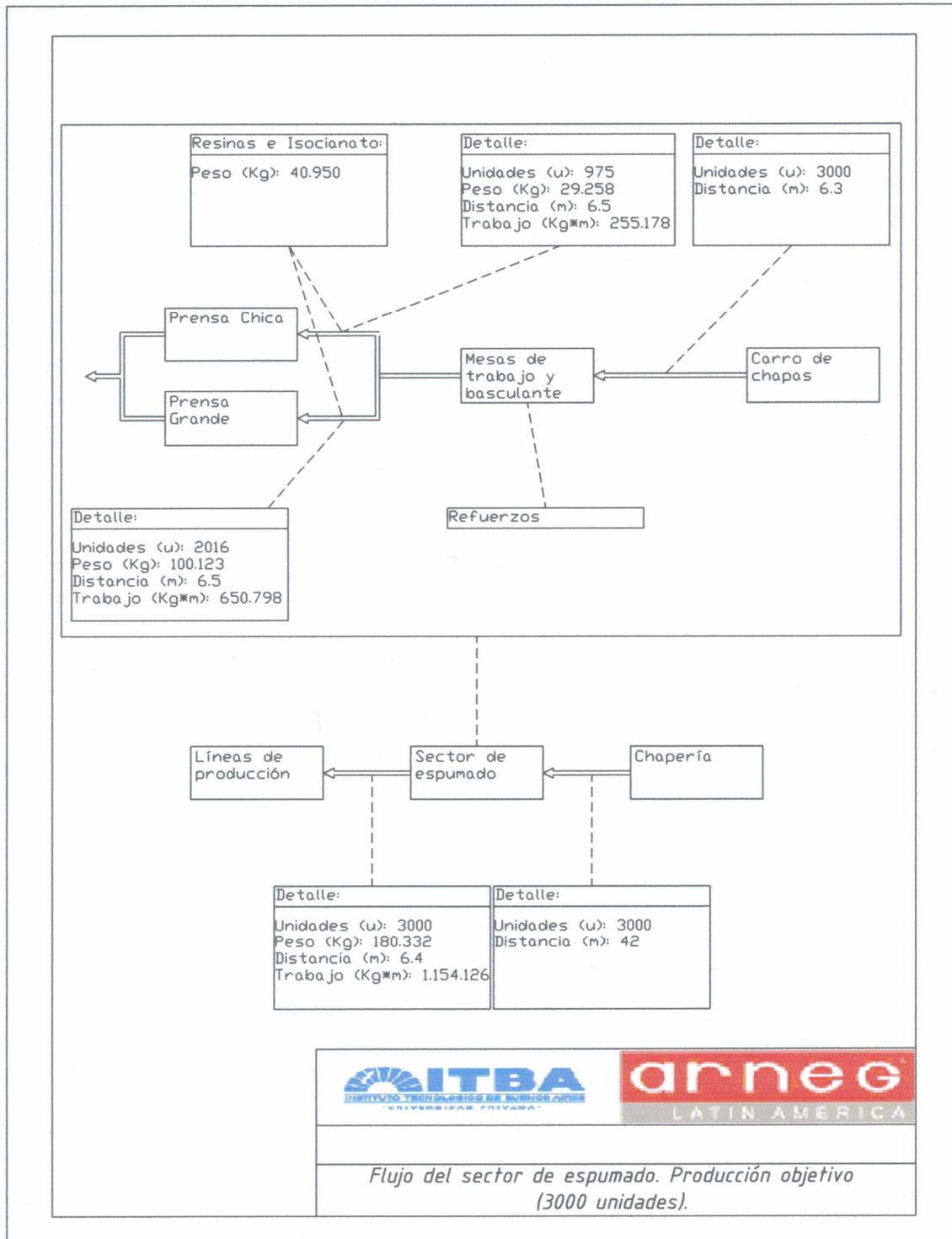
Peso en Kg de los modelos de exhibidoras en función de su ancho								
Ancho	3750 mm		2500 mm		1875 mm		1250 mm	
	Sin Espumar	Espumado						
Brisbane	53	67	41	50	-	-	26	31
Laval	67	83	47	58	37	45	-	-
Perugia	57	71	42	51	-	-	27	32
Malmo	62	81	44	57	-	-	25	31
Manila 110	67	88	42	56	-	-	25	32
Manila 90	55	73	39	51	35	44	22	28

5 Flujos del sector de espumado.

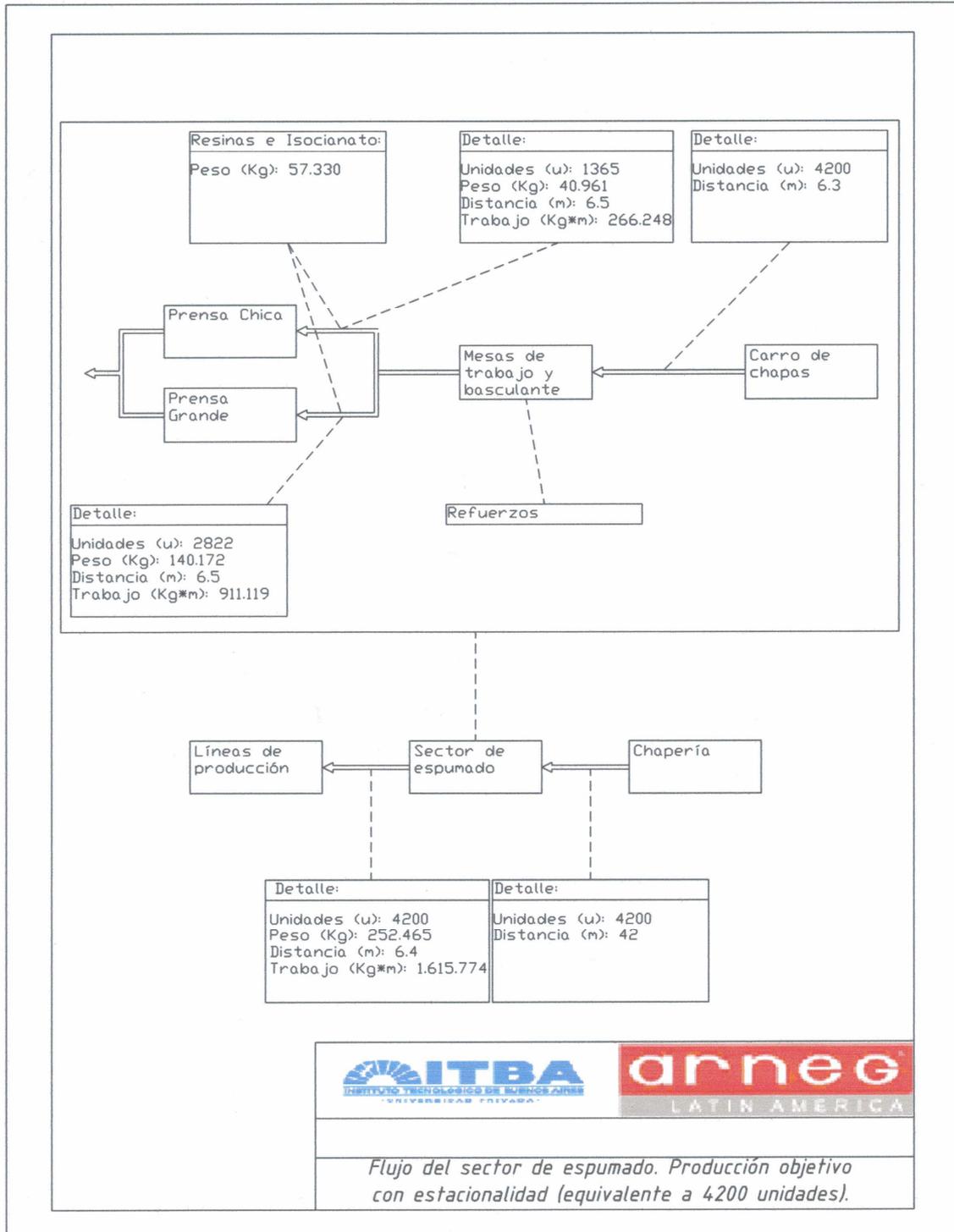
5.1 Producción actual.



5.2 Producción objetivo (3000 unidades anuales).



5.3 Producción objetivo con estacionalidad (4200 unidades anuales).



6 Cuadro de saturación de Máquinas y puestos.

Nivel de Producción jun 04 - jul 05.

Familia de pisos	Tiempo de armado total (min)	Factor por el ancho	Factor por familia	Equivalencia
F.MANILA 90	101	0,99	1	0,99
F.MANILA 110	125	0,93	1,24	1,15
F.PERUGIA	119	0,80	1,18	0,95
F.ANGULOS	101	1	3	3

Carga de Maquinas

			F.MANILA 90	F.MANILA 110	F.PERUGIA	F.ANGULOS	TOTAL
Mesas armado y rotatoria	Tiempo / un	(min / un)	66	90	84	197	
	Volumen	(n°)	917	247	422	20	1606
	Vol. Equiv	(UEM90)	905	284	400	60	1649
	Tiempo total	(min)	59573	18696	26290	3948	108508
Inyección	Tiempo / un	(min / un)	5	5	5	5	
	Volumen	(n°)	917	247	422	20	1606
	Vol. Equiv	(UEM90)	905	284	400	60	1649
	Tiempo total	(min)	4585	1235	2110	100	8030
Prensa 1	Tiempo / un	(min / un)	30	30	30	30	
	Volumen	(n°)	822	247	0	20	1089
	Vol. Equiv	(UEM90)	812	284	0	60	1156
	Tiempo total	(min)	24660	7410	0	0	32070
Prensa 2	Tiempo / un	(min / un)	30	30	30	30	
	Volumen	(n°)	95	0	422	0	517
	Vol. Equiv	(UEM90)	94	0	400	0	493
	Tiempo total	(min)	2850	0	12660	0	15510

Análisis de capacidad

EQUIPAMIENTO	
Parametros	Unidades
Capacidad	(min / turno año)
Volumen	min
operarios	(n°)
Turnos	(n°)
Saturación	(%)

Mesas armado y rotatoria	Inyección	Prensa 1	Prensa 2
99750	96000	93600	93600
108508	8030	32070	15510
2	1	1	1
1	1	1	1
54%	8%	34%	17%

Nivel de Producción actual estimada: equivalente a 2080 unidades anuales.

Familia de pisos	Tiempo de armado total (min)	Factor por el ancho	Factor por familia	Equivalencia
F.MANILA 90	101	0,99	1	0,99
F.MANILA 110	125	0,93	1,24	1,15
F.PERUGIA	119	0,80	1,18	0,95
F.ANGULOS	101	1	3	3

Carga de Maquinas

		F.MANILA 90	F.MANILA 110	F.PERUGIA	F.ANGULOS	TOTAL
Mesas armado y rotatoria	Tiempo / un (min / un)	66	90	84	197	
	Volumen (n°)	1192	321	549	26	2088
	Vol. Equiv (UEM90)	1177	369	519	78	2144
	Tiempo total (min)	77445	24305	34177	5132	141060
Inyección	Tiempo / un (min / un)	5	5	5	5	
	Volumen (n°)	1192	321	549	26	2088
	Vol. Equiv (UEM90)	1177	369	519	78	2144
	Tiempo total (min)	5961	1606	2743	130	10439
Prensa 1	Tiempo / un (min / un)	30	30	30	30	
	Volumen (n°)	1069	321	0	26	1416
	Vol. Equiv (UEM90)	1055	369	0	78	1502
	Tiempo total (min)	32058	9633	0	0	41691
Prensa 2	Tiempo / un (min / un)	30	30	30	30	
	Volumen (n°)	124	0	549	0	672
	Vol. Equiv (UEM90)	122	0	519	0	641
	Tiempo total (min)	3705	0	16458	0	20163

Análisis de capacidad

EQUIPAMIENTO	
Parametros	Unidades
Capacidad	(min / turno año)
Volumen	min
operarios	(n°)
Turnos	(n°)
Saturación	(%)

Mesas armado y rotatoria	Inyección	Prensa 1	Prensa 2
99750	96000	93600	93600
141060	10439	41691	20163
2	1	1	1
1	1	1	1
71%	11%	45%	22%

Nivel de Producción objetivo: equivalente a 3000 unidades anuales.

Familia de pisos	Tiempo de armado total (min)	Factor por el ancho	Factor por familia	Equivalencia
F.MANILA 90	101	0,99	1	0,99
F.MANILA 110	125	0,93	1,24	1,15
F.PERUGIA	119	0,80	1,18	0,95
F.ANGULOS	101	1	3	3

Carga de Maquinas

		F.MANILA 90	F.MANILA 110	F.PERUGIA	F.ANGULOS	TOTAL
Mesas armado y rotatoria	Tiempo / un	66	90	84	197	3000 3080 202692
	Volumen	1713	461	788	37	
	Vol. Equiv (UEM90)	1691	531	746	112	
	Tiempo total (min)	111282	34925	49110	7375	
Inyección	Tiempo / un	5	5	5	5	3000 3080 15000
	Volumen	1713	461	788	37	
	Vol. Equiv (UEM90)	1691	531	746	112	
	Tiempo total (min)	8565	2307	3941	187	
Prensa 1	Tiempo / un	30	30	30	30	2023 2125 59907
	Volumen	1535	461	0	26	
	Vol. Equiv (UEM90)	1516	531	0	78	
	Tiempo total (min)	46065	13842	0	0	
Prensa 2	Tiempo / un	30	30	30	30	966 922 28973
	Volumen	177	0	788	0	
	Vol. Equiv (UEM90)	175	0	746	0	
	Tiempo total (min)	5324	0	23649	0	

Análisis de capacidad

EQUIPAMIENTO		Mesas armado y rotatoria	Inyección	Prensa 1	Prensa 2
Parametros	Unidades				
Capacidad	(min / turno año)	99750	96000	93600	93600
Volumen	min	202692	15000	59907	28973
operarios	(n°)	2	1	1	1
Turnos	(n°)	1	1	1	1
Saturación	(%)	102%	16%	64%	31%

Nivel de Producción objetivo con estacionalidad: equivalente a 4200 unidades anuales.

Familia de pisos	Tiempo de armado total (min)	Factor por el ancho	Factor por familia	Equivalencia
F.MANILA 90	101	0,99	1	0,99
F.MANILA 110	125	0,93	1,24	1,15
F.PERUGIA	119	0,80	1,18	0,95
F.ANGULOS	101	1	3	3

Carga de Maquinas

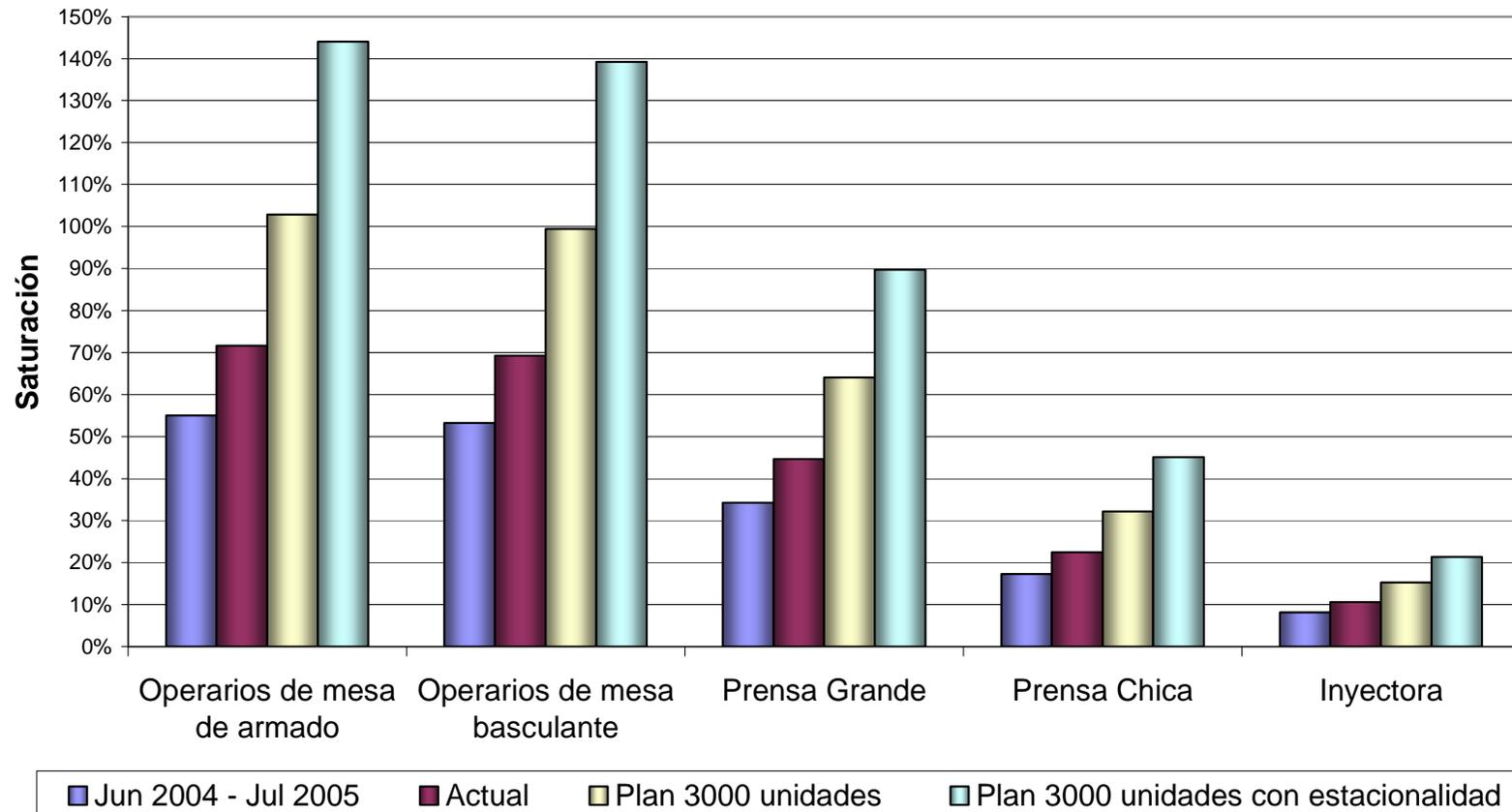
			F.MANILA 90	F.MANILA 110	F.PERUGIA	F.ANGULOS	TOTAL
Mesas armado y rotatoria	Tiempo / un	(min / un)	66	90	84	197	
	Volumen	(n°)	2398	646	1104	52	4200
	Vol. Equiv	(UEM90)	2368	743	1045	157	4313
	Tiempo total	(min)	155795	48895	68754	10325	283769
Inyección	Tiempo / un	(min / un)	5	5	5	5	
	Volumen	(n°)	2398	646	1104	52	4200
	Vol. Equiv	(UEM90)	2368	743	1045	157	4313
	Tiempo total	(min)	11991	3230	5518	262	21000
Prensa 1	Tiempo / un	(min / un)	30	30	30	30	
	Volumen	(n°)	2150	646	0	26	2822
	Vol. Equiv	(UEM90)	2122	743	0	78	2943
	Tiempo total	(min)	64491	19379	0	0	83869
Prensa 2	Tiempo / un	(min / un)	30	30	30	30	
	Volumen	(n°)	248	0	1104	0	1352
	Vol. Equiv	(UEM90)	245	0	1045	0	1290
	Tiempo total	(min)	7453	0	33108	0	40562

Análisis de capacidad

EQUIPAMIENTO		Mesas armado y rotatoria	Inyección	Prensa 1	Prensa 2
Parametros	Unidades				
Capacidad	(min / turno año)	99750	96000	93600	93600
Volumen	min	283769	21000	83869	40562
operarios	(n°)	2	1	1	1
Turnos	(n°)	1	1	1	1
Saturación	(%)	142%	22%	90%	43%

7 Saturación de los puestos de trabajo.

Saturación de los puestos de trabajo



8 Distribución del tiempo de armado de los modelos más significativos.

8.1 Manila 110 X 205 X 3750.

Distribución del tiempo de armado del piso

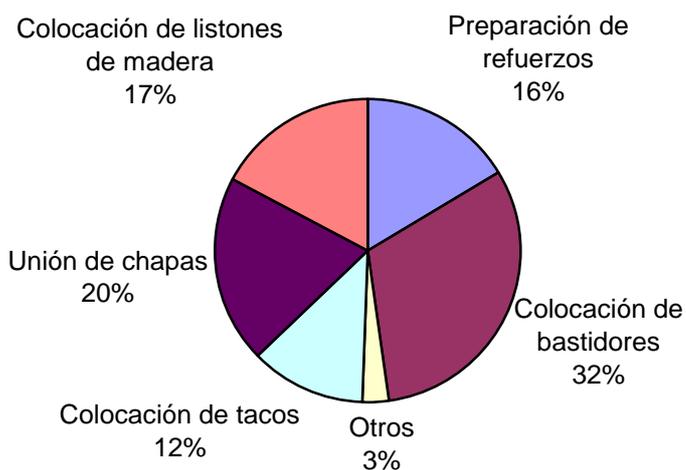


Distribución del tiempo de armado de la tapa

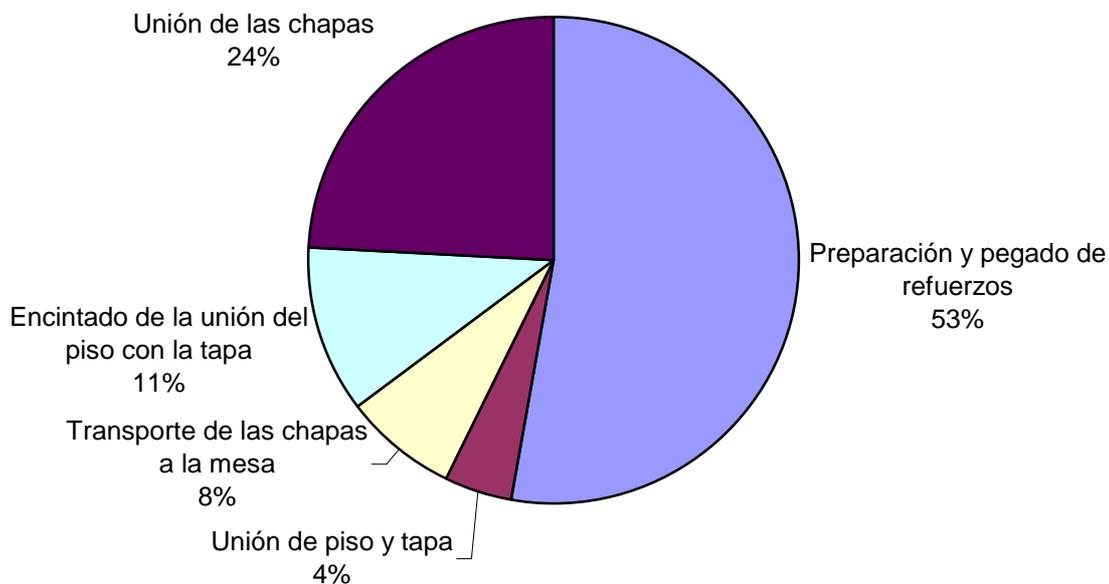


8.2 Perugia 3750

Distribución del tiempo de armado del piso



Distribución del tiempo de armado de la tapa



9 Fichas técnicas:

9.1 Cinta ATG aplicable con pistola 3M.

Scotch® ATG Tapes

924 • 926 • 928 • 969 • 976 • 970XL

Technical Data

August, 2000

Product Description	Tape 924	0.002 in. (0.05 mm) thick adhesive transfer tape
	Tape 926	0.005 in. (0.13 mm) thick high performance adhesive transfer tape
	Tape 928	0.002 in. (0.05 mm) thick high-tack/low-tack double coated tape
	Tape 969	0.005 in. (0.13 mm) thick high-tack adhesive transfer tape
	Tape 970XL	0.001 in. (0.025 mm) thick adhesive transfer tape
	Tape 976	0.002 in. (0.05 mm) thick high-tack adhesive transfer tape
	Tapes are reverse wound on 1-inch diameter cores for use in Scotch ATG dispensers.	

Construction

Products	Tape 924	Tape 926	Tape 928	Tape 969	Tape 976	Tape 970XL
Adhesive Type:*	400	350	400/1000	300	300	400
Adhesive Carrier:	None	None	Tissue	None	None	None
Release Liner:	Tan Paper *DK	Tan Paper *DK	White Paper *PCK	Tan Paper *DK	Tan Paper *DK	White Paper with Red Printing *DK
Approximate Thickness:						
Release Liner	0.004 in. (0.10 mm)	0.004 in. (0.10 mm)	0.006 in. (0.15 mm)	0.005 in. (0.13 mm)	0.004 in. (0.10 mm)	0.0025 in. (0.065 mm)
Tape Only	0.002 in. (0.05 mm)	0.005 in. (0.13 mm)	0.002 in. (0.05 mm)	0.005 in. (0.13 mm)	0.002 in. (0.05 mm)	0.001 in. (0.025 mm)
Tape Color:	Clear	Clear	White	Clear	Clear	Clear

*DK = densified kraft PCK = polycoated kraft

*Adhesive System 350 is a firm acrylic pressure-sensitive adhesive system. It features very high adhesion to a variety of surfaces, excellent shear holding power, high temperature resistance and excellent UV resistance.

Adhesive System 400 is a medium-firm acrylic pressure-sensitive adhesive system. It features an excellent balance of good initial adhesion (quick stick) and good shear holding power.

Adhesive System 400 is a medium-firm acrylic pressure sensitive adhesive system. It features high initial adhesion to a wide variety of materials and good shear holding power.

Adhesive System 300 is a soft acrylic pressure-sensitive adhesive system. It features very high initial adhesion and good shear holding power to a wide variety of materials including most plastics.

Adhesive System 1000 is a low-tack, repositionable acrylic pressure-sensitive adhesive.

Scotch® ATG Tapes

924 • 926 • 928 • 969 • 976 • 970XL

Typical Physical Properties and Performance Characteristics

Note: The following technical information and data should be considered representative or typical only and should not be used for specification purposes.

Products	Tape 924	Tape 926	Tape 928	Tape 969	Tape 976	Tape 970XL
Adhesion to Steel: (ASTM D3330)	25 oz./in. (27 N/100 mm)	150 oz./in. (163 N/100 mm)	3 oz./in. low-tack side 12 oz./in. high-tack side (13 N/100 mm)	75 oz./in. (82 N/100 mm)	60 oz./in. (66 N/100 mm)	14 oz./in. (15 N/100 mm)
Relative High Temperature Operating Ranges:						
Long Term (days, weeks)	180°F (82°C)	300°F (149°C)	120°F (49°C)	180°F (82°C)	180°F (82°C)	180°F (82°C)
Short Term (minutes, hours)	250°F (121°C)	450°F (232°C)	180°F (82°C)	250°F (121°C)	250°F (121°C)	250°F (121°C)
Relative Solvent Resistance:	Good	Very Good	Fair	Medium	Medium	Good
U.V. Resistance:	Excellent	Good	Good	Not recommended for direct exposure to sunlight or other sources of U.V. light.		Excellent
Shelf Life of Tape in Roll Form:	24 months from date of manufacture when stored in original cartons at 70°F (21°C) and 50% relative humidity.					

Available Sizes

Available Lengths:	36 yd. (32.9 m) 60 yds. (54.9 m)	18 yds. (16.5 m) 36 yds. (32.9 m)	18 yds. (16.5 m) 36 yds. (32.9 m)	18 yds. (16.5 m) 36 yds. (32.9 m)	36 yds. (32.9 m) 60 yds. (54.9 m)	36 yds. (32.9 m) 60 yds. (54.9 m)
Available Widths:	1/4 in., 1/2 in., 3/4 in. and 2 in.	1/4 in., 1/2 in., 3/4 in. and 2 in.	1/2 in. and 3/4 in.	1/4 in., 1/2 in., 3/4 in. and 2 in.	1/4 in., 1/2 in. and 3/4 in.	1/2 in. and 3/4 in.
Normal Slitting Tolerance:	± 1/32 in. (0.8 mm)					
Core Size (ID)	1.0 in. (25.4 mm)	1.0 in. (25.4 mm)	1.0 in. (25.4 mm)	1.0 in. (25.4 mm)	1.0 in. (25.4 mm)	1.0 in. (25.4 mm)

Application Techniques

- Bond strength is dependent upon the amount of adhesive-to-surface contact developed. Firm application pressure helps develop better adhesive contact and improve bond strength.
- To obtain optimum adhesion, the bonding surfaces must be clean, dry and well unified. Typical surface cleaning solvents are isopropyl alcohol and water (rubbing alcohol) or heptane. **Note:** Be sure to follow the manufacturer's precautions and directions for use when using solvents.
- Ideal tape application temperature range is 70°F to 100°F (21°C to 38°C). Initial tape application to surfaces at temperatures below 50°F (10°C) is not recommended because the adhesive becomes too firm to adhere readily. However, once properly applied, low temperature holding is generally satisfactory.

Scotch® ATG Tapes

924 • 926 • 928 • 969 • 976 • 970XL

General Information

- Tape 928 is a low-tack adhesive which allows removal from many papers, foils, and films without adhesive residue and will not cause delamination of most paper stocks. In many cases, the tape can be reused numerous times.
- Tape 928 will not bleed into most paper stocks which helps minimize possible discoloration or staining.
- Flexible materials will adhere better to tape 928 than will rigid materials (e.g., paper vs. cardboard). It may also be necessary to remove curl from certain materials to avoid having them pull away from the low-tack adhesive of tape 928 over a period of time.
- The extended liner (XL) on tape 970XL provides a dry edge on each side of the roll for adhesive protection. Liner extension is 1/16 in. (1.6 mm) on each side which decreases coating 1/8 in. (3.2 mm) overall.
- ATG tapes are a reverse wound version of standard 3M Adhesive Transfer and Double Coated tapes for use in the Scotch® ATG hand-held dispensers.

Comparable 3M tapes are:

ATG Tape	Comparable 3M ATT/DC Tape
924	465
926	9485
928	9416
969	950
970XL	920XL
976	927

Note: The user should carefully evaluate the product under actual use conditions to determine whether it is fit for a particular purpose and suitable for the user's method of application.

Application Ideas

- **Tape 924**
Tape 924 is ideal for bonding a wide variety of similar and dissimilar materials such as metals, glass, wood, papers, paints, and many plastics. Some application ideas include:
 - Mounting promotional items, posters, etc.
 - Core starting.
 - Mounting picture frame mat boards and dust covers.
- **Tape 926**
Tape 926 is ideal for applications requiring high bond strength, high shear strength and high temperature performance. Some application ideas are:
 - Nameplates on award plaques.
 - Bonding foam insulation.
 - Bonding folders and boxes that have a higher degree of memory.
- **Tape 928**
Many repositionable, reusable, or reclosable uses such as:
 - Reclosable bags or envelopes
 - Core starting and end tabbing of papers, foils, and films
 - Novelty items
 - Removable stickers and labels
 - Point of purchase displays
 - Book inserts
 - Mounting promotional items
 - Removable/changeable advertisements
 - Temporary hold for protective packaging materials, such as foam or cardboard, used during shipment of manufactured goods

Scotch® ATG Tapes

924 • 926 • 928 • 969 • 976 • 970XL

Application Ideas (continued)

• Tapes 969 and 976

Tapes 969 and 976 are ideal for bonding materials with glossy coatings where an aggressive adhesive with high initial adhesion is desired. Some application ideas are:

- Folders and boxes
- Attach fabric swatches in sample books
- Assemble point-of-purchase displays

• Tape 970XL

This adhesive is ideal for adhesion to many paper materials but also works well on many surfaces. Some application ideas are:

- Pressure-sensitive edges for posters and point of purchase sales advertising.
- Mounting photos pre-press, prior to color scanning in lithography (0.001 in. [0.025 mm] caliper helps reduce visibility).
- Mounting of novelty items, photographs, note pads, etc.

Certification/ Recognition

MSDS: 3M has not prepared a MSDS for these products which are not subject to the MSDS requirements of the Occupational Safety and Health Administration's Hazard Communication Standard, 29 C.F.R. 1910.1200(b)(6)(v). When used under reasonable conditions or in accordance with the 3M directions for use, these products should not present a health and safety hazard. However, use or processing of the products in a manner not in accordance with the directions for use may affect their performance and present potential health and safety hazards.

TSCA: These products are defined as articles under the Toxic Substances Control Act and therefore, are exempt from inventory listing requirements.

For Additional Information

To request additional product information or to arrange for sales assistance, call toll free 1-800-362-3550 or visit www.3M.com/bonding. Address correspondence to: 3M Engineered Adhesives Division, 3M Center, Building 220-7E-01, St. Paul, MN 55144-1000. Our fax number is 651-733-9175. In Canada, phone: 1-800-364-3577. In Puerto Rico, phone: 1-787-750-3000. In Mexico, phone: 52-70-04-00.

Important Notice

3M MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. User is responsible for determining whether the 3M product is fit for a particular purpose and suitable for user's method of application. Please remember that many factors can affect the use and performance of a 3M product in a particular application. The materials to be bonded with the product, the surface preparation of those materials, the product selected for use, the conditions in which the product is used, and the time and environmental conditions in which the product is expected to perform are among the many factors that can affect the use and performance of a 3M product. Given the variety of factors that can affect the use and performance of a 3M product, some of which are uniquely within the user's knowledge and control, it is essential that the user evaluate the 3M product to determine whether it is fit for a particular purpose and suitable for the user's method of application.

Limitation of Remedies and Liability

If the 3M product is proved to be defective, THE EXCLUSIVE REMEDY, AT 3M'S OPTION, SHALL BE TO REFUND THE PURCHASE PRICE OF OR TO REPAIR OR REPLACE THE DEFECTIVE 3M PRODUCT. 3M shall not otherwise be liable for loss or damages, whether direct, indirect, special, incidental, or consequential, regardless of the legal theory asserted, including, but not limited to, contract, negligence, warranty, or strict liability.



This Engineered Adhesives Division product was manufactured under a 3M quality system registered to ISO 9002 standards.



Engineered Adhesives Division
3M Center, Building 220-7E-01
St. Paul, MN 55144-1000



Recycled Paper
40% pre-consumer
10% post-consumer

Printed in U.S.A.
©3M 2000 70-0705-7564-5 (801)

9.2 Cinta de enmascarar “233+” de 3M.



Technical Data

Product Description	A high performance crepe paper masking tape for most paint masking applications.			
Product Construction	Backing	Adhesive	Color	Standard Roll Length
	Smooth crepe paper with a solvent resistant saturant	Rubber	Green	55m (60.17 yds.)

Typical Physical Properties	Note: The following technical information and data should be considered representative or typical only, and should not be used for specification purposes.		
			ASTM Test Method
Adhesion to Steel:	38 oz./in. width (41 N/100mm)		D-3330
Tensile Strength:	25 lbs./in. width (438 N/100mm)		D-3759
Elongation at Break:	10%		D-3759
Tape Thickness:	6.7 mils (0.17mm)		D-3652
Temperature Use Range:	Up to 250°F (121°C) for up to 30 minutes		

General Information	<ul style="list-style-type: none"> Removes cleanly when subject to temperatures up to 250°F (121°C) for up to 30 minutes The heat and solvent resistance will provide excellent performance in most paint masking applications Provides a balanced construction for applications where clean removal and conformability are critical requirements Excellent transfer resistance to “difficult to remove from” surfaces like EPDM rubber moldings Tape 233+ is better than most conventional masking tapes for sunlight resistance. However, it is still advised that it not be subjected to outdoor exposure or prolonged periods of sunlight. The tape may become difficult to remove. Manufactured in an ISO 9002 registered plant to meet worldwide quality standards
----------------------------	--

Shelf Life	To obtain best performance, use this product within 12 months from date of manufacture and store under normal conditions of 70°F (21°C) and 50% R.H. in the original carton.
-------------------	--

Application Ideas	<ul style="list-style-type: none"> Excellent paint masking tape Can be used for a variety of holding, bundling, protecting and a vast number of other difficult jobs where a pressure-sensitive tape is needed
--------------------------	--

Features	Features	Advantages	Benefits
	Proprietary adhesive	Instant adhesion	Sticks easily/allows fast application
		Good holding power	Resists lifting/curling
		Adhesive transfer resistance	Clean removal/helps minimize labor required to remove transferred adhesive

Features (cont.)	Features	Advantages	Benefits
	Bright green color	Improved visibility	Assists in improving edge

Scotch® Performance Masking Tape

233+

page 2 of 2

	Controlled crepe paper backing	Smoothness	alignment Good surface contact/provides secure holding
		Thin	Sharp paint line/quality paint job
		Dead stretch	Resists recover
		Improved conformability	Easy handling/allows fast application
	Backing saturant	Solvent and moisture resistant	Minimizes bleed-through and rework
	Special backsize treatment	Controlled unwind	Easy to use/helps reduce waste
	Unique components	Balanced construction	Excellent versatility/efficient tool – helps save time and money

Technical Information and Data The technical information and data, recommendations, and other statements provided in this document are based on tests or experience which 3M believes to be reliable, but the accuracy or completeness of such information is not guaranteed.

Product Use Please remember that many factors can affect the use and performance of a 3M product in a particular application. The materials to be used with the 3M product, the surface preparation of those materials, the product selected for use, the conditions in which the product is used, and the time and environmental conditions in which the product is expected to perform are among the many factors that can affect the use and performance of a 3M product. Given the variety of factors that can affect the use and performance of a 3M product, some of which are uniquely within the user's knowledge and control, it is essential that the user evaluate the 3M product to determine whether it is fit for a particular purpose and suitable for the user's method of application.

Limited Warranty and Limited Remedy The 3M product will be free from defects in material and manufacture for a period of one (1) year from the date of manufacture. 3M MAKES NO OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ANY IMPLIED WARRANTY ARISING OUT OF A COURSE OF DEALING, CUSTOM, OR USAGE OF TRADE. User is responsible for determining whether the 3M product is fit for a particular purpose and suitable for user's method of application. If the 3M product is defective within the warranty period stated above, YOUR EXCLUSIVE REMEDY AND 3M'S SOLE OBLIGATION SHALL BE, AT 3M'S OPTION, TO REPLACE OR REPAIR THE 3M PRODUCT OR REFUND THE PURCHASE PRICE OF THE 3M PRODUCT.

Limitation of Liability Except where prohibited by law, 3M will not be liable for any loss or damage arising from the 3M product, whether direct, indirect, special, incidental, or consequential, regardless of the legal theory asserted, including, but not limited to, contract, warranty, negligence, or strict liability.



This Industrial Tape and Specialties Division product was manufactured under a 3M quality system registered to ISO 9002 standards.



Industrial Tape and Specialties Division

3M Center, Building 220-7W-03
 St. Paul, MN 55144-1000
 1 800 362 3550
 1 800 223 7427 Fax on Demand
 www.3M.com/industrialtape

© 3M 2002
 All rights reserved.

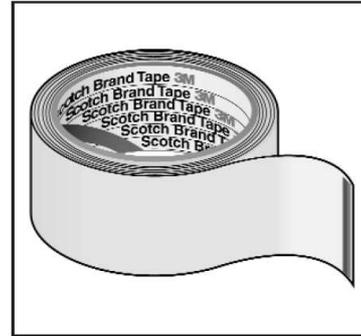
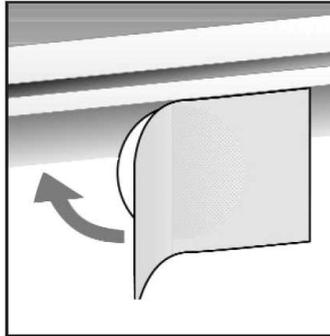
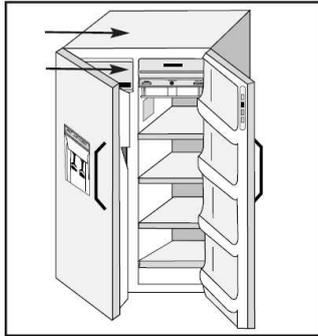
70-0709-4841-2
 July/17/2002

9.3 Cinta de enmascarar porosa “3294” de 3M.

3M Application Profile

Market: Appliance

Account Type: Refrigerator Assembly



Application Description

3M™ Venting Tape 3294 is used to cover openings in the cabinet of refrigerators and freezers during the foam-in-place manufacturing process. 3M Venting Tape allows air and gases to escape while keeping solids (such as urethane foam) in place.

Application Method

The 3M Venting Tape is pressed into place over holes in the cabinet. The insulating foam is injected into the space of the cabinet. As the foam expands, air and gas escape through the unique backing of the tape.

Key Application Requirements

Tape must be easy to apply and allow foam to outgas during the foam-in-place process.

Advantages/Benefits To Customer

Improved porosity: 3M Venting Tape 3294 offers increased porosity over previous 3M vent tapes.

Unique construction: Non-woven backing conforms to surfaces, providing an effective seal. This unique backing has high air and gas permeability, allowing minimal foaming voids. The backing has good burst strength which helps reduce clean-up.

Easy to apply: Pressure-sensitive adhesive is simple and easy to apply on the assembly line.

Adhesive is strip coated: Uncoated areas of the tape have higher permeability, helping to minimize foaming voids.

Easy to use: Pressure-sensitive adhesive requires no additional holding means, helping to reduce labor costs.

Available in several sizes: 3M Venting Tape 3294 is available in 3/4" (9.5mm), 1" (25.5mm), 1.5" (38.1mm) and 2" (50.8mm) widths.

PRODUCT

3M™ Venting Tape 3294

REGION OF ORIGIN

North America and Europe

APPLICATION TYPE

Venting Insulating Foam Gases

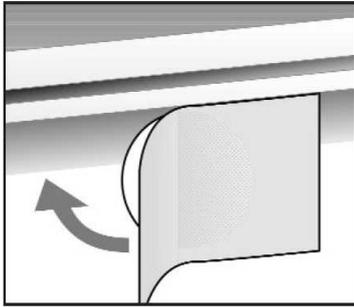
SIC

3632 – Household Refrigerators

3639 – Household Appliances

3M Industrial Tape and
Specialties Division

Process



The air permeable, non-woven backings of 3M Venting Tapes keep foam-in-place insulation inside door and appliance cavities, at the same time helping eliminate voids.

Related Products

3M™ Venting Tape 3294 is the most permeable venting tape, compared to 3M Venting Tapes 394 and 3394 which also have an air permeable backing.

Related Product Ideas

Venting tape applications in freezers and vending machines which use the foam-in-place process.

Key Decision Makers

Design Engineers
Manufacturing Engineers

For Additional Information

To request additional product information or to arrange for sales assistance, call 1-800-362-3550. Address correspondence to: 3M Industrial Tape and Specialties Division, 3M Center, Building 220-7W-03, St. Paul, MN 55144-1000. Our fax number is 651-733-9175. In Canada, phone: 1-519-451-2500. In Puerto Rico, phone: 1-787-620-3000. In Mexico, phone: 1-525-270-2060.

Important Notice

The 3M product will be free from defects in material or manufacture for a period of one (1) year from the date of purchase. 3M and seller MAKE NO OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. User is responsible for determining whether the 3M brand product is fit for a particular purpose and suitable for user's method of application. Please remember that many factors can affect the use and performance of a 3M brand product in a particular application. The materials to be bonded with the product, the surface preparation of those materials, the product selected for use, the conditions in which the product is used, and the time and environmental conditions in which the product is expected to perform are among the many factors that can affect the use and performance of a 3M brand product. Given the variety of factors that can affect the use and performance of a 3M brand product, some of which are uniquely within the user's knowledge and control, it is essential that the user evaluate the 3M brand product to determine whether it is fit for a particular purpose and suitable for the user's method of application.

Limitation of Remedies and Liability

If the 3M brand product is proved to be defective, THE EXCLUSIVE REMEDY, AT 3M'S and SELLER'S OPTION, SHALL BE TO REFUND THE PURCHASE PRICE OF OR TO REPAIR OR REPLACE THE DEFECTIVE 3M PRODUCT. 3M and seller shall not otherwise be liable for loss or damages, whether direct, indirect, special, incidental, or consequential, regardless of the legal theory asserted, including, but not limited to, contract, tort, negligence, warranty, or strict liability.



Industrial Tape and Specialties Division
3M Center, Building 220-7W-03
St. Paul, MN 55144-1000

Printed in USA
Afmt3294.qxd
Copyright © 2000 3M IPC

3M

Vent Tape

3294

Technical Data

January, 2006

Product Description 3M™ Vent Tape 3294 is a non-woven, synthetic backing with a strip-coated low-tack pressure sensitive adhesive for use in various venting applications requiring high outgassing rates.

Construction	Backing	Adhesive	Color	Standard Roll Length
	Rayon	Acrylic	Pink	36 yds. (33 m)

Typical Physical Properties and Performance Characteristics

Note: The following technical information and data should be considered representative or typical only and should not be used for specification purposes.

		ASTM Test Method
Adhesion to Steel:	9 oz./in. width (9.9 N/100 mm)	D-3330
Tensile Strength:	8 lbs./in. width (140 N/100 mm)	D-3759
Elongation at Break:	15%	D-3759
Backing Thickness:	4.0 mils (0.1 mm)	D-3652
Total Tape Thickness:	5.0 mils (0.13 mm)	D-3652
Adhesion to Backing:	3 oz./in. width (3.3 N/100 mm)	D-3330
Porosity:	166 cu. ft./min./sq. ft. (50.6 cu. meters/min./sq. meter)	D-737-46

Features

- Non-woven backing that is conformable, high air/gas permeability, and good burst strength for effective sealing and minimal foaming voids to help reduce clean-up.
- Pressure-sensitive adhesive for no additional holding which means it will help reduce labor costs.
- Adhesive is strip-coated so uncoated areas have higher permeability to help minimize foaming voids.

Application Ideas

- To allow the confinement and outgassing of foam insulation.

Application Techniques

- Best results are attained when applied to clean, dry surfaces between 60-80°F (15-27°C).

3M™ Vent Tape

3294

Storage	Store in a clean, dry environment between 60-80°F (15-27°C) and 40-50% relative humidity.
Shelf Life	To obtain best performance, use this product within 18 months from date of manufacture.
Product Use	All statements, technical information and recommendations contained in this document are based upon tests or experience that 3M believes are reliable. However, many factors beyond 3M's control can affect the use and performance of a 3M product in a particular application, including the conditions under which the product is used and the time and environmental conditions in which the product is expected to perform. Since these factors are uniquely within the user's knowledge and control, it is essential that the user evaluate the 3M product to determine whether it is fit for a particular purpose and suitable for the user's method of application.
Warranty and Limited Remedy	Unless stated otherwise in 3M's product literature, packaging inserts or product packaging for individual products, 3M warrants that each 3M product meets the applicable specifications at the time 3M ships the product. Individual products may have additional or different warranties as stated on product literature, package inserts or product packages. 3M MAKES NO OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR ANY IMPLIED WARRANTY ARISING OUT OF A COURSE OF DEALING, CUSTOM OR USAGE OF TRADE. User is responsible for determining whether the 3M product is fit for a particular purpose and suitable for user's application. If the 3M product is defective within the warranty period, your exclusive remedy and 3M's and seller's sole obligation will be, at 3M's option, to replace the product or refund the purchase price.
Limitation of Liability	Except where prohibited by law, 3M and seller will not be liable for any loss or damage arising from the 3M product, whether direct, indirect, special, incidental or consequential, regardless of the legal theory asserted, including warranty, contract, negligence or strict liability.



This Industrial Adhesives and Tapes Division product was manufactured under a 3M quality system registered to ISO 9001:2000 standards.



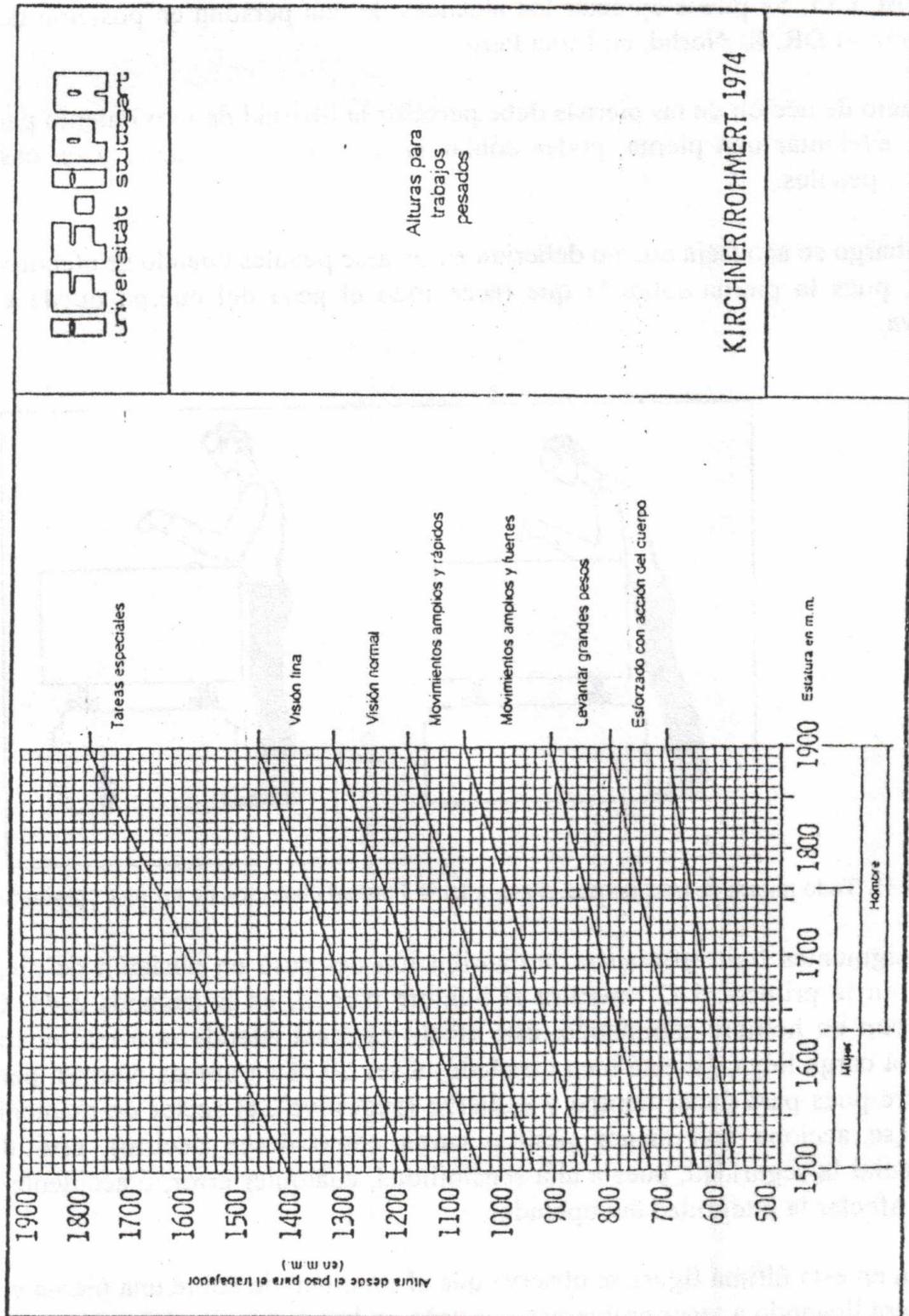
Industrial Business
Industrial Adhesives and Tapes Division
3M Center, Building 21-1W-10, 900 Bush Avenue
St. Paul, MN 55144-1000
800-362-3550 • 877-369-2923 (fax)
www.3M.com/industrial



Recycled Paper
40% pre-consumer
10% post-consumer

Printed in U.S.A.
©3M 2006 70-0707-3888-8 (1/06)

10 Nomograma de determinación de la altura óptima de trabajo.



Nomografía para la determinación de la altura para la posición de trabajo de pie según Kitchner / Rohmert. 1974.

