

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA
LINEA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE
MUEBLES MODULARES IVÁN RON CIA. LTDA.

AUTOR: JAIRO IVÁN RON MUÑOZ

DIRECTOR: ING. MILTON ACOSTA
CODIRECTOR: ING. EMILIO TUMIPAMBA

SANGOLQUÍ - MAYO DE 2009

Dedicatoria

A mi Padre quien me ha enseñado todo lo bueno que puedo hacer,
A mi Madre quien me ha enseñado todo lo bueno que puedo ser,
A todos mis hermanos que cariñosamente me apoyan siempre,
A mi esposa quien es mi bastión de amor.

Agradecimiento

A Dios por concederme la vida hasta hoy, a mi familia con su apoyo constante, a mis buenos maestros quienes tengo siempre presentes, al Ing. Mario Ron no solo tío, sino paciente maestro, a mi director y codirector quienes me han dado gran parte de su tiempo y ciencia, al personal de Modulares Iván Ron por su buena voluntad de ayudar a mejorar, a mis compañeros y amigos que me acompañaron y acompañan en mi continuo aprendizaje, a mi comunidad que siempre pide por mi bien.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv

Capítulo I

Generalidades 1

1.1	Antecedentes	1
1.1.1	La empresa	1
1.1.2	Definición del problema	2
1.1.3	Justificación	2
1.1.4	Objetivo general	3
1.1.5	Objetivos específicos	3
1.1.6	Meta del proyecto	3
1.1.7	Alcance	3
1.2	Los muebles modulares y su desarrollo	4
1.3	El mercado de los muebles modulares en el país	5

Capítulo II

Teoría de Producción 7

2.1	Pronósticos	7
2.1.1	Fundamentos	8
2.1.2	Administración de la demanda	8
2.1.3	Periodo de los pronósticos	9
2.1.4	Precisión de los pronósticos	9
2.1.5	Métodos para llevar a cabo los pronósticos	10
2.1.5.1	Costo contra precisión	11
2.1.5.2	Componentes de la demanda	12
2.1.6	Modelos de pronóstico en series de tiempo común	12
2.1.6.1	Promedio móvil simple	12
2.1.6.2	Promedio móvil ponderado	13
2.1.6.3	Suavizamiento exponencial simple	14
2.1.6.3.1	Selección de la constante de suavizamiento	16
2.1.6.4	Modelo de tendencias de Winters	17
2.2	Planificación de la producción	18
2.2.1	Organización de la producción	18
2.2.1.1	Producción por montaje	18
2.2.1.1.1	Control de costos	20

2.2.1.2	Planeamiento de la producción sobre pedido	20
2.2.1.3	Variaciones estacionales	22
2.2.1.3.1	Mercado cambiante	23
2.2.1.4	Modalidades de la producción de proceso continuo	23
2.2.1.5	Producción intermitente	25
2.2.2	Teoría de restricciones	27
2.3	Descripción general de la planta	30
2.3.1	Estructura de la línea de producción	31
2.3.2	Puestos de trabajo	35
2.3.3	Distribución en planta (lay-out)	36

Capítulo III

	Diagnostico de la Fábrica de Muebles MIRE	39
3.1	Sistema de evaluación y control	39
3.1.1	Determinación de indicadores/índices	39
3.1.1.1	Cantidad de elementos producidos semanal/mensualmente	39
3.1.1.2	Cantidad de pedidos retrasados	43
3.1.1.3	Tiempos improductivos por zona	44
3.1.1.4	Capacidad de corte	45
3.1.1.5	Número de quejas	46
3.1.2	Evaluación inicial	46
3.2	Descripción del proceso	56
3.2.1	Diagrama de flujo de procesos	56
3.2.1.1	Módulos	57
3.2.1.2	Mesones	58
3.2.1.3	Puertas de módulos	59
3.2.1.4	Material complementario	60
3.2.2	Descripción de procesos secuenciales	61
3.3	Materias primas utilizadas	63
3.3.1	Proveedores	63
3.3.2	Materias primas	65
3.4	Descripción de las máquinas	69
3.4.1	Definición de parámetros funcionales	74
3.5	Estudio técnico de la línea de producción	75
3.5.1	Estudio de tiempos y movimientos	76
3.5.2	Levantamiento de planos de movimientos actuales	80
3.5.3	Estudio de fortalezas y debilidades	85
3.5.3.1	Matrices de ponderación	85
3.5.3.1.1	Matriz de ponderación de fortalezas	85
3.5.3.1.2	Matriz de ponderación de oportunidades	86
3.5.3.1.3	Matriz de ponderación de debilidades	86

3.5.3.1.4	Matriz de ponderación de amenazas	87
3.5.3.2	Matrices de acción	88
3.5.3.2.1	Matriz FO ofensiva	88
3.5.3.2.2	Matriz DA defensiva	89
3.5.3.2.3	Matriz FA respuesta	90
3.5.3.2.4	Matriz DO mejoramiento	91
3.5.3.3	Matriz de síntesis estratégica	92
3.5.3.4	Conclusiones del análisis FODA	93

Capítulo IV

	Estudio de Soluciones	95
4.1	Estudio de Alternativas	95
4.1.1	Diagramación de nuevas posiciones	95
4.1.2	Inclusión del nuevo sistema de corte	103
4.2	Simulación de tiempos de proceso	107
4.2.1	Aplicación de la teoría de restricciones en la línea de producción	110
4.3	Elección de la mejor alternativa	116
4.3.1	Ruta #1 (Módulos)	118
4.3.2	Ruta #2 (Puertas)	120
4.3.3	Ruta #3 (Respaldos)	122
4.3.4	Ruta #4 (mesones)	124
4.3.5	Ruta #5 (puertas de paso lacadas)	126
4.3.6	Ruta #6 (material complementario)	128

Capítulo V

	Diseño de Nueva Línea de Producción	129
5.1	Instrucciones de montaje	129
5.2	Evaluación final	131
5.2.1	Cantidad de elementos producidos semanal/mensualmente	131
5.2.2	Cantidad de pedidos retrasados	131
5.2.3	Tiempos improductivos por zona	132
5.2.4	Capacidad de corte	134
5.3	Análisis de resultados	136

Capítulo VI

	Análisis Económico Financiero	143
6.1	Magnificación de costo total	143
6.1.1	Presupuesto desglosado	143
6.1.1.1	Ingeniería y administración	143
6.1.1.1.1	Personal	143
6.1.1.1.2	Misceláneos	143
6.1.1.2	Costos directos	144
6.1.1.2.1	Honorarios profesionales	144
6.1.1.2.2	Remuneraciones a no profesionales	144
6.1.1.2.3	Adquisición de materiales y equipos	144
6.1.1.3	Imprevistos	144
6.1.1.4	Total general	145
6.1.2	Financiamiento	145
6.1.3	Entidades de financiamiento	145
6.2	Tiempo de recuperación de la inversión	145
6.2.1	Ingresos	145
6.2.2	Egresos	147
6.2.3	Análisis de beneficio/costo	148

Capítulo VII

	Conclusiones Y Recomendaciones	150
7.1	Conclusiones	150
7.2	Recomendaciones	150

Cuadros

2.1	Selección del modelo de pronóstico de acuerdo con el tipo de problema	10
2.2	Comparación pronósticos usando promedio variable y promedio variable ponderado	14
2.3	Materiales y personas por área	36
3.1	Periodicidad de reporte de módulos por área	39
3.2	Proveedores – MIRE CIA. LTDA.	64
3.3	Especificaciones de aglomerados	66
3.4	Especificaciones de aglomerados RH	67
3.5	Características técnicas máquinas MIRE (1)	71
3.6	Características técnicas máquinas MIRE (2)	72

4.1	Redistribución tareas zona de corte propuesta	106
-----	---	-----

Tablas

3.1	Reporte de módulos área de ensamble #2	41
3.2	Reporte de módulos área de ensamble #1	42
3.3	Reporte de mesones área posformado	43
3.4	Reporte de pedidos retrasados	43
3.5	Reporte de corte 3 órdenes de producción	45
3.6	Reporte de fallas MIRE	46
3.7	Pronósticos producción de módulos	47
3.8	Resumen observaciones área sierras	48
3.9	Resultados porcentuales área sierras	48
3.10	Resumen observaciones área enchapadora	49
3.11	Resultados porcentuales área enchapadora	50
3.12	Resumen observaciones área perforadora	51
3.13	Resultados porcentuales área perforadora	51
3.14	Resumen observaciones área prensa	52
3.15	Resultados porcentuales área prensa	53
3.16	Resumen observaciones área posformado	54
3.17	Resultados porcentuales área posformado	54
3.18	Calificación estado maquinaria MIRE	75
3.19	Diagrama de flujo de procesos de fabricación de módulos actual	77
3.20	Diagrama de flujo de procesos de fabricación de puertas actual	78
3.21	Diagrama de flujo de procesos de fabricación de mesones actual	79
4.1	1° Paso propuesta de flujo de procesos	111
4.2	2° Paso propuesta de flujo de procesos	112
4.3	3° Paso propuesta de flujo de procesos	113
4.4	4° Paso propuesta de flujo de procesos	115
5.1	Implementación de cambios MIRE (A)	129
5.2	Implementación de cambios MIRE (B)	130
5.3	Producción estimada módulos luego de cambios	131
5.4	Estimados de tareas por sierra	132
5.5	Porcentajes estimados totales por sierra	132
5.6	Estimados de tareas enchapadora	133
5.7	Tiempo simulado de corte con seccionadora CHF de varias órdenes de producción	135
5.8	Comparación ensamble módulos año 2007 vs 2008	137
5.9	Relación porcentaje trabajo sierras comparativo	138
5.10	Comparación de tiempos por zonas de trabajo	140
6.1	Modelo sin crecimiento anual en ventas	146
6.2	Modelo con decrecimiento de 5% anual en ventas	146

6.3	Modelo con crecimiento de 5% anual en ventas	147
6.4	Egresos globales	148
6.5	VAN y TIR con panorama pesimista	149
6.6	VAN y TIR con panorama optimista	149

Figuras

2.1	Concepción de planta ideal	27
2.2	Concepción de reducción de capacidad productiva	28
2.3	Concepción de desajuste inevitable del balance de línea	29
2.4	Programación de línea de producción MIRE	33
3.1	Diagrama de proceso fabricación de módulos	57
3.2	Diagrama de proceso fabricación de mesones	58
3.3	Diagrama de proceso fabricación de puertas y frentes	59
3.4	Diagrama de proceso fabricación de material complementario	60
4.1	Tiempo de proceso orden de producción en línea actual	108
4.2	Tiempo de proceso orden de producción en línea propuesta	109

Imágenes

2.1	Carátula de orden de producción	34
2.2	Distribución actual zona principal de línea de producción MIRE	37
3.1	Sierra escuadradora SCM	70
3.2	Enchapadora Optimat	74
4.1	Seccionadora horizontal	104
4.2	Materiales sobrantes acumulados	105
5.1	Etiqueta prototipo para piezas de ordenes de producción	136

Dibujos

2.1	Lay out actual MIRE	38
3.1	Ruta fabricación de módulos actual	81
3.2	Ruta de fabricación de puertas actual	82
3.3	Ruta de fabricación de material complementario actual	83
3.4	Todas las rutas actuales	84
4.1	Distribución de línea propuesta #7	97
4.2	Distribución de línea propuesta #8	99
4.3	Distribución de línea propuesta #11	101
4.4	Distribución de línea propuesta #12	102
4.5	Ruta #1 de diseño seleccionado	117
4.6	Ruta #2 de diseño seleccionado	119

4.7	Ruta #3 de diseño seleccionado	121
4.8	Ruta #4 de diseño seleccionado	123
4.9	Ruta #5 de diseño seleccionado	125
4.10	Ruta #6 de diseño seleccionado	127

Gráficos

3.1	Relación tiempo productivo área sierras	49
3.2	Relación tiempo productivo área enchapadora	50
3.3	Relación tiempo productivo área perforadora	52
3.4	Relación tiempo productivo área prensa	53
3.5	Relación tiempo productivo área posformado	55
5.1	Relación estimada repartida sección corte	133
5.2	Relación estimada operativa de enchapadora	134
5.3	Comparación producción módulos año 2007 vs 2008	137
5.4	Comparación tiempos de operación sistema actual vs propuesto	139

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Desde hace muchos años la Escuela Politécnica del Ejército viene formando Ingenieros Mecánicos que se desenvuelvan de manera práctica en las cambiantes necesidades de la industria del país. En esta propuesta en particular se aplicará con mayor énfasis el área técnico-gerencial preparación complementaria que un ingeniero posee, utilizada para administrar en forma total los sistemas productivos y el área de operaciones de una organización en donde frecuentemente debe tomar importantes decisiones.

El presente proyecto es aplicado a una empresa privada cuya actividad es la fabricación de muebles modulares para uso doméstico (cocinas, closets, baños, puertas de paso y otros) utilizando materias primas como: aglomerados¹, mdf², madera sólida, chapillas de madera³ y cuya capacidad de producción actualmente no está en relación a la demanda creciente y dinámica del mercado.

1.1.1 La empresa

Modulares Iván Ron (MIRE) Cía. Ltda. inicia sus actividades en el año de 1995 con el nombre de “Cocinas Internacionales”, su Gerente General, Ing. Iván Ron Egas luego de haber adquirido gran experiencia en el área de los modulares decide abrir su propia empresa cumpliendo trece años de servicio. Cuenta actualmente con 89 empleados distribuidos en las diferentes secciones: 44 obreros en producción, 36 obreros en instalación y 9 empleados en el área administrativa.

La ubicación actual de la planta de fabricación está en la calle El Juncal N65-130 y de Los Eucaliptos; el almacén Cocinas Internacionales se encuentra en la calle Francisco Casanova 35-52 y Portugal.

¹ Material compuesto por partículas de madera prensadas y unidas químicamente.

² Material compuesto por partículas finas de madera prensadas y unidas químicamente.

³ Láminas finas de madera para recubrir superficies.

La comercialización de los productos se lo realiza a través de la empresa “Cocinas Internacionales” donde se exhiben los productos que MIRE Cia. Ltda. produce y desde donde se envía a fábrica las diferentes órdenes de producción.

MIRE Cia. Ltda. y Cocinas Internacionales son unidades de negocio independientes pero que pertenecen a una misma corporación, cabe recalcar que las dos empresas cuentan con personal especializado en diseño y desarrollo de productos.

1.1.2 Definición del problema

Inicialmente el proceso de producción que se viene llevando desde hace siete años ha sido estructurado de manera empírica no técnica y se fundamentó en las necesidades inmediatas, imposibilitados de suspender la producción y ayudados de la práctica que se ha desarrollado en nuestro personal de supervisión desde hace años.

En este punto para lograr mejores resultados se han implementado pequeñas máquinas y grupos de trabajo o se realizaron adecuaciones y mejoras a las máquinas ya existentes como el caso de la mesa de posformado.

Las necesidades actuales sobre todo en el sector de la construcción hacen necesario que la respuesta de la fabrica MIRE sea mucho más rápida, versátil, flexible, de manera que podamos satisfacer la creciente demanda del almacén Cocinas Internacionales.

Con estos antecedentes podemos analizar técnicamente el funcionamiento actual de la línea de producción y proponer cambios que se traduzcan en mejores y más dinámicos procesos para lograr la entera satisfacción de un mercado exigente.

1.1.3 Justificación

El mercado creciente por la acertada intervención del área de mercadeo de la empresa demanda un mayor volumen de producción que actualmente no puede ser abastecido.

Además la reactivación del área de la construcción, las facilidades de obtención para créditos hipotecarios, la nueva visión del mercado de bienes raíces han aumentado la demanda de la decoración residencial en las zonas de uso diario.

Por lo antes mencionado el aumento en la capacidad de producción de la fábrica MIR es inminente por lo que es primordial un cambio en el proceso con el cual se está trabajando actualmente.

1.1.4 Objetivo general

Analizar y proponer una mejora de la línea de producción de la fábrica de muebles Modulares Iván Ron Cia. Ltda. ubicada en el sector norte de Quito.

1.1.5 Objetivos específicos

- Describir en forma detallada la línea de producción de modulares.

- Analizar y evaluar la situación actual de la línea de producción de la fábrica Modulares Iván Ron Cia. Ltda.

- Proponer mejoras para que la productividad de esta línea se incremente en los modelos de mayor demanda.

1.1.6 Meta del proyecto

Ofrecer a los clientes de la empresa Modulares Iván Ron Cia. Ltda. un mejor producto en un menor tiempo de entrega mediante la aplicación de conocimientos técnicos sobre su línea de producción. Un producto con características y especificaciones superiores de funcionalidad, seguridad y confiabilidad a través de un servicio de calidad con entregas oportunas mediante un apropiado sistema de producción y comercialización basado en conocimientos y aplicaciones técnicas.

1.1.7 Alcance

Dado que el tiempo destinado a este proyecto, estará enmarcado en el estudio de soluciones a los problemas principalmente de la línea de producción. El análisis de procesos, datos, y movimientos se efectuará desde el mes de diciembre del año 2006 hasta el mes de septiembre del año 2008. Debido a la gran cantidad de procesos según

los tipos de productos elaborados en MIRE⁴ nos enfocaremos a la línea de módulos de cocina, closet y baño, puertas modelo zurich y mesones de lámina posformable. Los resultados serán propuestas técnicas de mejora de modo que su implementación dependerá de la dirección de MIRE.

1.2 Los muebles modulares y su desarrollo

El país cuenta con numerosas y crecientes especies maderables gracias a su ubicación geográfica. Es por esta razón que la materia prima disponible es 100% local y los muebles que el país produce son elaborados con los materiales más diversos a fin de satisfacer las demandas variadas de los mercados nacionales e internacionales. El sector maderero es un importante generador de divisas para la economía ecuatoriana. Esta actividad vendió a los mercados internacionales US\$ 74.7 millones en el 2003, de los cuales el 3% corresponde a los muebles.

Para aprovechar la amplia gama de maderas que posee Ecuador y el valor agregado que se les puede dar mediante la fabricación de muebles, AIMA y CORPEI han trabajado en conjunto en los últimos años para impulsar la producción y exportación de estos productos, que encuentran importantes nichos en los mercados internacionales y pueden constituir una mayor fuente de ingreso de divisas y de trabajo para los ecuatorianos.

La industria del mueble, que se ubica en el sector secundario de producción, ha mostrado un alto dinamismo de sus ventas al mercado internacional en los últimos años. Por esta razón, las empresas fabricantes de muebles, continuarán desempeñando un importante papel dentro de sus proyectos de exportación en los próximos períodos.

El crecimiento dinámico de las necesidades del área de la construcción ha generado que las mismas sean resueltas. Los muebles modulares llevan décadas funcionando como respuesta a “espacios vivos” como los llaman algunos diseñadores. La versatilidad de acoplamiento a espacios que van de lo tradicional a lo moderno hace de esta industria una herramienta de alcance a varios estratos de la construcción. Actualmente el uso de programas de diseño que combinan bases de datos preexistentes con otras desarrolladas por cada usuario permiten una rápida interpretación de las ideas a ser transmitidas. De esta manera la maquinaria para la producción de éstos cada vez mejora permitiendo

⁴ En Adelante MIRE es la abreviación de Modulares Iván Ron Cia. Ltda.

llevar a cabo las ideas proyectadas entre clientes y diseñadores. La calidad y alta variedad de las materias primas ha desarrollado en forma paralela gran cantidad de industrias.

1.3 El mercado del los muebles modulares en el país

A nivel general el mercado de muebles depende directamente de la capacidad de construcción del mercado. Según las estadísticas del Banco Central del Ecuador este sector generó 2300 millones de dólares el año pasado.

El área registra un crecimiento promedio anual del 14%, durante los últimos diez años. Así como el mercado crece también el número de compañías de este sector. Desde 1978 hasta fines de 2005 las sociedades de este sector se incrementaron en más del 325%⁵. Hace 27 años existían apenas 358 compañías y este año pasan las 1.500 de acuerdo a los datos de dicho organismo. 1.680 es el número de compañías constructoras que existen en el país. Se requieren unas 58.000 viviendas nuevas cada año.

En el caso de Quito, la demanda anual asciende a 12.000 viviendas, cuyos costos están entre USD 17.000 y USD 65.000, pero la oferta apenas es de 4.000 viviendas, según un estudio de Gridcon, compañía de análisis e investigación. Para el 2007 se contabilizaron 435 proyectos inmobiliarios en marcha en la capital, con lo cual no se cubren todas las necesidades⁶.

Esta situación es similar en Guayaquil, donde las unidades de vivienda disponibles hasta octubre pasado no superaban las 7.790.

MarketWatch señala que 1.000 viviendas, de entre USD 17.000 y USD 55.500, están disponibles para atender una demanda de 6.800 en Guayaquil.

Según el Sr. Steven Salas Gerente de la Mutualista Pichincha agencia Tumbaco, la demanda anual está entre las 50.000 unidades relacionándola con el crecimiento poblacional del país, además existe un déficit acumulado de 800.000 viviendas, esto no

⁵ Fuente: Superintendencia de Compañías

⁶ Fuente: Diario El Comercio 3/30/2008

quiere decir que la población no tenga donde vivir sino que no viven en un inmueble de su propiedad.

Analizando estos números la oferta de este producto que son los muebles modulares tiene todavía un gran mercado por satisfacer. Con esto apreciamos que las expectativas de mercado ofrecen una estabilidad laboral siempre que se cumplan las condiciones de calidad dependiendo del segmento de mercado que se aborde.

CAPITULO 2

TEORÍA DE PRODUCCIÓN

2.1 Pronósticos

Muchas decisiones de negocios dependen de algún tipo de pronóstico. Por ejemplo, los contadores recurren a los pronósticos de costos e ingresos para realizar la planeación fiscal; el personal de recursos humanos necesita pronósticos para reclutar personal; los equipos de mercadotecnia requieren de pronósticos para establecer los presupuestos de promoción; los responsables de la planeación financiera los necesitan para administrar el flujo de efectivo; y los encargados de planeada producción usan los pronósticos a fin de estar en posibilidad de planear la capacidad, los niveles de inventarios y las actividades que se deben llevar a cabo en el taller, además los pronósticos pueden medir o cuantificar la variabilidad de la demanda durante el tiempo de espera que, a su vez puede ser de utilidad para mantener niveles de existencias de seguridad adecuados. Los niveles de inventario de existencias de seguridad adecuados son susceptibles de minimizar los costos de llevar un inventario y de agotar existencias que se relacionan con estos artículos.

Los pronósticos son sólo afirmaciones acerca del futuro. Los pronósticos correctos pueden ser de gran valor; sería muy valioso por ejemplo, recibir hoy la edición de mañana del Wall Street Journal. Sin embargo no todos los pronósticos son útiles. Algunos estadounidenses, a manera de ejemplo, han utilizado las victorias de la Conferencia Americana de Fútbol (AFC) en el Super Bowl para predecir un año poco favorable en las cotizaciones promedio de las acciones del índice Dow Jones y las victorias de la Conferencia Nacional de Fútbol (NFC) para proyectar un año favorable. Desde luego. Lo anterior carece de sentido. Es evidente que resulta imperativo distinguir entre pronósticos per se y buenos pronósticos.

2.1.1 Fundamentos

Pronosticar es el arte de especificar información significativa acerca del futuro. Las decisiones relativas a la planeación a largo plazo exigen que se consideren muchos

factores: las condiciones económicas prevalecientes a nivel general, las tendencias en la industria, las acciones probables de los competidores, las condiciones del entorno político en general y demás. Los pronósticos extrínsecos se formulan en función de asociaciones externas, por ejemplo, entre las ventas de aparatos electrodomésticos y el ingreso personal disponible, o entre las ventas de casas y la disponibilidad de hipotecas.

Para la planeación financiera, las compañías requieren de los pronósticos extrínsecos de las ventas agregadas durante el año, por línea de productos. No obstante, estos pronósticos agregados son de escasa utilidad en la planeación de la producción, pues en este caso hay que planear las cantidades de producción de todos los artículos que componen la línea de productos. En algunas compañías que sólo cuentan con cinco líneas principales de productos, quizá sea necesario hacer pronósticos, por separado, de 10,000 artículos. Tal pronóstico por artículo requiere pronósticos rutinarios con base en información previa. Este capítulo presenta métodos complejos y refinados para proyectar datos, análogos al antiguo truco del lápiz y la regla. A estos pronósticos suele denominárseles pronósticos intrínsecos. Por consiguiente, este capítulo trata acerca de los pronósticos por artículo, o intrínsecos.

Los pronósticos por artículo sólo se necesitan para productos finales. Por ejemplo, la demanda de puertas para automóvil en una planta de ensamble puede obtenerse con sólo duplicar o "expandir" el pronóstico del producto final correspondiente a los automóviles de dos puertas, lo cual se conoce como demanda dependiente.

Esta sección analiza métodos de pronósticos para artículos individuales. El capítulo 3 trata los pronósticos de familias de artículos y otros temas diversos de pronóstico, tales como los productos de desplazamiento lento.

2.1.2 Administración de la demanda

La administración de la demanda tiene como fin coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, de manera que los sistemas de producción y operaciones puedan utilizarse en forma eficiente. Además, a los clientes se les entregarán los productos con puntualidad, en la cantidad y con la calidad adecuadas, y se satisfarán los requisitos de las bodegas filiales, los embarques entre plantas y las necesidades de refacciones para servicio. Una compañía puede jugar un papel protagónico a fin de influir en la demanda. Por ejemplo, puede incrementar los incentivos dados a su fuerza de ventas, o bien,

lanzar campañas de promoción con la intención de vender más productos. Por otro lado, es posible reducir la demanda con sólo incrementar precios o atenuar el esfuerzo que se hace para vender. Cualquier empresa puede adoptar, asimismo, un papel pasivo, y limitarse a responder a la demanda real elaborando pronósticos con base en los patrones anteriores de demanda, con el fin de pronosticar las necesidades a futuro. El interés primordial en este capítulo son los pronósticos de artículos por separado.

2.1.3 Periodo de los pronósticos

Los pronósticos suelen clasificarse conforme a periodos y a su utilización. En general, los pronósticos a corto plazo, hasta de un año, sirven de parámetro para las operaciones en curso. Los pronósticos a mediano plazo, que abarcan entre uno y tres años, y los pronósticos a largo plazo, más de cinco años, sirven de apoyo para las decisiones acerca de la ubicación y la capacidad de la planta. Los pronósticos por artículo que se analizan en este capítulo tienen como objetivo los pedidos o el tiempo de espera debido a la producción, que a menudo es cuestión de algunas semanas o meses. Por lo regular, se desea conocer la demanda promedio durante el tiempo de espera con el propósito de controlar los inventarios.

2.1.4 Precisión de los pronósticos

Los pronósticos jamás son perfectos. Debido a que, básicamente, se utilizan métodos que generan pronósticos con base en información previa, nuestros pronósticos serán menos confiables cuanto mayor sea el lapso que se pronostique a futuro. Por lo general, los modelos causales o explicativos son más precisos, sobre todo en el pronóstico referente a los puntos de rotación, pero logran su precisión con costos considerables en cuanto al tiempo dedicado a los cálculos y el almacenamiento de información. Para un grupo o familia de productos, es probable que se obtengan pronósticos más o menos precisos si se utilizan modelos explicativos. Un pronóstico en grupo también será más exacto que un pronóstico de artículos por separado, ya que es más fácil realizar pronósticos para un grupo de productos que para un solo artículo.

A fin de apreciar en su dimensión real la mayor exactitud o precisión de los pronósticos por grupos de productos, ahondaremos en detalles. Suponga que un grupo o familia de productos incluye diez artículos. Todos ellos presentan la misma desviación estándar

($\sigma = 2000$) pero medias diferentes ($\mu_i, i = 1, \dots, 10$). La media del grupo es $\sum_{i=1}^{10} \mu_i$. Si bien las demandas para artículos individuales en una familia pueden ser interdependientes, suponga, con el fin de simplificar, que son independientes. De este modo, la desviación estándar de la demanda del grupo será $\sqrt{10} \sigma$, porque la varianza de la suma es la suma de las varianzas. Para nuestro ejemplo, suponga que $\mu_i = 40000$ y $\sum_{i=1}^{10} \mu_i = 400,000$. Ahora, analice el coeficiente de variación, que es la relación de la desviación estándar de una variable con su media. Para el primer artículo, el coeficiente de variación es $2000/40000 = 0.05$. El coeficiente de variación para la familia es $(\sqrt{10} * 2000)/400000 = 0.016$.

2.1.5 Métodos para llevar a cabo los pronósticos

Los métodos para llevar a cabo los pronósticos varían con el número de artículos que deben pronosticarse y la importancia, en términos monetarios, de las decisiones. Las decisiones que tienen que ver con la capacidad y ubicación de la planta se pueden tomar con pronósticos agregados, a largo plazo, y quizás exista disposición para gastar cantidades sustanciales de dinero y tiempo para realizar cálculos, a fin de que el grado de exactitud sea mayor. Las decisiones referentes a la cantidad económica a ordenar (EOQ, por las siglas en inglés de economic order quantity) para artículos de bajo valor se basan en los pronósticos independientes por artículo, en los cuales no se desea gastar mucho.

Cuadro 2.1
Selección del Modelo de Pronóstico de Acuerdo con el Tipo de Problema

	Decisiones costosas, pocas series de tiempo	Miles de series, decisiones rutinarias
Se dispone de gran cantidad de información anterior	Box-Jenkins Econometría	Suavizamiento exponencial
Se dispone de poca información anterior	Método Delphi Estudios de mercado	Promedios variables Métodos de Bayes

La tabla anterior resume la relación entre las maneras de abordar los diversos tipos de problemas. Los modelos econométricos, los métodos de Box y Jenkins y los estudios de mercado resultan

costosos pero ofrecen precisión, en alguna medida, a nivel agregado. Cuando las consecuencias de la decisión, como la planeación de un producto nuevo o la construcción de instalaciones nuevas, resultan ser onerosas, se justifica el uso de estos métodos, el método de Bayes es adecuado en caso que no se disponga de información anterior. Es muy poco probable que se lance y se fabrique un producto si no existen pronósticos, por lo tanto, éste no es el momento de abordar los métodos de Bayes. No obstante, un problema común, de los pronósticos en un sistema de producción e inventarios, incluye miles de artículos individuales. Para tales problemas, los métodos de promedios variables, de suavizamiento exponencial y de análisis de regresión lineal que se explican en este capítulo, ofrecen una ventaja singular en la facilidad para hacer cálculos, las necesidades de almacenamiento de información y el costo.

Para propósitos de planeación de la producción, un sistema de pronósticos "satisfactorio" presenta las características que se indican a continuación:

1. Precisión
2. Pocos requisitos en cuanto al tiempo para hacer cálculos
3. Escasas necesidades de almacenamiento en computadora
4. Costos bajos en la compra o el desarrollo de programas
5. Capacidad en línea
6. Capacidad para enlazarse con un sistema de administración de base de datos existente

2.1.5.1 Costo contra precisión

El costo y la precisión constituyen dos factores importantes en los pronósticos. En general, una gran necesidad de precisión se traduce en costos más elevados para desarrollar modelos de pronóstico. Por consiguiente, las preguntas que hay que plantear en relación con este aspecto, son: ¿cuánto dinero y fuerza de trabajo se presupuesta para elaborar los pronósticos? ¿Qué beneficios probables reeditarán los pronósticos precisos?, ¿Cuáles son los costos probables en que se incurrirá si los pronósticos no son exactos? Los mejores pronósticos no son necesariamente los más exactos ni los menos costosos. Factores como el fin que se persigue y la disponibilidad de información juegan un papel importante en la determinación del grado de precisión que se necesita en los pronósticos. Son muchas las situaciones en las que modelos de pronósticos en

extremo simplificados generarán predicciones correctas, y resulta difícil, aun para los modelos complejos, mejorar en grado significativo la exactitud de los pronósticos.

2.1.5.2 Componentes de la demanda

Para el análisis sistemático de datos históricos, los analistas suelen recurrir al análisis de series de tiempo. Por lo regular, el analista considera que la demanda consta de una tendencia de base o central, una tendencia, una variación estacional, una variación cíclica (ciclo de negocios) y una variación aleatoria (ruido).

2.1.6 Modelos de pronóstico en series de tiempo común

Los métodos más comunes y, con frecuencia, menos difíciles para desarrollar un pronóstico con base en información previa son los promedios móviles simples, los promedios móviles ponderados, el suavizamiento exponencial y el análisis de regresión. Los cálculos necesarios para todos estos métodos pueden llevarse a cabo con una calculadora o una computadora.

2.1.6.1 Promedio móvil simple

Un promedio móvil se obtiene al promediar los datos de la demanda, correspondientes a varios de los periodos mas recientes. Cuando la información, o los datos, referentes a la demanda no muestran crecimiento rápido ni características de estacionalidad, la técnica quizá resulte útil para eliminar fluctuaciones aleatorias para los pronósticos. A medida que se incrementa n (el numero de observaciones que se incluirán en el promedio móvil), el modelo tiende a suavizar o atenuar el ruido. Sin embargo, conforme n se incrementa, se incluyen más datos, y el modelo presenta menor capacidad de respuesta ante los cambios en los patrones de venta. Un promedio variable de un periodo n se define como sigue:

Promedio móvil (MA) = $\frac{\text{suma de la demanda antigua para los últimos } n \text{ periodos}}{\text{número de periodos que se utilizan en el modelo}}$

$$= \frac{\sum_{j=1}^n D_{t-j+1}}{n}$$

$$= \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

donde t es el índice del periodo en curso, j es un índice general y D. es la demanda durante el periodo j. El promedio varía con el transcurso del tiempo. Después de haber transcurrido cada periodo, se elimina la demanda del periodo más antiguo y la demanda del periodo más reciente se agrega al cálculo siguiente:

$$MA_t = MA_{t-1} + \frac{D_t - D_{t-n}}{n}$$

2.1.6.2 Promedio móvil ponderado

El promedio móvil asigna igual peso a cada observación de la demanda anterior que se haya utilizado para obtenerlo. En ocasiones, el responsable de elaborar los pronósticos desea utilizar un promedio móvil, pero no quiere que todos los periodos n se ponderen de igual manera. Un promedio móvil ponderado permite asignar los pesos que se desee a la demanda antigua. Un periodo móvil ponderado para un periodo n se define de la manera siguiente:

$$\text{Promedio móvil ponderado (WMA)} = \sum_{i=1}^n C_i D_i$$

donde

$$0 \leq C_t \leq 1$$

es decir, C_t es una fracción que se utiliza como un peso para el periodo t, y

$$\sum_{i=1}^n C_i = 1$$

En general, a la demanda más reciente se le asigna más peso y, por tanto, el modelo de promedio móvil ponderado descarta el valor de la información anterior. Así, el pronóstico tiende a tener mayor capacidad de respuesta ante los cambios auténticos en la demanda.

2.1.6.3 Suavizamiento exponencial simple

Empecemos con un proceso de demanda sencillo $D_t = \mu + \varepsilon_t$, donde ε_t se distribuye normalmente con media cero. Es preferible disponer de un modelo capaz de proyectar este proceso, aun cuando se tenga un cambio ocasional en μ , la tendencia central. Sin cambios, esta fórmula reflejara un error aleatorio alrededor de una tendencia central estable.

El suavizamiento exponencial simple es un tipo especial de técnica para obtener promedios, adecuada para elaborar pronósticos de este proceso. En efecto, Muth demostró que el pronóstico exponencial resulta óptimo para un proceso de demanda de este tipo.

La ecuación correspondiente al suavizamiento exponencial simple solo utiliza dos elementos de información: 1) la demanda real para el periodo más reciente y 2) el pronóstico más reciente. Al final de cada periodo, se hace un nuevo pronóstico. Así

Cuadro 2.2
Comparación Pronósticos Usando Promedio Variable y Promedio Variable
Ponderado

<i>Mes</i>	Demanda (D.)	<i>Pronóstico de promedio variable correspondiente a tres meses (f.)</i>	<i>Promedio variable correspondiente a tres meses (MA_t)</i>	<i>Pronóstico de promedio variable ponderado correspondiente a tres meses</i>	<i>Promedio variable ponderado correspondiente a tres meses mas reciente (MA_t) (0.25, 0.25, 0.50)</i>
Enero	450				
Febrero	440	–		–	
Marzo	460	–	450	–	453
Abril	510	450	470	453	480
Mayo	520	570	497	490	503
Junio	495	497	508	503	505
Julio	475	508	497	505	491
Agosto	560	497	510	491	523
Septiembre	510	510	515	523	514
Octubre	520	515	530	514	528
Noviembre	540	510	523	528	528
Diciembre	550	523	537	528	540

Nuevo promedio exponencial = antiguo promedio exponencial + fracción
 (demanda actual - pronóstico)

Si se utiliza el promedio exponencial de un periodo como pronóstico para el periodo siguiente, se obtiene un proceso que permite revisar el promedio en forma ascendente o descendente, dependiendo del error en el pronóstico. Si restamos a la demanda actual el pronóstico, obtenemos el error en el pronóstico. Cuando la demanda resulta ser mayor que el pronóstico, es necesario revisar el promedio en forma ascendente; si la demanda es menor que el pronóstico, habrá que hacer una revisión en orden descendente. El suavizamiento exponencial simple presenta la ecuación siguiente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(D_t - F_{t-1})$$

donde F_t es el promedio exponencial en el momento t , D_t es la demanda real en el periodo t , y α es una constante de suavizamiento entre cero y uno. Si se utiliza F_{t-1} como un pronóstico para D_t entonces el termino de error será

$$e_t = D_t - F_{t-1}$$

Por ejemplo, supongase que la demanda es 100 y que el promedio antiguo fue 90. Si se utiliza el promedio antiguo como pronóstico, el término de error será $100 - 90 = 10$. En consecuencia, se revisará el error de un poco más adelante. Si el factor de suavizamiento es 0.2, el nuevo promedio será 92, que se calcula de la manera siguiente

$$\begin{aligned} F_t &= F_{t-1} + \alpha(D_t - F_{t-1}) \\ &= 90 + 0.2(100-90) = 92 \end{aligned}$$

Si ordenamos de nuevo la ecuación, obtenemos la forma común

$$\begin{aligned} F_t &= \alpha D_t + (1 - \alpha)F_{t-1} \\ &= 0.2(100) + 0.8(90) = 92 \end{aligned}$$

Debido a que el promedio exponencial simple no siempre será el pronóstico, es necesario hacer énfasis en la naturaleza general del proceso de revisión que se lleva a cabo. Si f_t es el pronóstico de las ventas, correspondiente al periodo t , se obtiene

$$f_t = F_{t-1}$$

y

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) f_t$$

2.1.6.3.1 Selección de la constante de suavizamiento

Los valores altos de la constante de suavizamiento dan una mayor capacidad de respuesta tanto a las fluctuaciones como a los cambios aleatorios en el proceso subyacente. Una tendencia central estable con fluctuación aleatoria considerable requiere de una constante de suavizamiento baja. Una constante de suavizamiento alta es más adecuada para fluctuaciones aleatorias pequeñas alrededor de una tendencia central en alguna medida inestable.

Un valor más alto de la constante de suavizamiento corresponde a menos meses en un promedio variable. La antigüedad promedio de los datos que se utilizan en un sistema de pronósticos se puede calcular como $\bar{k} = 0 * C_{t+1} + 1 * C_{t-1} + 2 * C_{t-2} + \dots + n * C_{t-n}$, donde C_t es el peso que se asigna a los datos del periodo t . Brown ha demostrado que la antigüedad promedio de los datos de un promedio variable es $\frac{n-1}{2}$; en un promedio

suavizado exponencialmente, el encuentra una antigüedad promedio de $\frac{1-\alpha}{\alpha}$. Así, al escoger constantes de suavizamiento para dar la misma antigüedad promedio de los datos, se generara $\alpha = \frac{2}{n+1}$ O $n = \frac{2-\alpha}{\alpha}$

Por regla general, la constante de suavizamiento para un modelo constante debe estar entre 0.01 y 0.3. ¿Cómo se determina un valor para cada uno de los mil artículos que hay que pronosticar? En primera instancia, las graficas de artículos muestra son absolutamente indispensables. Segundo, se utiliza el método de ensayo y error. Si se dispone de información de cuatro años, es posible utilizar la que corresponde a los tres primeros como muestra para el análisis, y la correspondiente al último año como prueba pendiente o "a futuro". En la prueba de muestras se hará el intento con varios valores para α y se seleccionara aquel que minimice una medida o cuantificación, tal como la suma de los cuadrados de los errores. Después se proyectara el periodo de prueba a futuro por periodo, a fin de verificar como responde el sistema ante la información fresca.

2.1.6.4 Modelo de tendencias de Winters

Winters desarrollo un modelo de uso muy difundido para manejar tanto tendencias como estaciones. Con un propósito explicativo, primero demostraremos los cálculos correspondientes a las tendencias y después, en la sección siguiente, agregaremos los factores de estacionalidad. Winters utilizo el modelo de tendencia de Holt, que inicia con la estimación común de la tendencia:

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

donde β es una fracción, T_t es el estimado que corresponde a la tendencia en el momento t y F_t es el promedio exponencial en el momento t. Actualizar el promedio exponencial exige reconocer que ahora un pronóstico implica el promedio exponencial mas una tendencia:

$$f_t = F_{t-1} + T_{t-1}$$

Con lo anterior en mente aplicando la versión general del suavizamiento exponencial simple y sustituyendo f_t , obtenemos

$$F_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

Así, se observa que el factor tendencia pasa a formar parte del promedio antiguo que se suavizarán. Ello significa que F_t ya no se comporta como un promedio suavizado exponencialmente.

Por tanto, como primer paso, calcularemos F_t . El segundo paso implicará calcular T_t . Por último, encontraremos el pronóstico ajustado a la tendencia.

El pronóstico que haremos al final del periodo t para el periodo $t + 1$, será

$$f_{t+1} = F_t + T_t$$

Cabe señalar que los mercados son inciertos, para realizar una estimación de la demanda no hay que pasar por alto ningún factor.

2.2 Planificación de la producción

El objetivo de todo industrial es obtener un producto de calidad, a tiempo y con el menor costo posible, una de las mejores maneras de lograrlo es empezar con una adecuada delineación de todos los factores que intervienen en una línea de manera general de tal manera que las interacciones entre ellos determinen cuales son las restricciones y cómo podemos reaccionar ante ellas.

2.2.1 Organización de la producción

Para una correcta organización de una línea de producción indicaré algunos breves conceptos que servirán para entender los beneficios y desventajas de modificar ciertos elementos para obtener los resultados que deseamos.

2.2.1.1 Producción por montaje

Entre las industrias que trabajan por montaje se cuentan algunas de las actividades productivas de mayor relevancia para la economía actual, principalmente las mecánicas, automóviles, motores, tractores, electrodomésticos, electrónicos, etc.

La producción por montaje se caracteriza por encadenar secuencias de procesos que convergen hacia una línea continua en la que se ensamblan los productos finales. Pero su primera parte agrupa operaciones de mecanizado en un sinnúmero de piezas, las que tradicionalmente han sido elaboradas en talleres manejados bajo una típica modalidad intermitente, ya sea en la propia empresa o por proveedores fuertemente vinculados a ella.

Tal organización de la producción ha originado a este tipo de industrias no pocas dificultades para el planeamiento, la programación y el control, desde que FORD estableciera los nuevos patrones de operación que reemplazaron al viejo esquema artesanal.

La propia naturaleza del producto hace que este se vaya ensamblando en sucesivas etapas que convergen hacia un tronco principal: la línea de montaje final. Se configuran así verdaderas redes en las que cada punto de unión es alimentado por algunos o muchos componentes, dando lugar a una estructura con tiempos asociados.

Para programar es necesario recorrer la red en sentido inverso, desde el producto hasta los orígenes, a fin de determinar que piezas fabricar y cuando hacerlo, teniendo en cuenta los problemas que esto puede llegar a acarrear.

Hasta alrededor de 1960 en los países más industrializados y hasta avanzada la década del 70 en los restantes, la programación de la producción por montaje se hacía mediante ficheros que eran atendidos por verdaderos ejércitos de empleados, donde cada fichero representaba una pieza, componente, subensamble o ensamble. Establecido un plan de producción los responsables de las fichas correspondientes a los productos finales calculaban los requerimientos de componentes y productos necesarios para fabricarlos y los comunicaban a los encargados de las fichas respectivas, y así se seguía de unos a otros, a través de la red, hasta llegar a las primeras piezas, que solían venir de proveedores. A estos se les solía comunicar un plan de requerimientos, donde generalmente los tres primeros meses eran tomados como en firme y los siguientes tres como una estimación.

Como es obvio, la forma de programar era lenta, rígida, y terreno fértil para toda clase de errores. Se fueron desarrollando así prácticas tendientes a mejorar los programas, a

acumular grandes inventarios de partes y las industrias de montaje adquirieron un perfil paquidérmico, tan antieconómico como inflexible.

Este panorama cambió radicalmente para la industria del montaje con dos adelantos fundamentales que nacieron y se desarrollaron en las décadas del 60 y el 70: el método MRP y la producción justo a tiempo.

2.2.1.1.1 Control de costos

No cabe duda de que la mejor manera de efectuar el control cuantitativo y el costeo de la producción por montaje es a través del sistema MRP. Entre sus salidas se suelen contar informes para estos propósitos.

En tanto sus archivos albergan la información acerca de lo programado y pueden ser además alimentados con los datos reales, es posible efectuar los controles de cumplimiento y eficiencia como un subproducto del mismo sistema.

Por otra parte, los datos de costos de materiales, mano de obra y costos variables y fijos, permiten no solo obtener el costo por producto, sino también variaciones de cantidad de insumos y precios de costo.

Mercado Cambiante

Cuando hay mucha producción de un producto, la demanda de este disminuye. Esto produce una sobresaturación de mercadería.

Encontramos dos soluciones posibles para este problema:

-Disminuir la producción hasta que vuelva a aumentar la demanda de este producto, lo que no parece factible ya que si la demanda disminuyó es poco factible que vuelva a aumentar.

-Cambiar, y producir otro producto más novedoso y así generar una nueva demanda.

2.2.1.2 Planeamiento de la producción sobre pedido

Un proyecto consiste en un conjunto de actividades de producción que:

* Tiene una identidad propia, es decir que cada producto - sea bien físico o servicio - presenta rasgos característicos distintivos con respecto a los restantes elaborados por el mismo productor; más aun, muy frecuentemente puede ser único.

- * Se trata de obras de apreciable magnitud y/o importancia.
- * Configura una red compleja de tareas vinculadas entre si a través de múltiples interrelaciones de precedencia.
- * Su duración suele prolongarse en el tiempo (aun cuando existen diferencias considerables entre u caso y el otro) y presenta momentos o hitos definidos que marcan su comienzo y su conclusión y las instancias inmediatas de su desarrollo.

Son ejemplos típicos de proyectos, entre otros:

- * La construcción de edificios, plantas industriales, caminos, puentes, diques, etc.
- * La construcción de grandes buques.
- * El desarrollo e implementación de sistemas computadorizados.
- * El desarrollo de trabajos de consultaría, habitualmente conformados por el diagnostico de problemas organizacionales y la puesta en marcha de la recomendaciones emergentes.
- * La producción de películas.

En los proyectos se presentan tres instancias sucesivas:

- * En primer lugar, la decisión de realizar el proyecto, que se trasunta en la aprobación de un presupuesto presentado por un proveedor (en tal caso, el productor) y/o un formulario de inversión interno en la organización. En esta etapa se definen globalmente las características del proyecto, su secuencia, plazos, costos, erogaciones a efectuar y la rentabilidad o beneficios esperados (esto es, su justificación económica). Esta primera etapa es conocida comúnmente como análisis y evaluación de la inversión.
- * En el segundo paso se caracteriza por la especificación pormenorizada de los trabajos a efectuar, la interrelación de los mismos, los recursos a aplicar (materiales, mano de obra, equipos, etc.), un computo de costos más preciso que la estimación original, el cronograma definitivo en base al cual se habrá de trabajar y el desarrollo financiero que se deriva de su realización. Todo esto se denomina *ingeniería de detalle*.
- * La ejecución, en la que se lleva a cabo el proyecto, emitiéndose generalmente -para el control y costeo- ordenes de producción o de trabajo (como en la producción intermitente), y controlándose el cumplimiento de la cronología prevista, generalmente mediante el empleo de gráficos.

Los métodos y técnicas utilizables para el planeamiento y programación de proyectos son variados:

- * Métodos financieros de evaluación de proyectos de inversión.

- * Gráficos de Gozinto y archivos de despiece, para analizar y diseñar la estructura del producto.
- * Método MRP.
- * Ordenes de trabajo.
- * Métodos gráficos de programación, como el de Gantt y el PERT - sigla que proviene de: program evaluation and review technique (técnica para la evaluación y revisión del programa) o método del camino crítico.

2.2.1.3 Variaciones estacionales

Un buen ejemplo para mostrar las variaciones estacionales es la pavimentación de la ruta 3 en nuestra provincia, ya que este proceso debe ser parado cuando las condiciones climáticas no permiten seguir con el proceso de pavimentación.

La producción por proyectos presenta en la práctica los siguientes problemas:

- * Lo más corriente es que, entre una y otra etapa, se produzcan desvíos en exceso tanto en los montos a distribuir como en los tiempos previstos, llegándose hasta a multiplicar los originariamente presupuestados. A veces, de acuerdo con las cláusulas contractuales establecidas, eso puede desencadenar sanciones financieras para la firma responsable de ejecutar el proyecto, por lo que, cuando se trata de empresas que son oferentes habituales en el ramo, tratan de maniobrar para no verse perjudicadas y aun sacar provecho de la situación. De esta forma, los proyectos suelen terminar siendo algo muy distinto (desde el punto de vista económico-financiero, de su duración y de los beneficios esperados) de lo que en el inicio iban a ser.

- * No hay un software (como el MRP para la producción por montaje) que permita desarrollar, controlar y costear adecuadamente y en forma completa los proyectos, y - sobre todo- irlos siguiendo paso a paso de una a otra etapa para evitar los desvíos referidos. La bibliografía, en este punto, se remite al método PERT como la herramienta por excelencia, pero, aun reconociendo su utilidad, no cabe duda de que no resulta una solución integral al problema referido. El valor del PERT, de los sistemas computarizados que lo aplican combinándolo con el Gantt, así como el empleo de órdenes para el control de trabajos específicos y, en ciertos casos, del MRP, constituyen

elementos valiosos pero insuficientes para manejar un fenómeno como el de los proyectos, con tan aguda propensión a desvíos en tiempo y costo.

La mejor forma de resolver este problema consiste en preparar cuadros comparativos de control mediante el software de planilla electrónica, en los que se cotejen (tanto en costo como en plazo) los principales rubros y subrubros del proyecto etapa versus etapa, es decir: la ingeniería de detalle.

Este control debe efectuarse con la debida frecuencia, paso a paso, teniendo especialmente en cuenta los compromisos que se contraen, pues, en caso contrario, se enfrentarían hechos consumados, verdaderas *autopsias* donde poco restara por hacer.

La interrelación de estas planillas con los restantes elementos de control (tales como gráficos PERT, órdenes y familias de órdenes, MRP, etc.) posibilitara una integración de las funcionalidades de estos con la visión global que proporcionan las planillas que resumen el control de avance, que así pasaran a elegirse en el tablero de comando que sintetiza la marcha del proyecto.

2.2.1.3.1 Mercado cambiante

En un proceso productivo, como la constitución de una red informática en una empresa es probable que durante el proceso aparezca un nuevo insumo o elemento que pueda hacer más efectiva a la red, se debe parar la producción, proyectar el agregado del nuevo elemento y luego continuar con lo proyectado.

2.2.1.4 Modalidades de la producción de proceso continuo

Son modalidades de la producción continua que condicionan substancialmente se planeamiento y control:

- * Produce grandes volúmenes.
- * Su orientación es hacia el producto, tanto desde el punto de vista del diseño de la planta, como por el hecho de que la cantidad elaborada de cada producto es muy elevada con relación a la variedad de productos.
- * Cada producto es procesado a través de un método idéntico o casi idéntico.

- * Los equipos son dispuestos en línea, con algunas excepciones en las etapas iniciales de preparación de los materiales. El ruteo es el mismo para cada producto procesado.
- * Es de capital intensivo, por lo que el planeamiento del uso de la capacidad instalada resulta prioritario. Como es frecuente que se trabajen tres turnos durante los siete días de la semana, se torna imposible, en tales casos, recurrir al tiempo extra cuando la demanda exige una mayor producción.
- * Consecuentemente, el grado de mecanización y automatización es alto.
- * Los inventarios predominantes son los de materias primas y productos elaborados, dado que los de material en proceso suelen ser mínimos.
- * El planeamiento y control de la producción se basan, en gran medida, en información relativa al uso de la capacidad instalada (debido a lo que señaláramos) y el flujo de los materiales de un sector a otro.
- * A menudo se obtienen coproductos y subproductos, que generan complicaciones para el planeamiento, el control y el costeo.
- * Las actividades logísticas de mantenimiento de planta y distribución física del producto adquieren una importancia decisiva.

Entre las industrias que se caracterizan por operar en forma continua se cuentan las que elaboran productos tales como: celulosa, papel, azúcar, aceite, nafta, acero, envases, etc. Dentro de un esquema conceptual de esta naturaleza, al tamaño de las corridas o lotes varia de periodos cortos hasta una operación absolutamente continua. Cabe distinguir entonces dos subtipos básicos dentro de este tipo de producción, que no dependen tanto del ramo de actividad de que se trate sino de la variedad de productos que elabore la empresa:

- * Ultracontinua.
- * Continua por lotes.

En la *ultracontinua* solo es necesario determinar las cantidades a producir y los insumos para periodos prolongados, por lo que carecen de relieve la programación y el lanzamiento. Desde el punto de vista del planeamiento y control de la producción, es la más sencilla.

En caso de producirse por *lotes*, el tamaño de estos y su secuencia obligan al uso de algún modelo de programación que optimice tales aspectos, además de tener en cuenta las complicaciones que puedan presentarse en cada circunstancia particular.

Los modelos de planeamiento y programación más utilizados son:

- * El presupuesto, lisa y llanamente.
- * La programación lineal.
- * La simulación mediante computador.
- * Modelos específicos desarrollados para ciertas industrias o empresas.

Control cuantitativo y costeo

El control cuantitativo y el costeo en la producción continua se realizan por procesos.

Debido a ello, reviste decisiva importancia la adecuada definición de los centros o módulos de control y costos (los que se corresponden con los procesos del sistema).

Estos centros pueden ser:

- * Productivos.
- * De servicios (generadores de electricidad, vapor, aire comprimido, etc.).
- * De almacenaje (de materias primas, producción en proceso y/o productos terminados).

2.2.1.5 Producción intermitente

La producción intermitente es habitualmente llevada a cabo en talleres. A pesar de desarrollarse en unidades productivas de reducido tamaño, presenta un grado de complejidad y dificultades que se derivan de sus propias características.

En efecto, en ella se reciben frecuentes pedidos de los clientes que dan lugar a órdenes de producción o trabajo. Estas son generalmente de variada índole y se complementan con los recursos disponibles, que a veces resultan insuficientes y otras veces quedan en gran medida ociosos. Aún más, es corriente que ciertas estaciones se hallen abarrotadas y otras con muy poca labor. Cobra especial significación la preparación o alistamiento de la maquinaria para pasar de una producción a la siguiente.

Cada pedido suele requerir una programación individual y soluciones puntuales a los problemas que trae aparejados.

Las características más destacadas de la producción intermitente son:

- * Muchas órdenes de producción derivadas de los pedidos de los clientes.
- * Gran diversidad de productos.

- *Dificultades para pronosticar o anticipar la demanda.
- *Trabajos distintos uno del otro.
- *Agrupamiento de las máquinas similares en el taller.
- *Necesidad de programar cada caso en particular.
- *Bajo volumen de producción por producto.
- *Emisión de órdenes específicas para cada pedido.
- *Mano de obra calificada.
- *Necesidad de contar con recursos flexibles.

Los conceptos precedentes se refieren básicamente a la industria. Pero la producción Intermitente también se presenta en los servicios. En algunos de ellos, como en un taller de reparación de automóviles, por ejemplo. En otros, ofreciendo una visión bastante distinta en apariencia, como es el caso de un restaurante, aunque con bastantes similitudes en los aspectos esenciales de la producción.

Si bien en las industrias intermitentes suelen hacerse planes anuales divididos en meses, a medida que se los va ejecutando es menester corregirlos con los datos de los pedidos anticipados. Esta dinámica hace que sea la instancia de programación a la que se asigna mayor importancia en este tipo de producción.

La programación se orienta en función de:

- *Cumplimiento de plazos de los pedidos.
- *Minimización de la inversión en instalaciones.
- *Estabilidad de la fuerza de trabajo.
- *Máximo nivel de producción
- *Atención de prioridades, grandes clientes, urgencias, etc.
- *Flexibilidad, en general.
- *Confiabilidad de los procesos críticos.
- *Reserva de capacidad para pedidos especiales o urgentes.
- *Minimización de los costos de producción.
- *Cálculo preciso de costos para presupuestar los trabajos.
- *Utilización a pleno de las fuerzas de trabajo.
- *Minimización de horas extras.
- *Lapso mínimo de fabricación.

*Adquisición de materiales en forma oportuna y económica.

2.2.2 Teoría de restricciones

La Teoría de las Restricciones desarrollada a partir de su “Programa de Optimización de la Producción”. El punto de partida de todo el análisis es que la meta es ganar dinero, y para hacerlo es necesario elevar el throughput; pero como este está limitado por los cuellos de botella, E. Goldratt concentra su atención en ellos, dando origen a su programa “OPT” que deriva en “La Teoría de las Restricciones”. Producir para lograr un aprovechamiento integral de la capacidad instalada, lleva a la planta industrial en sentido contrario a la meta si esas unidades no pueden ser vendidas. La razón dentro del esquema de E. Goldratt es muy sencilla: se elevan los inventarios, se elevan los gastos de operación y permanece constante el throughput; exactamente lo contrario a lo que se definió como meta. E. Goldratt sostiene que todo el mundo cree que una solución a esto sería tener una planta balanceada; entendiendo por tal, una planta donde la capacidad de todos y cada uno de los recursos está en exacta concordancia con la demanda del mercado.

Figura 2.1
Concepción de planta ideal



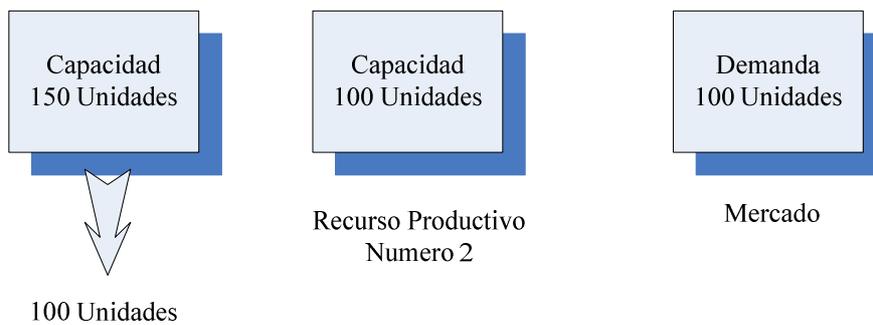
Pareciera ser la solución ideal; cada recurso genera costos por una capacidad de 100 unidades, que se absorben plenamente porque cada recurso necesita fabricar 100 unidades que es la demanda del mercado.

A partir de esta teórica solución, las empresas intentan por todos los medios balancear

sus plantas industriales, tratando de igualar la capacidad de cada uno de los recursos con la demanda del mercado.

Figura 2.2

Concepción de reducción de capacidad productiva



Suponiendo que sea posible, se reduce la capacidad de producción del recurso productivo uno, de 150 unidades a 100 unidades. De esta manera, disminuyen los gastos de operación y supuestamente permanecen constantes los inventarios y el throughput.

Pero según E. Goldratt todo esto constituye un gravísimo error. Igualar la capacidad de cada uno de los recursos productivos a la demanda del mercado implica inexorablemente perder throughput y elevar los inventarios.

Las razones expuestas son las siguientes: E. Goldratt distingue dos fenómenos denominados

- A. Eventos dependientes
- B. Fluctuaciones estadísticas

Eventos Dependientes: un evento o una serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar. Para atender una demanda de 100 previamente es necesario que el recurso productivo numero dos fabrique 100 unidades y antes que este, es necesario, que lo mismo haga el recurso productivo numero uno.

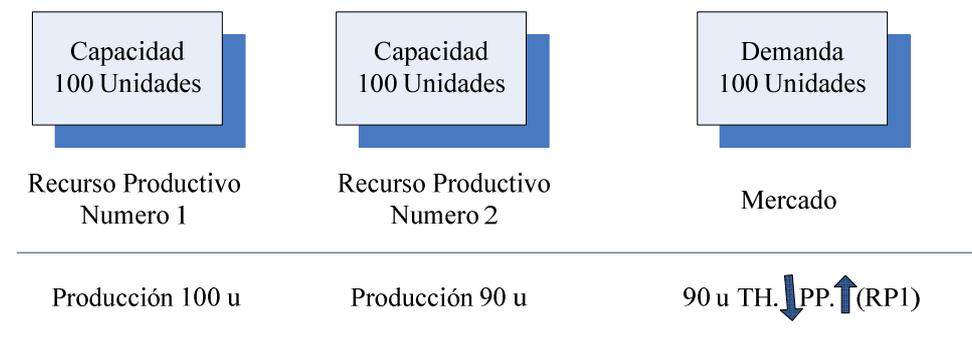
Fluctuaciones Estadísticas: suponer que los eventos dependientes se van a producir sin ningún tipo de alteración es una utopía. Existen fluctuaciones que afectan los niveles de actividad de los distintos recursos productivos, como ser: calidad de la materia prima,

ausentismo del personal, rotura de máquinas, corte de energía eléctrica, faltante de materia prima e incluso disminución de la demanda.

La combinación de estos dos fenómenos, genera un desajuste inevitable cuando la planta está balanceada, produciendo la pérdida de throughput y el incremento de inventarios.

Figura 2.3

Concepción de desajuste inevitable del balance de línea



Se puede señalar entonces que TOC se está aplicando con éxito en muchos países y en todos los aspectos de la actividad empresarial: Operaciones (bienes y servicios), Supply Chain Management, Gestión de Proyectos, Toma de Decisiones, Marketing y Ventas, Gestión Estratégica y Recursos Humanos.

No cabe la menor duda de que Con la identificación y adecuada gestión de las restricciones se consiguen mejoras significativas en poco tiempo. Como proceso, TOC se estructura en pasos iterativos enfocados a la restricción del sistema.

Restricción es todo aquello que impida el logro de la meta del sistema o empresa. Se identifican 2 tipos de restricción:

Las restricciones físicas que normalmente se refieren al mercado, el sistema de manufactura y la disponibilidad de materias primas.

Las restricciones de política que normalmente se encuentran atrás de las físicas. Por ejemplo; Reglas, procedimientos, sistemas de evaluación y conceptos.

La secuencia de los pasos iterativos de mejora depende del tipo de restricción que se analice.

La mejora en TOC se refiere a la búsqueda de mayor “meta” del sistema o empresa sin violar las condiciones necesarias. Para lograr la meta más rápidamente es necesario romper con varios paradigmas. Los más comunes son:

*Operar el sistema como si se formara de eslabones independientes, en lugar de una cadena.

*Tomar decisiones, entre ellas la fijación de precios, en función del costo contable, en lugar de hacerlo en función de la contribución a la meta (Throughput). Requerimientos de una gran cantidad (océanos) de datos cuando se necesitan de pocos relevantes.

*Copiar soluciones de otros sistemas en lugar de desarrollar soluciones propias en base a metodologías de relaciones lógicas de “efecto-causa-efecto”.

La continuidad en la búsqueda de la mejora requiere de un sistema de medición y de un método que involucre y fomente la participación del personal. Para definir el sistema de medición se requiere definir el set de indicadores de meta. En TOC, la meta de una empresa es ganar dinero ahora y siempre. La medición de la meta se realizará a través de los indicadores; Throughput (T), Inventarios (I), y Gastos Operativos (GO). El método recomendado por TOC es el socrático, el cual fomenta la participación del personal, el desarrollo de soluciones propias, y el trabajo en equipo. TOC favorece la aplicación de metodologías que impliquen el desarrollo del “know how”, en lugar de la utilización de consultores externos.

2.3 Descripción general de la planta

En esta sección describiré de manera general lo que nos es relevante del lugar donde se encuentra la línea de producción como premisa al análisis de capítulos posteriores, describiré la planificación inicial para el proceso productivo así como los elementos que lo integran y para finalizar presentaré un dibujo que indica cómo está la ubicación de los distintos elementos y sus respectivas áreas dentro de la fábrica.

2.3.1 Estructura de la línea de producción

La estructura de una línea de producción de todo proceso transformador es fundamental en la planificación de la producción. Una correcta planificación reduce problemas de almacenamiento, tiempos muertos, cruces de rutas de trabajo, etc.

La reducción de tiempos muertos, traslados innecesarios, facilidad de procesos son factores muy importantes para diseñar una línea que cumpla con la rentabilidad que se planea inicialmente en todo proyecto de transformación.

El sistema de programación que usamos se basa en órdenes de producción. Una orden de producción es la reunión de características de cada ambiente / diseño de un cliente particular. A continuación detallaremos algunos de los componentes de las órdenes de producción:

- Numero de orden secuencial
- Datos del cliente
- Tipo de muebles
- Fecha de ingreso a fábrica y fecha de entrega del producto
- Modelos y colores definitivos
- Listado de componentes
- Listado de corte de módulos y puertas
- Listado de complementos y mesones

En función de los datos citados en el listado anterior se genera un flujo de listados de corte que es nuestra área inicial y de allí se da prioridad a los trabajos cuya fecha de entrega son más cortos por alguna eventualidad.

El sistema de base de datos produce reportes con entradas diarias y organizadas según la necesidad de información.

La planificación inicia con la programación de las obras según los grupos de instalación, tiempo que les llevará a los mismos el realizarla y disponibilidad de materiales.

Luego se dispone el orden de inicio según la prioridad de instalación enviada por el

almacén. En las diferentes etapas se propone cambios de acuerdo al avance de obra civil de los clientes.

El último proceso es la coordinación de material que pasa a la bodega temporal de producto terminado y el despacho a la obra.

En lo concerniente a este proyecto revisaremos con mayor detalle la línea de producción y no tanto los procesos administrativos.

Figura 2.4
Programación de línea de producción MIRE

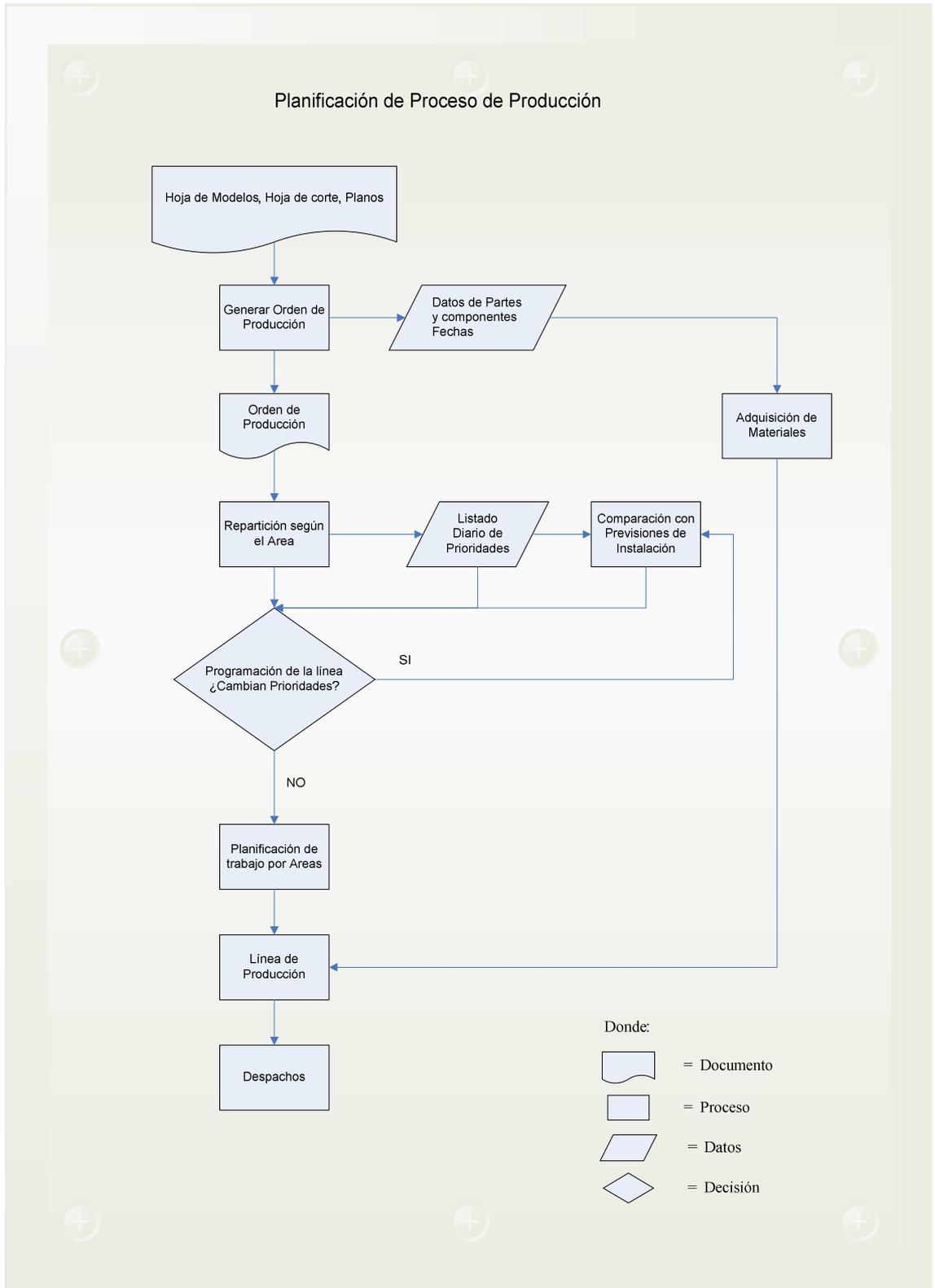


Imagen 2.1
Carátula de orden de producción

MODULARES IVAN RON
ORDEN DE PRODUCCION Num. 5457

FECHA : Quito, 15 de MARZO de 2006
CONTRATO : 0
REF. PROFORMA : 0

DATOS DEL CLIENTE :
=====

APELLIDOS : GARCES
NOMBRES : ARG.VICTOR HUGO
DIRECCION : GRANDA CENTENO-EDIFICIO ESCALENO
TELEFONO : 2260-782

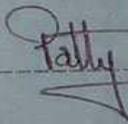
CARACTERISTICAS DE LOS MUEBLES:
=====

TIPO DE MUEBLE : BAÑOS DPTO.#5

MODELO : BERLIN
FRENTE : DURAPLAC ALMENDRA Y WENGUE
MESON : REUTILIZAR MESONES DE COCINA #3
TIRADERAS : FERROMADERA 17 CMS.
CENEFA : NO
ZOCALO : NO
INTERIOR : BLANCO
FRENTE FALSO SUP. : NO
CORONA : NO
FILOS PUERTAS : PVC 3MM ALMENDRA Y WENGUE
FILOS MODULOS : PVC DELGADO
SALPICADERO : NO

FECHA DE ENTREGA : 03/20/06

Atentamente,



Fuente: MIRE

2.3.2 Puestos de trabajo

La fábrica MIRE por su proceso productivo se ha dividido en las siguientes áreas o puestos de trabajo:

- Área de Corte con tres sierras (escuadradora⁷, despiezadora⁸ y circular⁹)
- Área de Canal
- Área de Enchapado
- Área de Perforación
- Área de Ensamble #1 (prensa neumática)
- Área de Ensamble #2
- Área de Panelado y Fresado
- Área de Pegado
- Área de Posformado
- Área de Lijado
- Área de Lacado
- Área de Bodega
- Área de Limpieza
- Área de Despacho
- Área Administrativa

⁷ Sierra horizontal de precisión.

⁸ Sierra vertical para corte de piezas en su mayoría grandes, menor fatiga para el operario.

⁹ Sierra horizontal antigua de menor precisión.

Cuadro 2.3
Materiales y personas por área

Áreas	Material Manejado	Personas por Máquina
Área de Corte	Tableros	2
Área de Canal	Piezas	1
Área de Enchapado	Piezas	1
Área de Perforación	Piezas	1
Área de Ensamble #1	Piezas	1
Área de Ensamble #2	Módulos	1
Área de Panelado y Fresado	Piezas	2
Área de Pegado	Piezas	1
Área de Postformado	Piezas	2
Área de Lijado	Piezas	2
Área de Lacado	Semiacabado	
Área de Bodega	Varios	1
Área de Limpieza	Módulos	2
Área de Despacho	Módulos	
Área Administrativa	Papelería	N/A

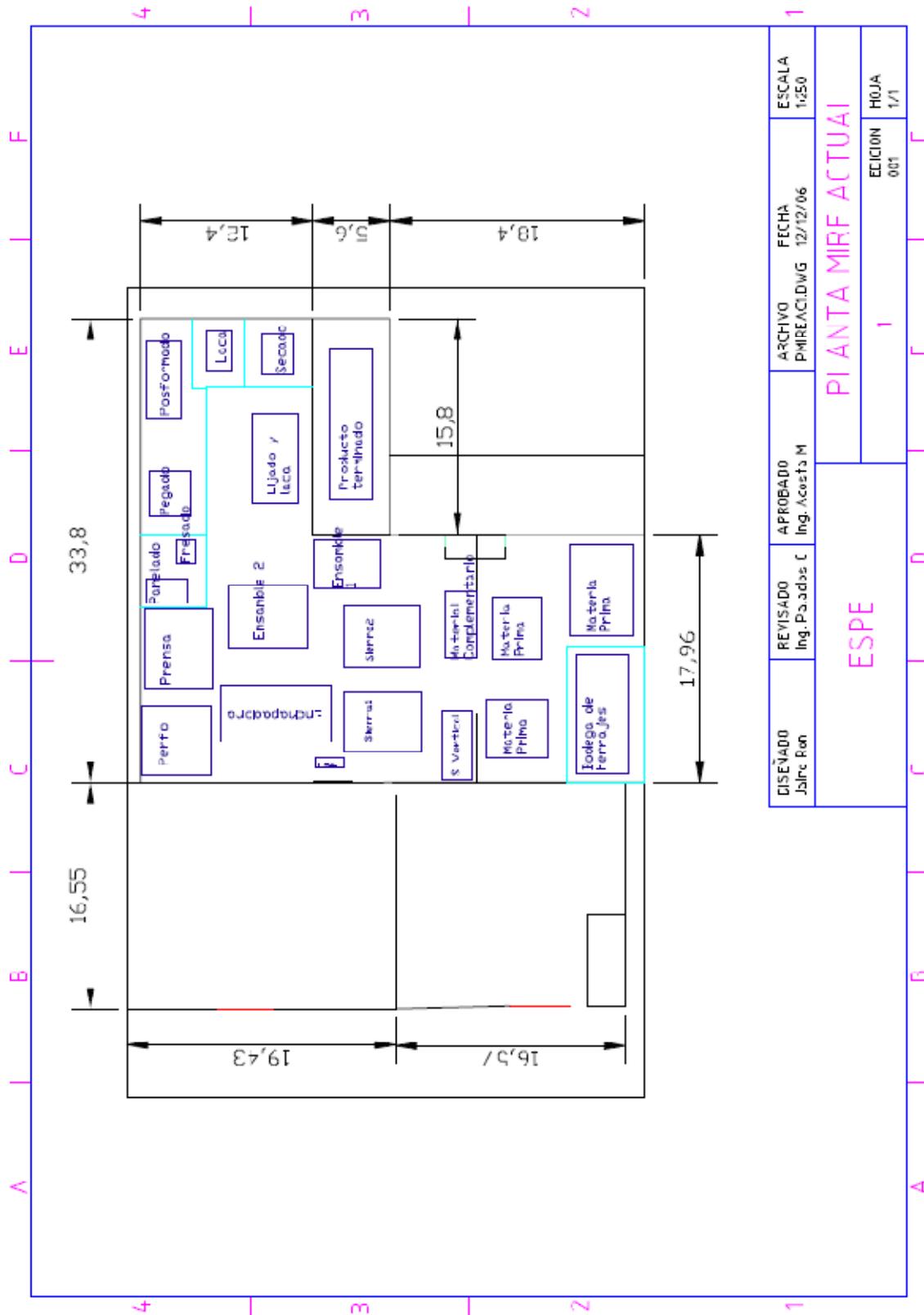
2.3.3 Distribución en planta (lay-out)

En toda organización que avanza suceden inevitables cambios, de personal, de políticas, de maquinaria, de ubicación, etc. En el caso de MIRE por la reorganización interna se decidió en el año 2000 el traslado de la fábrica a la ubicación actual. Por las circunstancias en esa época no se contó con el tiempo suficiente para una detallada planificación de la distribución del espacio, en consecuencia se fueron acoplando cambios progresivos hasta llegar a la distribución del dibujo 2.1. Como se podrá apreciar se delinea un esquema para aprovechar el espacio disponible pero a medida que creció el trabajo el espacio disponible empezó a causar problemas para la manipulación y el transporte interno de los productos.

Imagen 2.2
Distribución actual zona principal de línea de producción MIRE



Dibujo 2.1
Lay out actual MIRE



DISEÑADO Jairo Ren	REVISADO Ing. Paolas C	APROBADO Ing. Acosta M	ARCHIVO PMIREACI.DWG	FECHA 12/12/06	ESCALA 1:50
ESPE			PIANTA MIRE ACTUAL		
			EDICION 001	HOJA 1/1	

CAPÍTULO 3 DIAGNOSTICO DE LA FÁBRICA DE MUEBLES MIRE

3.1 Sistema de evaluación y control.

3.1.1 Determinación de indicadores / índices

Los índices o indicadores son datos medidos dentro de intervalos de tiempo determinados que nos sirven para saber el estado de la producción y actuar de manera correcta al detectar variantes. Actualmente no se contaba con una medición de datos en muchos puntos por lo que el primer paso fue crear puntos de control para que los operarios registren sus actividades. A continuación describiremos cada uno de los índices.

3.1.1.1 Cantidad de elementos producidos semanal/mensualmente

En la fábrica MIRE no se tenía un registro exacto de la cantidad de muebles (módulos) que se producían en un determinado tiempo, esto se debe a que el sistema es orientado a ordenes de producción numeradas que representan pedidos individuales de un cliente particular. Así por ejemplo el Sr. Luís Arteaga puede tener varias órdenes de producción a su nombre para cocinas, closets, etc. En distintos meses y años de manera que el objetivo es completar el pedido en curso de cada cliente.

El departamento de contabilidad basa su cálculo por periodos y por consumo, de esto no se puede tener un cálculo certero de la cantidad de módulos producidos en un periodo de tiempo (por ejemplo mensualmente). Por lo tanto el primer paso fue recabar datos de puntos de control específicos incluso para tener una guía del desempeño diario de ciertos puestos. Los datos se presentan en la tabla siguiente:

Cuadro 3.1
Periodicidad de reporte de módulos por área

Area	Responsable	Datos	Periodicidad
Ensamble 1	Jefe ensamble 1	Cantidad de modulos ensamblados por orden de producción	Diaria
Ensamble 2	Jefe ensamble 2	Cantidad de modulos ensamblados por orden de producción	Diaria
Despacho	Jefe de despachos 1	Cantidad de modulos despachados por viaje	Diaria

El acceso a esta información generó desconfianza inicial en el área de despachos con lo

que la persona encargada fue transferida a otra área y su reemplazo está poniendo al día los datos. Además estos mecanismos sirven para controlar los retrasos y cambios dentro de la línea de producción.

Con los datos obtenidos en el periodo de diciembre del año 2006 hasta abril del año 2007 podemos observar que el control si bien no es exacto puede dar una pauta de la capacidad de producción en la línea. En este análisis hay dos factores externos que modifican los datos de una producción estándar y son:

- En el periodo citado el contrato de dos edificios de gran magnitud en un periodo de construcción corto generó que aumentemos las horas de trabajo y la ayuda de personal de otras áreas para poder cumplir con las fechas de entrega.
- Incapacidad en el sector aduanero nacional retrasaron tres importaciones de material con lo que en algunas áreas se redujo la generación de trabajo diario y posteriormente se acumuló al tener el material en nuestro poder.

De todas maneras se trató de disgregar los datos para conocer dos realidades: el volumen de módulos reales producidos en esta época y la cantidad de módulos estándar que podemos producir en un periodo de tiempo. Los datos son presentados a continuación:

Tabla 3.1**Reporte de módulos área de ensamble #2****Producción de modulos en Fabrica Modulares Ivan Ron Cia. Ltda.****Area de Control: Ensamble #2****Fecha: Diciembre 2006 - Abril 2007**

Mes	Semana	Modulos Especiales	Total Mensual
dic-06	1	35	
dic-06	2	56	
dic-06	3	33	
dic-06	4	25	
dic-06	5	28	177
ene-07	1	68	
ene-07	2	54	
ene-07	3	52	
ene-07	4	44	
ene-07	5	48	266
feb-07	1	86	
feb-07	2	76	
feb-07	3	72	
feb-07	4	76	310
mar-07	1	36	
mar-07	2	120	
mar-07	3	100	
mar-07	4	112	
mar-07	5	98	466
abr-07	1	59	
abr-07	2	29	
abr-07	3	101	
abr-07	4	55	244

Tabla 3.2
Reporte de módulos área de ensamble #1

Producción de modulos en Fabrica Modulares Ivan Ron Cia. Ltda.

Area de Control: Ensamble #1

Fecha: Diciembre 2006 - Abril 2007

Mes	Semana	Modulos Cocina	Modulos Closet	Modulos Baño	Total Mensual
Dic-06	1	0	20	0	
Dic-06	2	82	2	23	
Dic-06	3	65	35	13	
Dic-06	4	54	15	9	
Dic-06	5	71	9	3	401
Ene-07	1	114	0	9	
Ene-07	2	78	6	2	
Ene-07	3	53	24	0	
Ene-07	4	32	26	13	
Ene-07	5	21	27	0	405
Feb-07	1	20	0	21	
Feb-07	2	59	22	0	
Feb-07	3	87	20	32	
Feb-07	4	43	8	15	327
Mar-07	1	67	6	15	
Mar-07	2	145	51	14	
Mar-07	3	114	39	22	
Mar-07	4	143	24	7	
Mar-07	5	88	25	22	782
Abr-07	1	83	26	4	
Abr-07	2	64	11	8	
Abr-07	3	108	39	15	

Si bien la tendencia actual del mercado atrae a los clientes hacia el recubrimiento de mesones de granito, la relación de mesones de lámina posformable sigue teniendo un papel importante en el proceso de producción. En el área de posformado se puede producir puertas de muebles modelo zurich, mesones que pueden tener o no salpicadero incluido, complementos posformados que son parte fundamental de la presentación final de la cocina y algunos materiales especiales bajo pedido del cliente. A continuación se presentan los datos obtenidos:

Tabla 3.3

Reporte de mesones área posformado

Area de Control: Posformado Mesones

Fecha: Diciembre 2006 - Abril 2007

Mes	dic-06	ene-07	feb-07	mar-07	abr-07
Mesones	146	193	167	206	202
Coronas/Cenefas	86	128	97	151	128
F Zocalo	112	151	106	230	153
Plafones	12	32	11	41	43
Barrederas/Tapamarcos	35	0	0	0	184
Total Mensual	391	504	381	628	710

3.1.1.2 Cantidad de pedidos retrasados

El sistema de generación y control de órdenes de producción nos permite conocer el estado de cada orden en un determinado momento, el plazo de entrega y condiciones adicionales. En las reuniones de reprogramación que se dan dos veces por semana y a veces en mayor número según las novedades de los clientes, se puede cambiar las fechas de entrega de las órdenes de producción.

Por la flexibilidad de nuestro sistema de producción los pedidos se pueden reajustar según la presión de los clientes, no obstante esto también causa interrupciones en la línea de producción. De todas maneras los memorándums por reclamos de retrasos revelan un número muy bajo presentado a continuación:

Tabla 3.4

Reporte de pedidos retrasados

Control de Retrasos en instalaciones
Periodo Diciembre 2006 - Mayo 2007

Mes	Cantidad en Memo	Cantidad no reportada	Total mensual
Diciembre	1	4	5
Enero	1	3	4
Febrero	0	2	2
Marzo	1	2	3
Abril	3	5	8
Mayo	0	1	1

3.1.1.3 Tiempos improductivos por zona

Como se detalló en la primera parte de nuestro estudio el producto que fabrica MIRE es diseñado de acuerdo a las necesidades de cada cliente, si bien nuestro catálogo de módulos tiene estándares concretos, el número de estos es grande y por cada combinación específica nos da demasiada amplitud en cada diseño, por esta razón cada orden de producción es prácticamente un producto único que a la vez se divide en subproductos de fabricación conocida.

Inicialmente se pensó en subdividir procesos y medir tiempos por orden de producción, luego por movimientos en cada orden de producción. Los inconvenientes de este método fueron los largos tiempos para las mediciones, la poca homogeneidad de las órdenes que en el momento de analizar los datos resultaba en dispersiones demasiado grandes.

Luego la decisión fue aplicar el método de medición de muestreo del trabajo, partiendo de los conceptos a continuación descritos:

El muestreo de trabajo se recepta con un número de observaciones grande en intervalos aleatorios. Se basa en la ley fundamental de probabilidad, es decir en un instante un evento puede suceder o no suceder. La probabilidad de x ocurrencias en n observaciones se determina con esta fórmula:

$$(p + q)^n = 1$$

Donde : p = probabilidad de una ocurrencia

q = probabilidad de una No ocurrencia

n = número de observaciones

Según la estadística elemental, cuando n crece, la distribución binomial se aproxima a la distribución normal. Si se utilizan tamaños de muestras grandes, la distribución normal es una aproximación satisfactoria de la binomial.

Si queremos un porcentaje de confianza de 95%, donde

$$l = 1.96\sigma = 1.96\sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Redondeando 1.96 a 2 llegaremos a la expresión:

$$n = \frac{4p(1-p)}{l^2}$$

Con esta fórmula se puede calcular el número estimado de observaciones necesarias para tener una aceptación de nuestro trabajo al 95% de confianza.

De la fórmula anterior llegamos a la conclusión que si tenemos un estimado de máquina funcionando entre el 60 y el 70% del tiempo el número de observaciones debe ser 364 veces.

Presentamos las observaciones realizadas en la fábrica en distintos puestos de trabajo con horarios aleatorios en el apéndice.

3.1.1.4 Capacidad de corte

Para calcular un estimado de la capacidad de corte debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ⊕ Toda orden de producción es única (salvo el caso de conjuntos o edificios de diseño estándar) por lo que una comparación directa es casi imposible.
- ⊕ Cada módulo tiene medidas variables según se solicite o diseño con lo que el listado de hoja de corte variará notablemente.

Por esto se tomó varios muestreos de órdenes de producción y se asoció a una simulación de corte con el software de la máquina propuesta.

Así por ejemplo en el corte de las órdenes de producción con números de identificación 8334, 8336, 8338 tenemos los siguientes datos:

Tabla 3.5
Reporte de corte 3 órdenes de producción

OP	Tipo	Q Modulos	Q Piezas	H inicio	H Fin	Q Tableros	T Total
8834	Cocina	9	46	7:50	10:45	4,5	2:55
8836	Cocina	8	40				
8838	Cocina	9	46				

3.1.1.5 Número de quejas

La cantidad de memos internos nos dan la pauta de los distintos productos que se fabricaron mal, los procesos incorrectos tanto en diseño, producción e instalación, los motivos de devoluciones en caso de haberlos, etc. A continuación se presenta un cuadro de resumen de quejas de los últimos meses:

Tabla 3.6
Reporte de fallas MIRE

Problemas con memorandum de almacén
Periodo: Diciembre 2006 - Abril 2007

MES	FALLA				
	Diseño	Instalación	Fabricación	No reportados formalmente	Toal mensual
Diciembre	0	2	4	8	14
Enero	0	9	10	7	26
Febrero	1	4	11	4	20
Marzo	4	0	9	6	19
Abril	1	6	8	7	22

3.1.2 Evaluación inicial

Para nosotros proyectar un estimado de trabajo estándar partiremos de dos principios:

- El primero es el hecho de un aumento de producción no estimado a causa del contrato bajo presión de un edificio grande. Esto llevó a la necesidad de aumentar los turnos de trabajo para cumplir con las expectativas. Este fenómeno se puede notar claramente en las cifras presentadas en la tabla 3.7. Dentro de la recolección de datos pude diferenciar con moderado éxito la cantidad de trabajo realizado en horas normales como en horas extras, con lo que el estimado de trabajo mensual pasa a ser una medida relativamente equitativa.
- Por otro lado el retraso de la materia prima de importaciones por causa de nuestros proveedores causó una variante en el desempeño diario.

Con estos antecedentes proyectaremos el ritmo de producción en función de nuestros

datos:

Tabla 3.7
Pronósticos producción de módulos

Producción Sin H extras ni Sabados

Mes	Demanda (D.)	Pronóstico de promedio variable correspondiente a tres meses (f.)	Promedio variable correspondiente a tres meses (MA _t)	Pronóstico de promedio variable ponderado correspondiente a tres meses	Promedio variable ponderado correspondiente a tres meses (0.25, 0.25, 0.50) mas reciente (MA _t)
Noviembre	400				
Diciembre	445				
Enero	461		435		427
Febrero	386	435	431	427	434
Marzo	491	431	446	434	450
Abril	399	446	425	450	416
Mayo		425		416	

Producción Real

Mes	Demanda (D.)	Pronóstico de promedio variable correspondiente a tres meses (f.)	Promedio variable correspondiente a tres meses (MA _t)	Pronóstico de promedio variable ponderado correspondiente a tres meses	Promedio variable ponderado correspondiente a tres meses (0.25, 0.25, 0.50) mas reciente (MA _t)
Noviembre	601				
Diciembre	644				
Enero	881		709		682
Febrero	694	709	740	682	716
Marzo	1069	740	881	716	881
Abril	723	881	829	881	795
Mayo		829		795	

Para determinar el tiempo de operación y el improductivo por cada zona de trabajo medí de forma aleatoria la ocurrencia de cada uno de los eventos por cada máquina. Al observar y registrar la frecuencia de las tareas realizadas por puesto de trabajo y procesar todos los datos obtenemos los siguientes resultados:

El área de sierras está conformada por tres sierras SCM (S), Panhans (P) y Vertical (V),

en las cuales los procesos son iguales por lo que se agrupan en una sola tabla. En la primera columna se indica los eventos, en la segunda el número de observaciones y en la tercera el porcentaje que representa del total de observaciones alternando los datos de segunda y tercera columna por cada máquina. De manera análoga se hizo con las demás áreas.

Tabla 3.8
Resumen observaciones área sierras

EVENTOS	SIERRAS					
	S	S	P	P	V	V
	Obs	%S	Obs	%P	Obs	%V
CORTAR	148	41,1	154	48,7	138	45,1
MOVER MATERIAL	32	8,9	12	3,8	26	8,5
ACOMODAR MATERIAL	38	10,6	20	6,3	18	5,9
AJUSTAR MAQUINA	38	10,6	36	11,4	14	4,6
ASUNTOS PERSONALES	22	6,1	12	3,8	14	4,6
LEER INSTRUCCIONES	24	6,7	20	6,3	24	7,8
CONSULTAR A SUPERIOR	14	3,9	18	5,7	16	5,2
REPARAR	8	2,2	18	5,7	16	5,2
VERIFICAR MEDIDAS	20	5,6	8	2,5	22	7,2
SIN OPERARIO	6	1,7	10	3,2	8	2,6
BUSCAR MATERIAL	10	2,8	8	2,5	10	3,3
TOTAL	360	100	316	100	306	100

Tabla 3.9
Resultados porcentuales área sierras

	%S	%P	%V
Tiempo de Operación	71,1	70,3	64,1
Tiempo Improductivo	28,9	29,7	35,9

Gráfico 3.1

Relación tiempo productivo área sierras

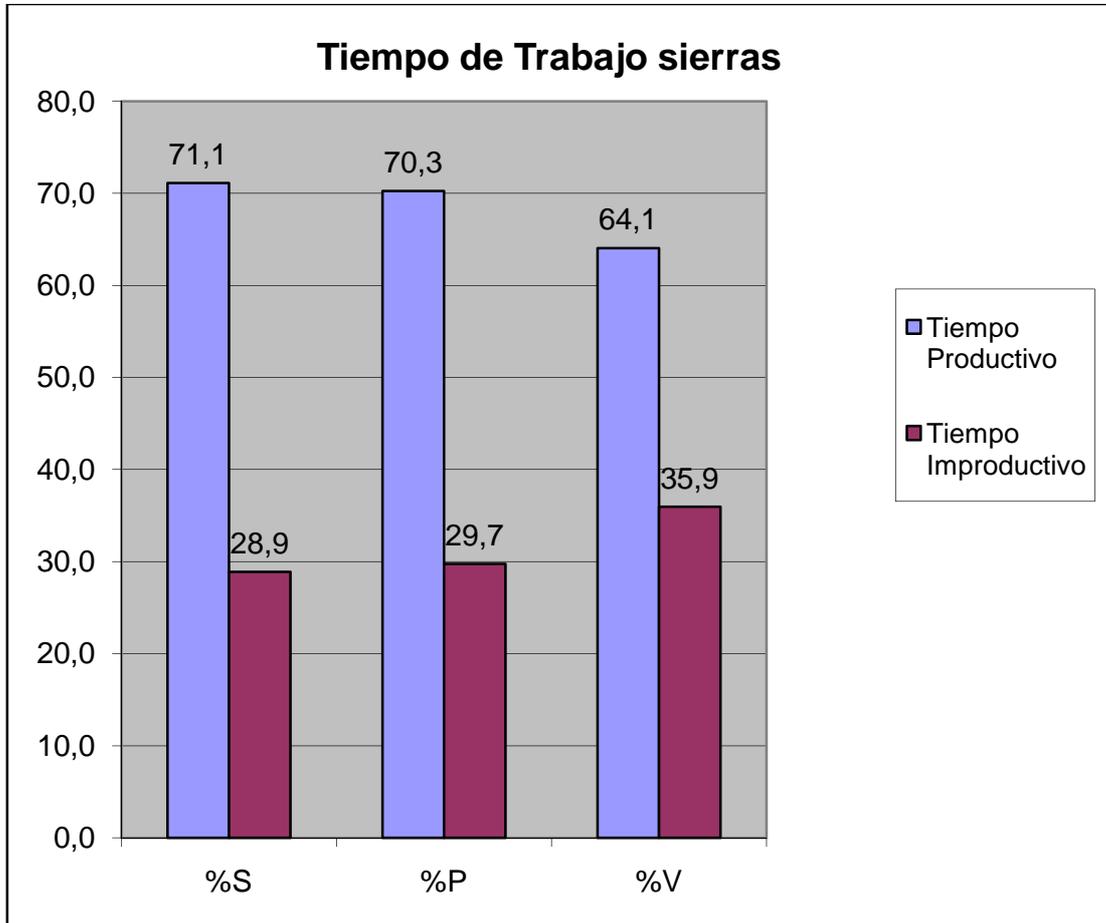


Tabla 3.10

Resumen observaciones área enchapadora

EVENTOS	ENCHAPADORA	
	# OBS	%
CALIBRAR	39	12,1
PEGAR CANTO	51	15,8
COGER MATERIA PRIMA	47	14,6
ENCHAPAR	93	28,8
LEER INSTRUCCIONES	36	11,1
ASUNTOS PERSONALES	11	3,4
CONSULTAR A SUPERIOR	12	3,7
REPARAR	5	1,5
VERIFICAR MEDIDAS	15	4,6
INACTIVO	5	1,5
SIN OPERARIO	9	2,8
TOTAL	323	100,0

Tabla 3.11
Resultados porcentuales área enchapadora

T Productivo	T Improductivo
(%)	(%)
71,2	28,8

Gráfico 3.2
Relación tiempo productivo área enchapadora

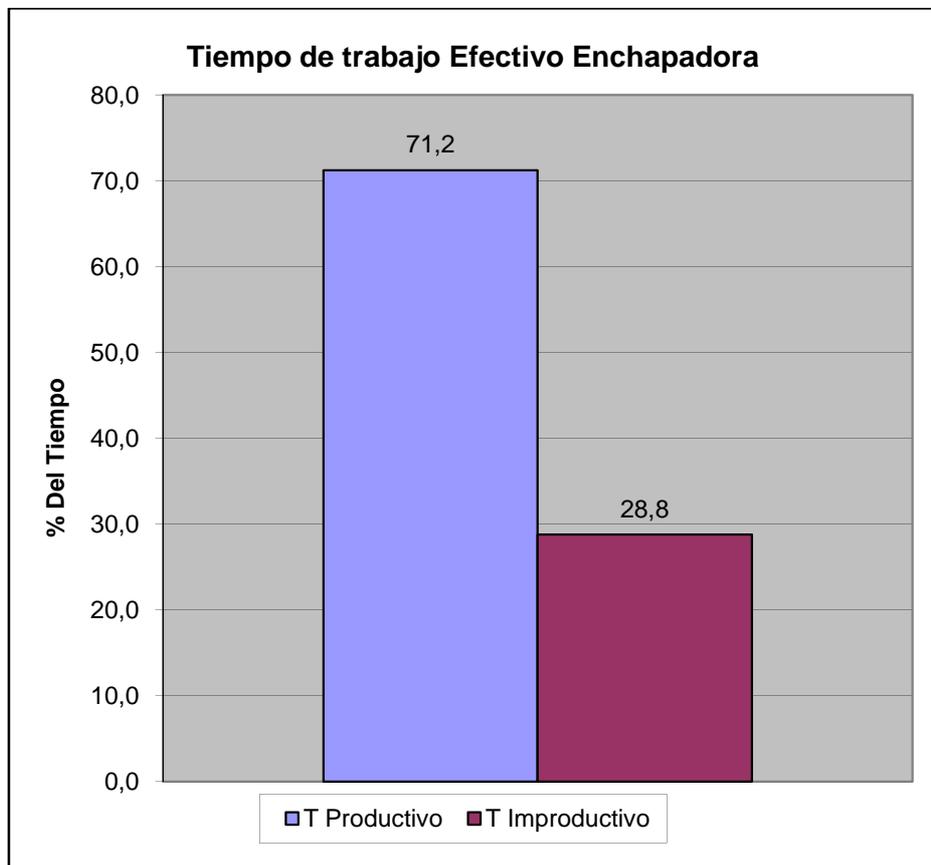


Tabla 3.12
Resumen observaciones área perforadora

EVENTOS	PERFORADORA	
	# OBS	%
CALIBRAR	46	13,4
COGER HERRAMIENTA	48	14,0
TRAER MATERIA PRIMA	52	15,1
PERFORAR	108	31,4
LEER INSTRUCCIONES	28	8,1
ASUNTOS PERSONALES	14	4,1
CONSULTAR A SUPERIOR	14	4,1
REPARAR	10	2,9
VERIFICAR MEDIDAS	10	2,9
INACTIVO	6	1,7
SIN OPERARIO	8	2,3
TOTAL	344	100,0

Tabla 3.13
Resultados porcentuales área perforadora

T Productivo	T Improductivo
(%)	(%)
73,8	26,2

Gráfico 3.3

Relación tiempo productivo área perforadora

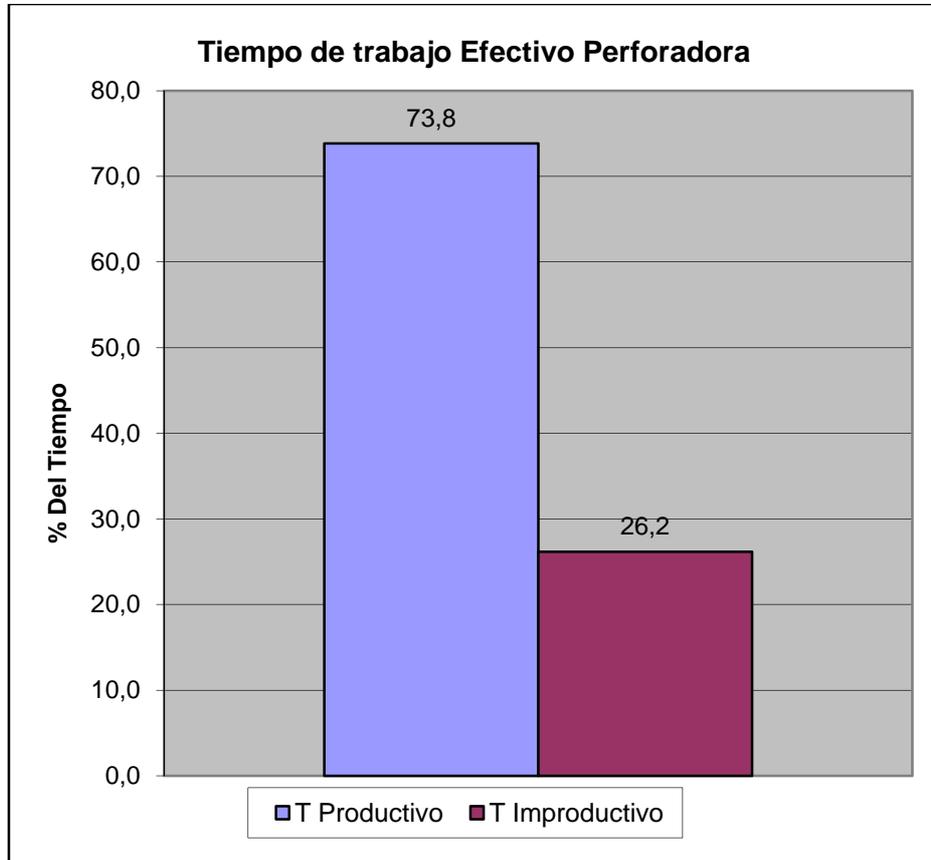


Tabla 3.14

Resumen observaciones área prensa

EVENTOS	PRENSA	
	# OBS	%
CALIBRAR PRENSA	28	7,6
CUADRAR MODULO	18	4,9
TRASLADAR MODULO	30	8,1
TARUGAR	56	15,1
ARMAR	82	22,2
PRENSAR	54	14,6
LEER INSTRUCCIONES	30	8,1
ASUNTOS PERSONALES	6	1,6
CONSULTAR A SUPERIOR	14	3,8
REPARAR	10	2,7
VERIFICAR MEDIDAS	22	5,9
INACTIVO	2	0,5
SIN OPERARIO	18	4,9
TOTAL	370	100,0

Tabla 3.15
Resultados porcentuales área prensa

T Productivo	T Improductivo
(%)	(%)
72,4	27,6

Gráfico 3.4
Relación tiempo productivo área prensa

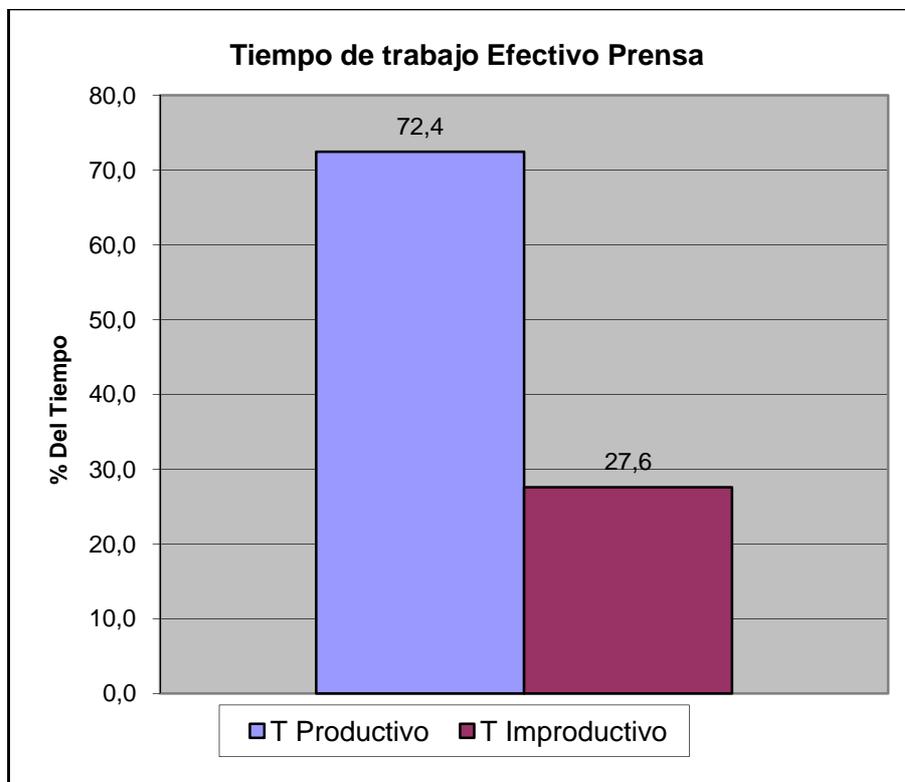


Tabla 3.16

Resumen observaciones área posformado

EVENTOS	POSFORMADO	
	# OBS	%
CORTAR LAMINA	68	19,4
ESPARCIR PEGA	56	16,0
TRASPORTAR MATERIA PRIMA	26	7,4
CUADRAR LAMINA	38	10,9
FIJAR LAMINA	48	13,7
POSFORMAR	52	14,9
REPARAR MAQUINA	12	3,4
ASUNTOS PERSONALES	8	2,3
CONSULTAR A SUPERIOR	10	2,9
VERIFICAR MEDIDAS	20	5,7
INACTIVO	2	0,6
SIN OPERARIO	10	2,9
TOTAL	350	100,0

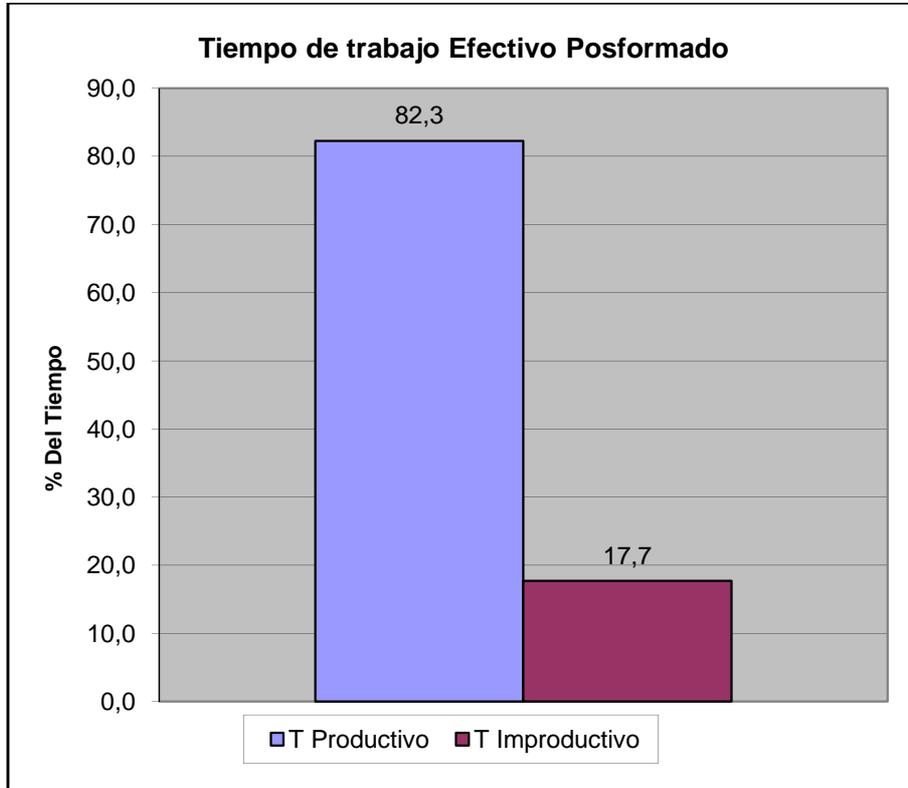
Tabla 3.17

Resultados porcentuales área posformado

T Productivo	T Improductivo
(%)	(%)
82,3	17,7

Gráfico 3.5

Relación tiempo productivo área posformado



3.2 Descripción del proceso

En esta sección se explica el proceso de producción de los 4 elementos principales que son módulos, puertas, mesones y materiales complementarios, y el cómo logramos su transformación.

3.2.1 Diagrama de flujo de procesos

En la fábrica MIRE los principales productos son:

- Módulos altos, bajos, largos.
- Puertas de módulos de cocina, closets, baños.
- Mesones

La diversidad de productos ofrecidos es mucho más amplia pero en función de los objetivos y dado que en análisis anteriores a este proyecto se determinó que el 79 %¹⁰ de los diseños vendidos pertenecían a los modelos Zurich¹¹ y Berlin¹² revisaremos individualmente el diagrama de flujo de cada elemento.

La codificación de los diagramas se interpretará de la siguiente manera:

- O: Operación
- INS: Inspección
- B: Almacenamiento

El orden de las operaciones que se van añadiendo a la línea principal no son estrictamente secuenciales y pueden ser trabajadas en paralelo, solo por propósitos cronológicos se numeran en orden secuencial.

¹⁰ Fuente: MIRE Cia. Ltda.

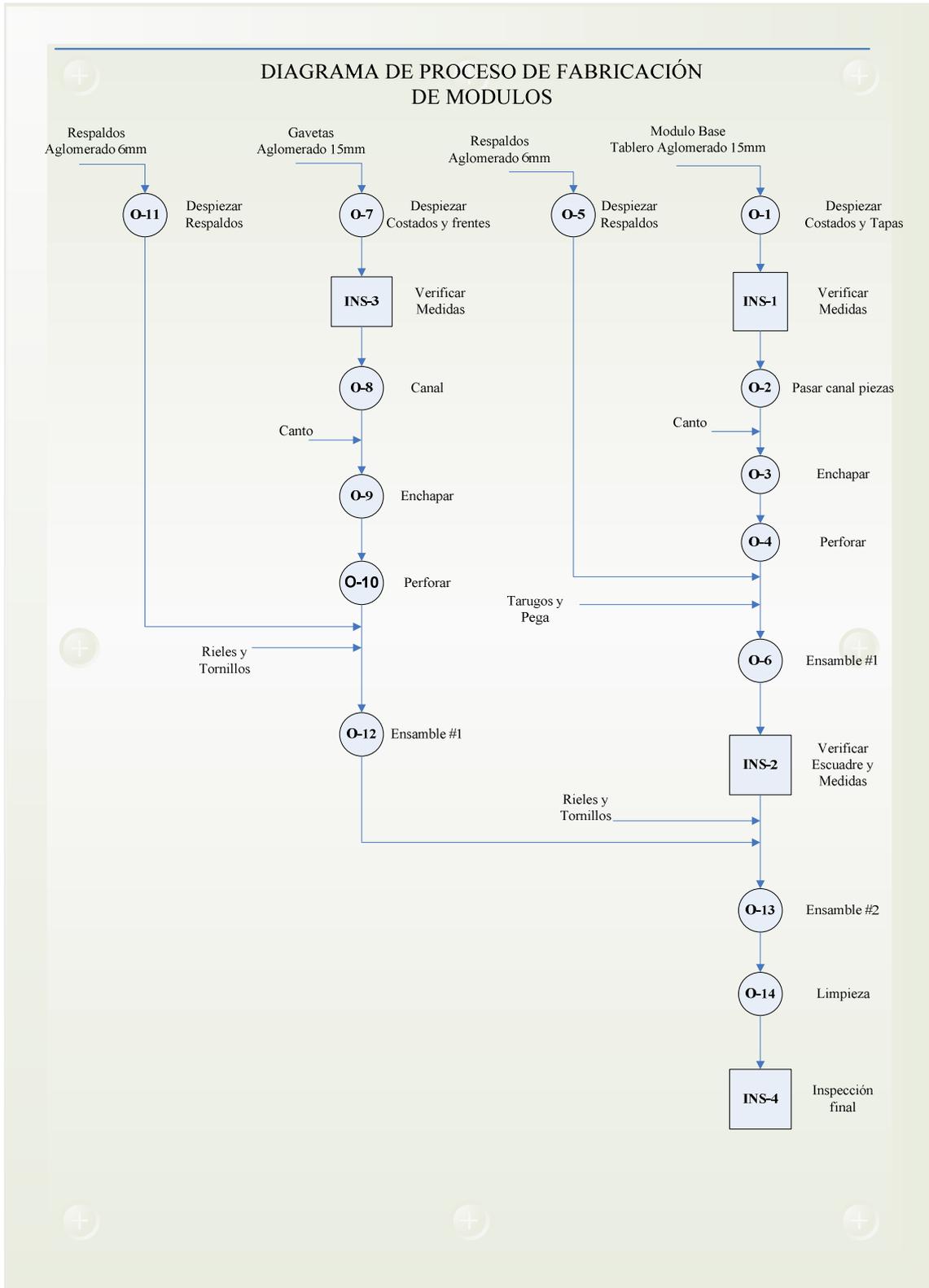
¹¹ Modelo de puertas con lámina posformable y recubrimiento pvc 3mm.

¹² Modelo de puertas de material melamínico recubierto 4 lados con pvc 3mm.

3.2.1.1 Módulos

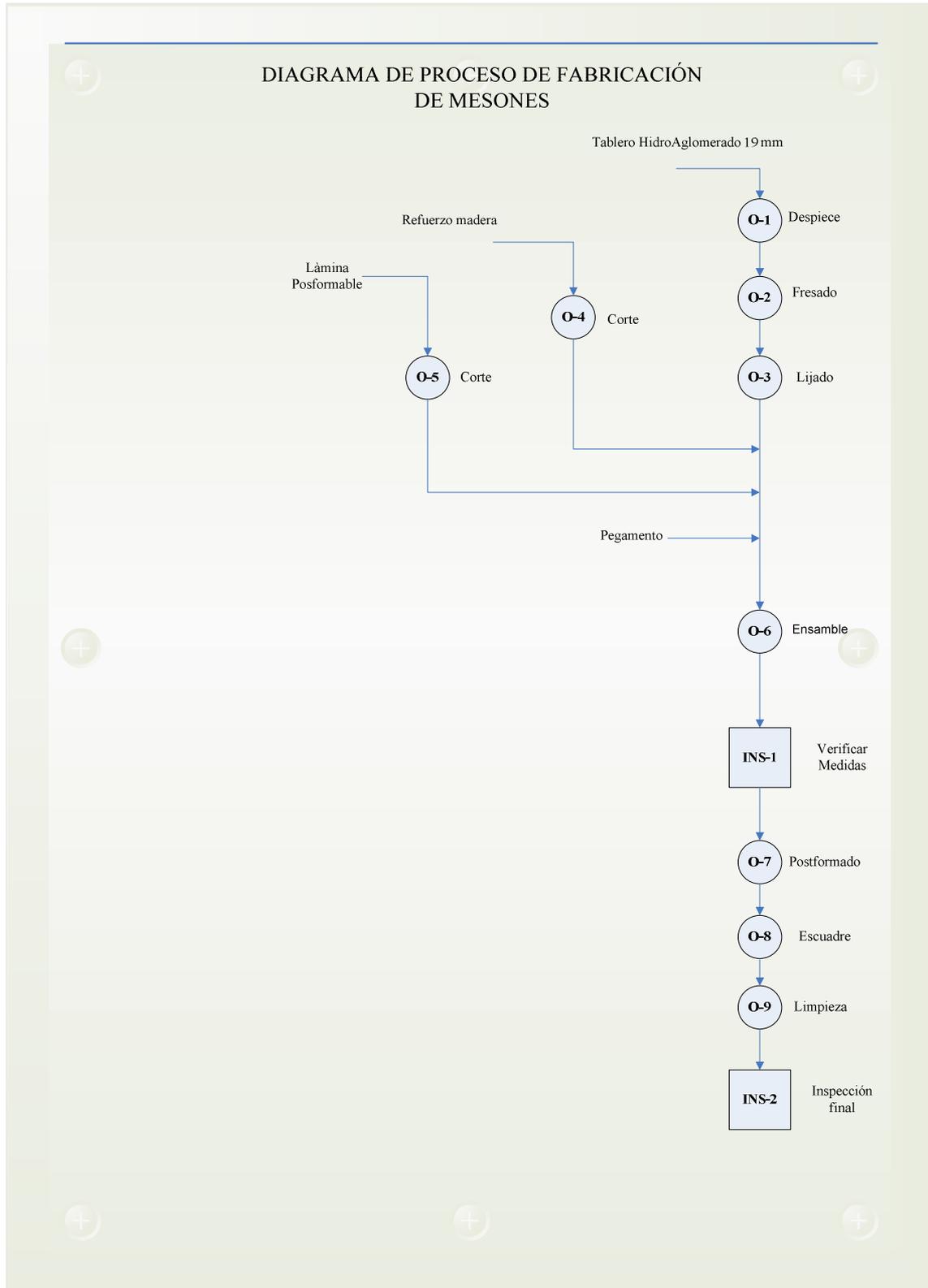
Figura 3.1

Diagrama de proceso fabricación de módulos



3.2.1.2 Mesones

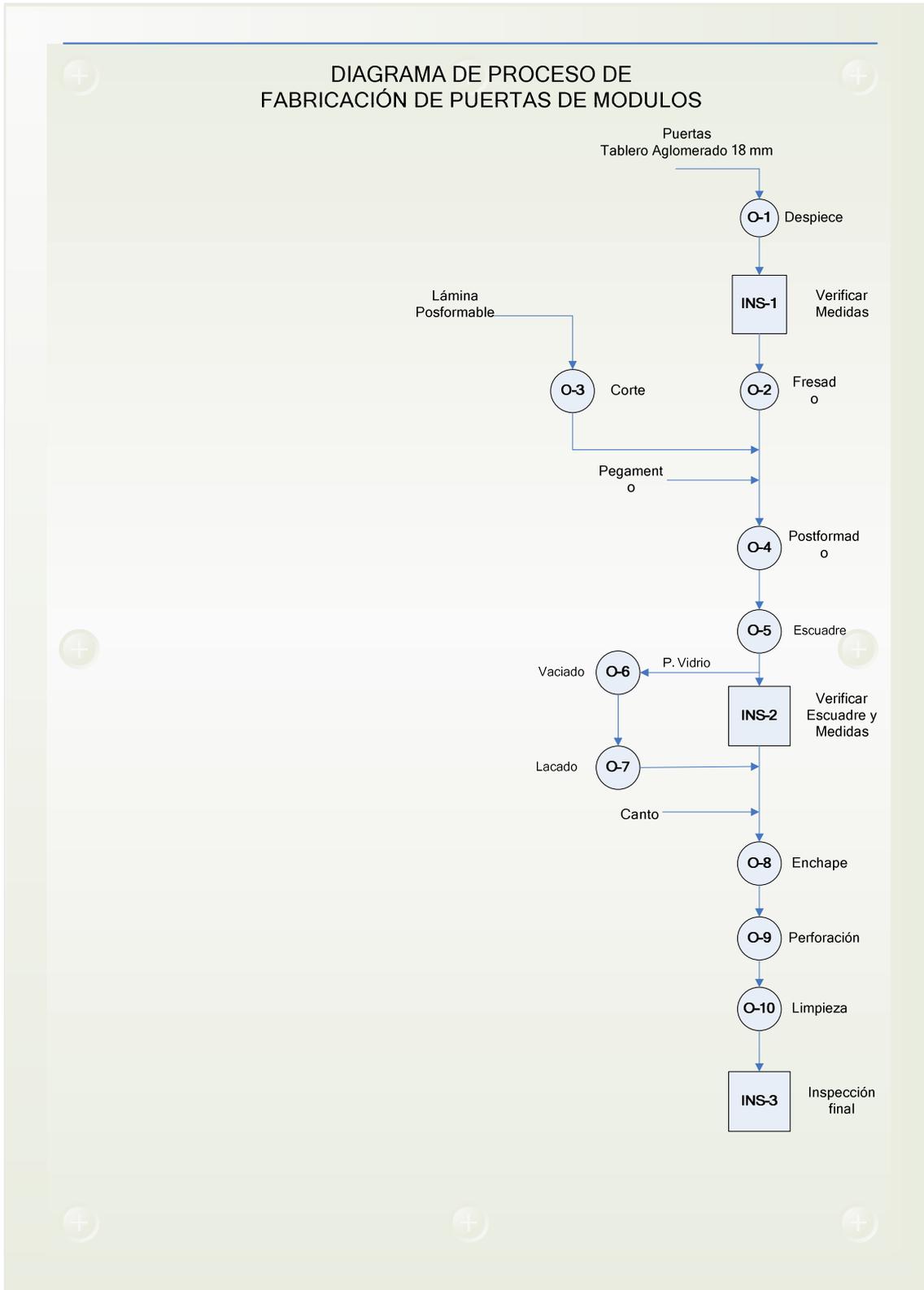
Figura 3.2
Diagrama de proceso fabricación de mesones



3.2.1.3 Puertas de módulos

Figura 3.3

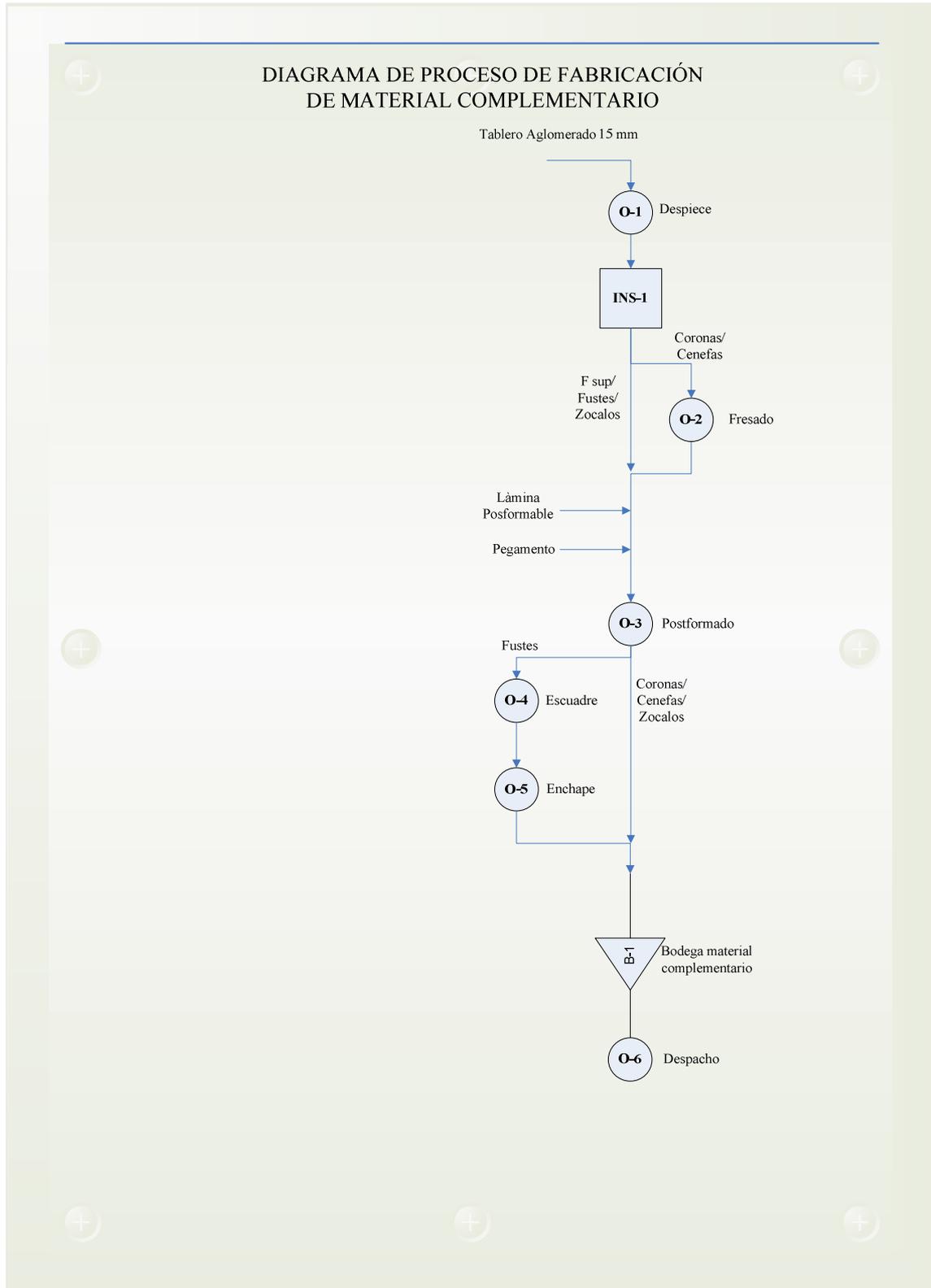
Diagrama de proceso fabricación de puertas y frentes



3.2.1.4 Material complementario

Figura 3.4

Diagrama de proceso fabricación de material complementario



3.2.2 Descripción de procesos secuenciales

Todo proceso físico se puede representar secuencialmente para facilitar la comprensión y modificación del mismo. El diagrama de flujo del proceso nos permite saber cuándo y cómo son introducidos elementos exteriores (materiales) al proceso. Según la necesidad puede incluirse información como el tiempo necesario para realizar funciones específicas.

Franklin y Gilbert¹³ representaron el conjunto de operaciones de un proceso con cuatro acciones básicas para explicar de manera simplificada el movimiento de un producto. Los símbolos que utilizaron los explicaremos a continuación:

O El símbolo de operación es un círculo, con frecuencia se representa el orden de la operación con un número dentro del círculo (Ej. ①), para combinar una operación y una inspección en el mismo paso representamos con un círculo inscrito en un cuadrado.



□ El símbolo de la inspección es un cuadrado, al igual que con la operación se puede representar el número de paso con un número dentro del cuadrado.

⇒ El símbolo para transporte se representa con una doble flecha, su significado es que el producto se trasladará a un puesto específico en la línea de producción.

▽ El símbolo de almacenamiento es un triángulo de cabeza aunque se puede representar con un triángulo normal, existen almacenamientos temporales que se pueden representar con un triángulo dentro de otro.

D El símbolo de demora es la letra “D”, tal como los otros se puede determinar con un número dentro de la letra.

La finalidad de estos símbolos es representar de la manera más clara las funciones básicas que se realizan en cada operación y así poder diagnosticar de manera adecuada los elementos a mejorar.

¹³ Fundadores del estudio de movimientos

En esta descripción de los procesos fundamentales se estudiará como indicamos anteriormente a los productos principales.

Diagrama de flujo de módulos bajos y altos

- D** Pensar como se cortara la plancha
- O** Levantar la plancha del suelo y llevarla a la sierra
- O** Cuadrar la plancha en la sierra para iniciar el corte
- O** Cortar la plancha en piezas y colocarlas a un costado
- ⇒** Transportar las piezas hacia la sierra para hacer los canales
- O** Seleccionar las piezas para hacer los canales
- O** Pasar las piezas por la sierra haciendo los canales
- ⇒** Llevar las piezas a la enchapadora
- O** Pasar las piezas por la enchapadora lado #1
- ⇒** Regresar las piezas al inicio de la máquina para volverlas a pasar
- O** Pasar las piezas por la bordeadora lado #2
- ⇒** Regresar las piezas al inicio de la máquina para volverlas a pasar
- O** Pasar las piezas por la enchapadora lado #3
- O** Limar ciertas imperfecciones de las piezas
- ⇒** Llevar las piezas a puesto de perforado
- O** Perforar todas las piezas que son fijas
- ⇒** Llevar las piezas a puesto de ensamble
- O** Seleccionar las piezas a ser ensambladas
- O** Colocar tarugos y pega en las perforaciones
- O** Unir las piezas
- O** Cuadrar y verificar medidas
- O** Prensar los módulos en grupos
- ⇒** Colocar el módulo armado en la bodega de producto terminado
- O** Limpiar los restos de pega y suciedad.

Diagrama de flujo de proceso de módulos esquineros bajos y altos

- D** Pensar como se cortará la plancha
- O** Levantar la plancha del suelo y llevarla a la sierra
- O** Cuadrar la plancha en la sierra para iniciar el corte
- O** Cortar la plancha en piezas y colocarlas a un costado
- O** Hacer cortes de 90° o 45° con la sierra quitando la esquina sobrante
- ⇒** Llevar las piezas a la enchapadora
- O** Pasar las piezas por la enchapadora lado #1
- ⇒** Regresar las piezas al inicio de la máquina para volverlas a pasar
- O** Pasar las piezas por la enchapadora lado #2
- ⇒** Mover las piezas a la zona de ensamble manual
- O** Colocar bordo manualmente a las piezas esquineras
- O** Limar las imperfecciones del bordo puesto manualmente
- ⇒** Llevar las piezas a puesto de ensamble
- O** Seleccionar las piezas a ser ensambladas
- O** Cuadrar las piezas a ser ensambladas
- O** Hacer huecos con el taladro para colocar los tornillos (lado #1)

- Colocar tornillos en las perforaciones
- Hacer huecos con el taladro para colocar los tornillos (lado #2)
- Colocar tornillos en las perforaciones
- ⇒ Colocar el módulo armado en la bodega de producto terminado

Diagrama de flujo de proceso de mesones

- Levantar la plancha del suelo y llevarla a la sierra
- Cuadrar la plancha en la sierra para iniciar el corte
- Cortar la plancha en piezas y colocarlas a un costado
- Levantar la plancha del suelo y llevarla a la sierra (Fórmica)
- Cuadrar la plancha en la sierra para iniciar el corte (Fórmica)
- Cortar la plancha en piezas y colocarlas a un costado (Fórmica)
- ⇒ Trasladar tablones de madera hacia la sierra
- Cortar tiras de madera para posformado
- ⇒ Trasladar tiras de madera hacia área de posformado
- ⇒ Transportar las piezas hacia área de posformado
- Fresar el extremo del tablero
- ⇒ Llevar la pieza hacia la mesa de pegado
- Colocar pegamento sobre la plancha de Fórmica
- Colocar pegamento sobre el mesón
- D Esperar que seque el pegamento
- Cuadrar la pieza de Fórmica al mesón
- Pegar ambas piezas
- ⇒ Trasladar a la mesa de posformado
- Posformar el mesón
- Agregar extensión para el salpicadero
- Posformar el salpicadero
- ⇒ Transportar mesón terminado a la sierra de escuadre
- Escuadrar o cortar el ángulo del mesón
- ⇒ Llevar el mesón al área de producto terminado

3.3 Materias primas utilizadas

3.3.1 Proveedores

Toda organización cualquiera que esta fuese necesita de recursos, ya sea equipos, fondos, energía, servicios, materiales para cumplir con sus procesos productivos.

Los proveedores son pieza clave, de la calidad de los productos que recibamos por parte de ellos, dependerá la calidad de nuestro producto final.

MIRE mantiene relaciones comerciales con distintos proveedores, en su totalidad estos se encuentran en la ciudad de Quito, y, para el caso de algunas importaciones lo que se

hace es contactarse con el representante aquí en el Ecuador. Entre los proveedores más importantes tenemos los siguientes:

Cuadro 3.2
Proveedores – MIRE CIA. LTDA.

NOMBRE	DESCRIPCION	TIEMPOS DE	FLEXIBILIDAD	FLEXIBILIDAD
PROVEEDOR	PRODUCTO	ENTREGA	ENTREGAS	ECONOMICA
ART-DECO	ACCESORIOS elaborados por fabricar	inmediata 8 días	100% 80%	75% 50%
CAST TECH	HERRAJES (tiraderas)	15 días	100%	50%
COMERCIAL KYWI S.A.	Herramientas y repuestos	inmediata	100%	10%
COVINHAR CIA. LTDA.	Vidrios	12 horas	50%	75%
D'KOCINA	Herrajes importados	inmediata bajo pedido	100% 70%	85% 85%
DISTRIFORMAS	Fórmicas	Inmediata	100%	25%
ECONOMIA DEL MAESTRO	Tableros, Fórmicas, Pegas, Herrajes, Bordos.	24 horas o menos	90%	85%
EDIMCA	Tableros, Fórmicas, Pegas, Herrajes, Bordos.	48 horas o mas	30%	80%
TECNOVA	Repuestos, herramientas	24 horas	50%	70%
FERROMADERA	Herrajes	24 horas	100%	60%
INSUMAD	Herrajes, bordos	24 horas	100%	85%
PERFILPLAST DEL ECUADOR	Bordos	15 días	90%	20%
REPRESENTACIONES GARSA	Pegas	12 horas	100%	70%
TOPESA	Herrajes (tornillos)	24 horas o mucho mas	0%	75%
TRECX CIA. LTDA.	Lacas, thiner,	24 horas	30%	30%

Con los proveedores señalados anteriormente se han establecido diferentes políticas de pago, esto se ha dado debido a los años de permanencia en el mercado y a que siempre se ha trabajado con ellos, pero en abastecimiento se ha detectado problemas. Existe una serie de proveedores más pero con los cuales las relaciones son muy poco frecuentes.

Los proveedores que maneja MIRE Cia. Ltda. le permite tener diferentes alternativas en cuanto a producto, precio, calidad y el abastecimiento necesario.

3.3.2 Materias primas.

Aglomerados y MDF

“Son tableros formados por tres capas de partículas o virutas de madera seleccionada y aglomerada por tamaños mediante la adición de resina junto con la aplicación de procesos de alta presión y temperatura. Adicionalmente estos tableros pueden ser enchapados con chapas de madera decorativa, melaminas y papeles decorativos.

El adhesivo utilizado en su fabricación es a base de una resina de Urea Formaldehído. El tablero aglomerado cumple las siguientes especificaciones o normas internacionales: DIN 68761; DIN 68750; ANSI A208.1; ANSI A208.1(M-3); ANSI A208.1 (M-S).

La emisión y contenido de formol de este tipo de tableros son controlados permanentemente para cumplir las normas American National Standard (ANSI 208.1-1993) para aglomerados”¹⁴.

El principal proveedor para el Ecuador es Aglomerados Cotopaxi, y posee diferentes tipos entre los que tenemos:

¹⁴ Fuente: Aglomerados Cotopaxi

Cuadro 3.3

Especificaciones de aglomerados

COTOPAXI AGLOMERADO	Acoplac	Aglomerado crudo o sin recubrimiento.
COTOPAXI FOIL	Pacoplac	Aglomerado recubierto con papel decorativo.
COTOPAXI MELAMINA	Duraplac	Aglomerado recubierto con papeles melamínicos.
COTOPAXI ENCHAPADO	Madeplac	Aglomerado recubierto con chapas de madera.

Fuente: Aglomerados Cotopaxi

También existe otro tipo de aglomerado que es el RH, que “es un tablero resistente a la humedad formado por tres capas de partículas o virutas de madera seleccionada y aglomerada por tamaños mediante la adición de resina junto con la aplicación de procesos de alta presión y temperatura. Adicionalmente estos tableros pueden ser enchapados con melaminas.

El adhesivo utilizado para su fabricación es una resina Melamínica Urea Formol MUF elaborada bajo la norma de calidad y clasificada como V100, la cual le otorga una alta resistencia a la humedad. Los tableros Aglomerados RH cumplen con la norma francesa NFB51-263”¹⁵.

¹⁵ Fuente Aglomerados Cotopaxi

Cuadro 3.4

Especificaciones aglomerados RH

COTOPAXI AGLOMERADO RH	Acoplac RH	Aglomerado RH crudo o sin recubrimiento, resistente a la humedad.
COTOPAXI MELAMINA RH	Duraplac RH	Aglomerado RH recubierto con papeles melamínicos, resistente a la humedad.

Fuente: Aglomerados Cotopaxi

Acoplac¹⁶

En el tablero aglomerado crudo¹⁷ Acoplac (normal o RH) se emplean virutas de pino secadas y clasificadas. Posteriormente las virutas se agrupan por tamaños y son encoladas con resinas uréicas¹⁸ y MUF (melamina urea¹⁹ formol), para Acoplac RH, cuyas características principales son:

- Acabado liso en las dos caras superficiales
- Alta resistencia a la flexión
- Excelente tracción perpendicular
- Excelente agarre del tornillo

Los tableros de aglomerados Cotopaxi tienen una mayor resistencia a la flexión y tracción, un mayor módulo de elasticidad y mejor composición interna.

Pacoplac²⁰

El tablero Pacoplac es producido a partir del tablero Acoplac (normal o RH) recubierto en una o dos caras, con papeles decorativos. Se recomienda para uso en interiores, como divisiones ambientales, paredes de cajones, closets y libreros. Se producen desde 4mm hasta 30mm.

¹⁶ Fuente: Edimca

¹⁷ Sin color, tal y como se lo fabrica

¹⁸ Relativo a la úrea, se utiliza como intermediario químico en la fabricación de resinas

¹⁹ Sustancia orgánica que se encuentra en la orina.

²⁰ Fuente: Edimca

Duraplac²¹

El tablero Duraplac es producido a partir del tablero Acoplac (Normal o RH) recubierto con melamínicos decorativos. Se recomienda para usos que requieren alta resistencia en las superficies de trabajo. Se producen desde 9mm. Hasta 30mm

Madeplac²²

Estos brindan un acabado elegante gracias a las finas chapas de madera natural utilizadas para su recubrimiento.

El tablero Madeplac es producido a partir del tablero Acoplac (Normal o RH) recubierto con chapas naturales de finas maderas decorativas nacionales e importadas, Disponible en una o dos caras decorativas.

Se recomienda para usos en los que la elegancia y distinción son de condiciones indispensables. Se producen en espesores desde 7mm. Hasta 31mm.

Fibraplac²³ (MDF)

Es el nuevo tablero de fibra de madera que por su alta resistencia y gracias a su composición uniforme, permite ser trabajado y usado en una gran variedad de objetos de uso y decoración. El tablero Fibraplac MDF, es fabricado por Aglomerados Cotopaxi utilizando madera de sus bosques de Pino Radiata. Sus aplicaciones son diversos, como por ejemplo, muebles, puertas papelería, juguetes, objetos decorativos y más. Se recomienda usarlo en interiores.

Características

- Gracias a su superficie homogénea ofrece mayor flexibilidad en el diseño, permitiendo realizar calados, tallados y molduras, lo que se puede pintar o lacar para lograr atractivos modelos.

²¹ Fuente: Edimca

²² Fuente: Edimca

²³ Fuente: Edimca

- Dimensión estandarizada, permite el trabajo más eficiente en la construcción de muebles, ya que se obvia el costo del proceso de ensamble de tablonés e igualado de la superficie cuando se trabaja con madera tradicional.
- Presenta un menor astillamiento al ser cortado y/o ruteado, lo cual permite un mejor acabado y un menor costo.
- Recubrimiento alternativo de dos o una cara para soluciones más económicas. Además, la cara desnuda puede ser moldurada, pintada, posformada o trabajada según los requerimientos y el gusto del usuario final.
- Propiedades físico-mecánicas sustancialmente superiores a productos semejantes. Mayor resistencia al peso y al arranque de tornillos.
- Menor cambio a las variaciones de humedad.
- Menor hinchamiento y absorción que otros materiales a base de madera, lo que permite utilizar Fibraplac MDF en ambientes húmedos como cocina y baños, siempre y cuando no haya contacto directo con el agua.
- No desarrolla hongos ante condiciones normales de humedad y ventilación.
- La mayor dureza de Fibraplac MDF permite una mayor resistencia a los impactos verticales y horizontales.
- Resistencia en maquinado y ensamble.
- Ahorro en costos y tiempo en la fabricación de muebles.
- Eficiencia en consumo de pintura, tintes y lacas.
- Superficie homogénea sin imperfecciones.

3.4 Descripción de las máquinas.

Luego de la materia prima la calidad de maquinaria con la que trabajamos para nuestros procesos es fundamental. Las necesidades actuales de nuestros clientes pueden ser satisfechas con la amplia gama de materias primas presentadas en el tema anterior. Inevitablemente para lograr un acabado de alta aceptación se necesita maquinaria especializada para trabajar con este tipo de materiales. El buen estado de esta garantiza un mínimo de defectos al momento de despachar los módulos y otros productos terminados. A continuación resumiremos las características más importantes de la maquinaria que posee MIRE:

Imagen 3.1
Sierra escuadradora SCM



Cuadro 3.5
Características técnicas máquinas MIRE (1)

CARACTERISTICAS TÉCNICAS MÁQUINAS MIRE CIA. LTDA (1/2)

TIPO	MARCA	MODELO	DIMENSIONES [cm]	POTENCIA [Hp]	VOLTAJE [V]	VELOCIDAD [rpm]
Sierra escuadradora con disco inclinable	SCM	SI 320	300 x 320	5.5	220	4000
Sierra Horizontal	PANHANS	-	280 x 300	5	220	5000-8000
Sierra Despiezadora Vertical	HOLZHER	1265	400x150	4.9	220	5000
Enchapadora	BRANDT	Optimat KD 68-C	580x200		220	1710
Perforadora Múltiple	SCM	TOP 29	102 x 51	3.3	220	2800
Tupí de banco	SCM	TOP 100	50 x40	5	220	10000
Tupí (Router)	SCM	R 9	110 x180	7.38	220	20000
Compresor #1	ATLAS COPCO	LE7T		5	220	1715
Compresor #2	MSV	20 SD		5	220	935
Compresor #3	CAMPBELL HAUSFELD	-		5	220	1715
Prensa neumática	-	-	450x60	-	-	-

Cuadro 3.6
Características técnicas máquinas MIRE (2)

CARACTERISTICAS TÉCNICAS MÁQUINAS MIRE CIA. LTDA (2/2)

TIPO	DISCO 1 [mm]	DISCO INCISOR [mm]	PRESION DE TRABAJO [psi]	TANQUE RESERVA [l]
Sierra escuadradora con disco inclinable	300	100	-	-
Sierra Horizontal	300	100	-	-
Sierra Despiezadora Vertical	220	100	-	-
Enchapadora	100	-	120	-
Perforadora Múltiple	-	-	120	-
Tupí de banco	300	-	-	-
Tupí (Router)	-	-	-	-
Compresor #1	-	-	140	300
Compresor #2	-	-	130	300
Compresor #3	-	-	140	460
Prensa neumática	-	-	120	-

Enchapadora Optimat KD 68-CF

Esta máquina ha sido desarrollada por la empresa Brandt que pertenece al grupo Homag alemán. Especialmente para las nuevas series de construcción y representa el nivel más actual de la técnica

En el área del mecanizado industrial de cantos Brandt es líder mundial. La Optimat KD 68-CF permite diferentes funciones, principalmente entre ellos es la colocación de cantos, presentando una alta precisión. Se encuentra equipada con un depósito de cola²⁴ la cual puede ser dosificada de forma precisa. También posee un depósito de rollos automático donde se colocan los cantos a ser pegados.

En la mejora continua de procesos se ha demostrado que la aplicación de la electrónica para control y supervisión de mecanismos es altamente efectiva por lo que esta máquina cuenta con:

- *Mando de línea electrónica

- *Convertidor de frecuencia electrónica prácticamente sin desgaste y con freno de motor integrado

- *Control electrónico de la temperatura del adhesivo termoplástico con disminución automática de la temperatura.

El nuevo revestimiento de la máquina complementa los requerimientos de seguridad del futuro. En los procesos de enchape sencillos así como en los más complejos los tiempos de proceso son inferiores en un alto porcentaje con relación a máquinas similares de tecnologías anteriores.

²⁴ Pegamento en gránulos utilizado para pegar el canto.

Imagen 3.2

Enchapadora Optimat



3.4.1 Definición de parámetros funcionales

En toda empresa productora es muy importante la técnica con la que se puede transformar la materia prima en un producto necesario para satisfacer cierta necesidad. Implícita en esta técnica se encuentra maquinaria especializada en cada paso de la producción. Para estimar el mejor funcionamiento de la línea de producción requerimos saber el estado de su maquinaria.

Para conocer un diagnostico inicial de las máquinas definiremos conceptos que serán aplicados al análisis de su funcionalidad actual:

- Estado de la base: Dependiendo de cómo se encuentra exteriormente la máquina podemos decir si puede mantener sus elementos internos.
- Elementos eléctricos: Si funciona eléctricamente puede existir piezas reemplazadas, refaccionadas o reparadas.
- Elementos neumáticos: Casi todas las máquinas funcionan neumáticamente por la ventaja motriz y a relativo bajo costo que nos ofrece la fuerza neumática.

- Elementos mecánicos: Toda pieza móvil requiere mantenimiento y revisión continua por su propensión al desgaste dependiendo de su función primaria.
- Carga horaria: Hay máquinas cuyo trabajo es intermitente de acuerdo al proceso en el cual son usadas.
- Facilidad de mantenimiento: De un buen mantenimiento preventivo se puede evitar el parar la línea de producción evitando pérdidas significativas de dinero.

En la siguiente tabla se muestra el estado actual de la maquinaria de la fábrica MIRE valorado en una escala de 1 a 10 donde 1 representa un estado inservible y 10 un estado óptimo.

Tabla 3.18
Calificación estado maquinaria MIRE

MAQUINA	Estado Físico	Eléctrico	Neumático	Carga Horaria (/8h)	Mantenimiento
Sierra Escuadradora	9	10	NA	90%	85
Sierra Horizontal	6	8	NA	75%	90
Sierra Despiezadora Verical	8	9	8	92%	75
Enchapadora	9,5	9,5	9	95%	55
Tupí de banco	8	10	NA	40%	80
Perforadora Múltiple	9	8	8	90%	75
Tupí (Router)	8	9	7	60%	80
Compresor #1	8	9	9	70%	90
Compresor #2	9	9	9	70%	90
Compresor #3	8	8	9	70%	80
Prensa Neumática	8	NA	8,5	75%	95

3.5 Estudio técnico de la línea de producción.

Este estudio se refiere a un detalle más a fondo de tiempos utilizados en cada zona y luego un análisis de movimientos para determinar el flujo de un módulo estándar con

puertas modelo Zurich. Finalmente realizaremos las observaciones respectivas para generar un análisis FODA de esta línea.

3.5.1 Estudio de tiempos y movimientos

Con la ayuda de los diagramas de flujo de procesos aplicados a la fábrica MIRE se estudió los distintos pasos, registrando detalladamente los problemas y observaciones para dar lugar a soluciones accesibles. A continuación presentaremos las mediciones en planta de la línea principal.

Tabla 3.19

Diagrama de flujo de procesos de fabricación de módulos actual

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.						RESUMEN					
ACTIVIDAD Fabricación de módulos						ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS		
FECHA 15/03/07						OPERACIÓN	20				
ANALISTA Jairo Ron						TRANSPORTE	13				
METODO: ACTUAL__X__ PROPUESTO__						DEMORA	2				
COMENTARIOS						INSPECCION	6				
						ALMACENAJE	3				
						Tiempo					
						Distancia	102				
Descripción Actividad				Símbolo		Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado			
Ir a bodega de tableros				○	⇒	D	□	▽	20	24	Acercar el área de bodega
Mover plancha a Sierra				○	⇒	D	□	▽	39	24	de tableros
Cuadrar plancha en máquina				○	⇒	D	□	▽	4,5		
Diagramar corte mentalmente				○	⇒	D	□	▽	160		Promedio por tablero
Despiezar el material				○	⇒	D	□	▽			Variable según op
Ordenar material a un lado				○	⇒	D	□	▽		1	
Llevar material a tupi de canal				○	⇒	D	□	▽		7	
Seleccionar piezas para hacer canal				○	⇒	D	□	▽	7/pieza		Con mayor espacio se reduce
Mover piezas a la tupi				○	⇒	D	□	▽		2	el tiempo de selección
Pasar canal a las piezas				○	⇒	D	□	▽			Al pasar canal en posición
Llevar piezas a la enchapadora				○	⇒	D	□	▽		2	vertical hay fallas.
Enchapar lado #1				○	⇒	D	□	▽			Tener a tiempo total un ayudante
Ordenar las piezas de 1 canto aparte				○	⇒	D	□	▽		2	para no regresar al inicio de la
Regresar las otras al inicio de enchapadora				○	⇒	D	□	▽		6	línea demasiadas veces
Enchapar lado #2				○	⇒	D	□	▽			
Regresarlas al inicio de la máquina				○	⇒	D	□	▽		6	
Enchapar lado #3				○	⇒	D	□	▽			
Limar imperfecciones				○	⇒	D	□	▽			Mejorar la calibración interna
Mover piezas al área de perforado				○	⇒	D	□	▽		3	
Perforar las piezas fijas				○	⇒	D	□	▽			Agrandar el área para mejor
Mover piezas a ensamble #1				○	⇒	D	□	▽		5	manipulación
Seleccionar piezas a ser ensambladas				○	⇒	D	□	▽			
Colocar tarugos y pega				○	⇒	D	□	▽			
Unir las piezas				○	⇒	D	□	▽			
Cuadrar				○	⇒	D	□	▽			
Verificar medidas				○	⇒	D	□	▽			
Prensar modulos por grupos				○	⇒	D	□	▽			
Almacenar temporalmente				○	⇒	D	□	▽			Area limita el flujo de módulos
Mover modulos a ensamble #2				○	⇒	D	□	▽		15	Mover módulos por el área de
Colocar rieles y gavetas				○	⇒	D	□	▽			proceso genera movimientos
Llevar módulos a bodega terminal				○	⇒	D	□	▽		20	lentos y posibles accidentes

Tabla 3.20

Diagrama de flujo de procesos de fabricación de puertas actual

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.					RESUMEN			
ACTIVIDAD Fabricación de puertas de modulos					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA 20/03/07					OPERACIÓN			
ANALISTA Jairo Ron					TRANSPORTE			
METODO: ACTUAL_X_ PROPUESTO__					DEMORA			
					INSPECCION			
COMENTARIOS					ALMACENAJE			
					Tiempo			
					Distancia			
Descripción Actividad		Símbolo			Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado	
Ir a bodega de materiales	○	⇒	D	□	▽		18	
Mover plancha a la sierra	○	⇒	D	□	▽		18	
Cortar el material	○	⇒	D	□	▽			
Ordenar a un lado	○	⇒	D	□	▽		1	
Llevar piezas a posformado	○	⇒	D	□	▽		22	Acortar la distancia
Cortar lámina posformable	○	⇒	D	□	▽			
Colocar pega a las puertas	○	⇒	D	□	▽			
Colocar pega a la lámina posformable	○	⇒	D	□	▽			
Esperar a que seque la pega	○	⇒	D	□	▽			
Pegar las piezas	○	⇒	D	□	▽			
Trasladar a la mesa de posformado	○	⇒	D	□	▽		3	
Posformar lado #1	○	⇒	D	□	▽			
Posformar lado #2	○	⇒	D	□	▽			
Cortar los excesos de lámina	○	⇒	D	□	▽			
Trasladar a la escuadradora	○	⇒	D	□	▽		39	
Escuadrar las puertas	○	⇒	D	□	▽			Hacer hoja de corte con largos
Ordenar a un lado	○	⇒	D	□	▽		1	mayores para reducir # de corte
Trasladar a la enchapadora	○	⇒	D	□	▽		4	
Enchapar las puertas	○	⇒	D	□	▽			Mantener 1 ayudante fijo
Trasladar a ensamble #2	○	⇒	D	□	▽		21	
Perforar las puertas	○	⇒	D	□	▽			Agrandar el área para no acumular
Trasladar a limpieza	○	⇒	D	□	▽		12	puertas en desorden
Limpiar	○	⇒	D	□	▽			Recapacitar enchapador para mejor
	○	⇒	D	□	▽			resultado de cantos

Tabla 3.21

Diagrama de flujo de procesos de fabricación de mesones actual

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.		RESUMEN			
ACTIVIDAD Fabricación de mesones		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA 27/03/07		OPERACIÓN			
ANALISTA Jairo Ron		TRANSPORTE			
METODO: ACTUAL__X__ PROPUESTO__		DEMORA			
COMENTARIOS		INSPECCION			
		ALMACENAJE			
		Tiempo			
		Distancia			
Descripción Actividad		Símbolo	Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado
Ir a bodega de materiales	○ ⇒ D □ ▽			18	Acercar el área de bodega
Mover el tablero a la sierra	○ ⇒ D □ ▽			18	
Cuadrar tablero en la sierra	○ ⇒ D □ ▽				
Cortar el material	○ ⇒ D □ ▽				
Ordenar a un lado	○ ⇒ D □ ▽			1	
Llevar al área de posformado	○ ⇒ D □ ▽			27	Acercar área de posformado??
Ir a bodega de materiales	○ ⇒ D □ ▽				
Llevar tablon de madera a la sierra	○ ⇒ D □ ▽			16	
Cortar en tiras más cortas	○ ⇒ D □ ▽				
Ordenar a un lado	○ ⇒ D □ ▽				
Ir a bodega de lámina posformable	○ ⇒ D □ ▽			46	Acercar el área de bodega
Llevar lámina al área de posformado	○ ⇒ D □ ▽			46	de lámina posformable
Cortar los pedazos a utilizar	○ ⇒ D □ ▽				
Fresar extremos del meson	○ ⇒ D □ ▽				
Colocar pega en los pedazos de lámina	○ ⇒ D □ ▽				
Colocar pega en el mesón	○ ⇒ D □ ▽				
Esperar a que seque el pegamento	○ ⇒ D □ ▽				
Pegar las piezas	○ ⇒ D □ ▽				
Trasladar a mesa de posformado	○ ⇒ D □ ▽			1	
Posformar el mesón	○ ⇒ D □ ▽				
Agregar extensión para salpicadero	○ ⇒ D □ ▽				
Posformar el salpicadero	○ ⇒ D □ ▽				
Cortar los excesos de lámina	○ ⇒ D □ ▽				
Mover mesón a mesa de escuadre	○ ⇒ D □ ▽				
Escuadrar o cortar en ángulo	○ ⇒ D □ ▽				
Mover a producto terminado	○ ⇒ D □ ▽				

3.5.2 Levantamiento de planos de movimientos actuales.

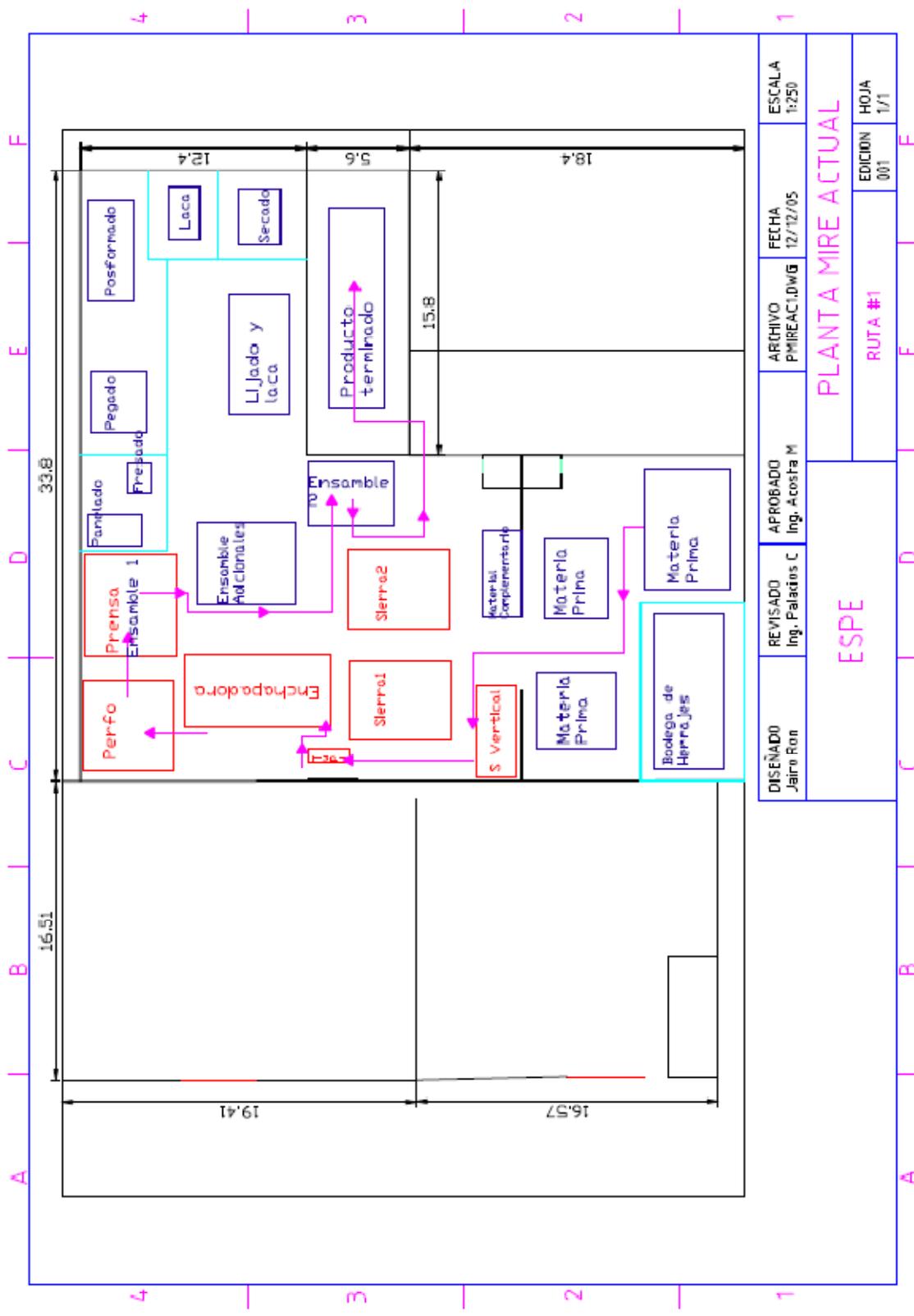
Una vez que conocemos los distintos puestos de trabajo, revisamos la maquinaria existente y su estado, hemos trazado un diagrama de operaciones y de procesos el siguiente paso es la representación gráfica de la ruta que traza cada una de las operaciones antes mencionadas.

Esta nos permite visualizar el recorrido que tiene cada uno de los productos a fin de analizar si su entorno físico puede acarrear problemas a corto o mediano plazo.

En el primer dibujo se puede apreciar la ruta que siguen los tableros luego convertidos en producto intermedio hasta llegar a ser módulos, al final se almacenarán en una bodega parcial de producto terminado.

Dibujo 3.1

Ruta fabricación de módulos actual

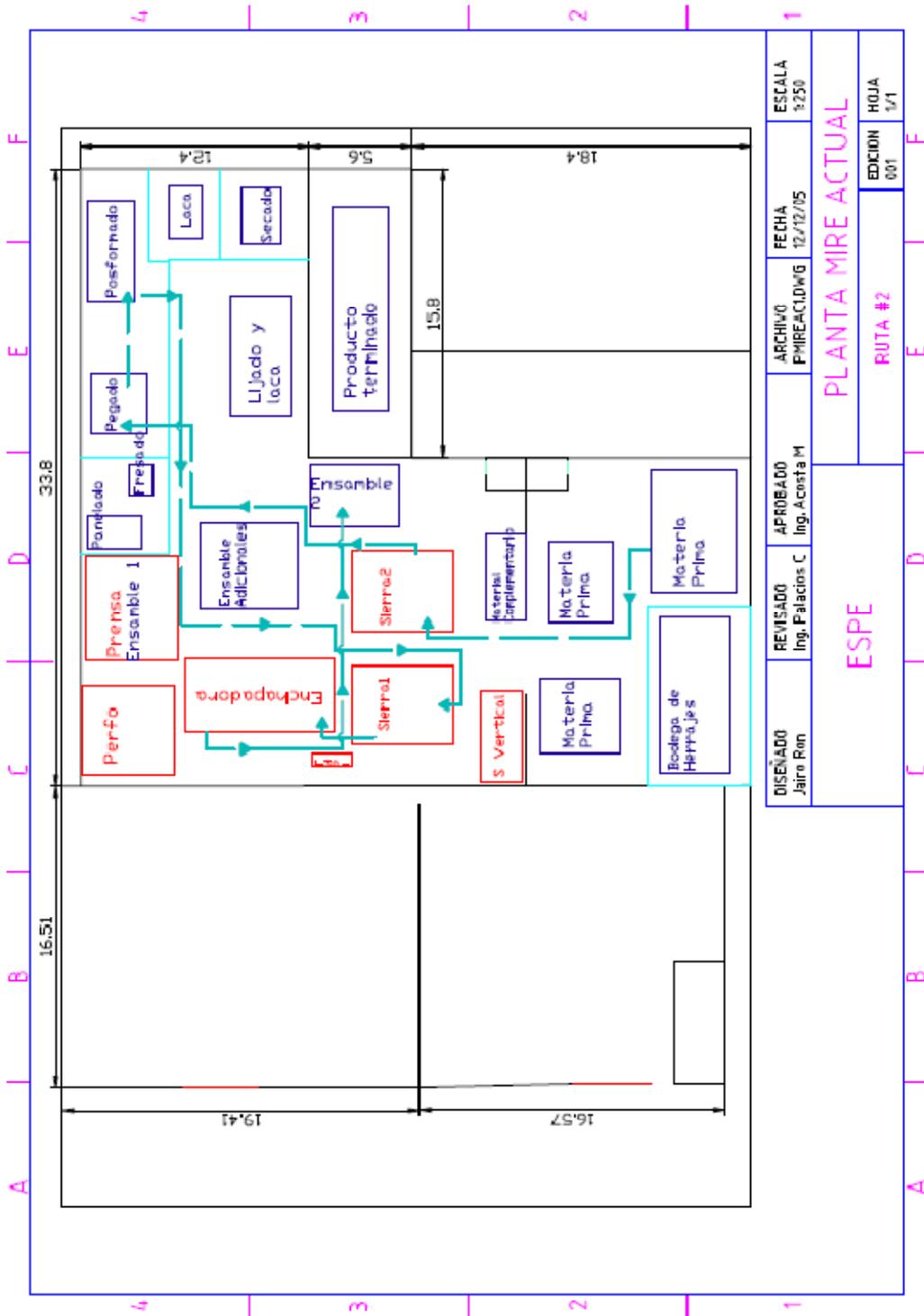


En el segundo dibujo la ruta trazada es la de puertas, este iniciará en otra zona de la bodega de tableros ya que el tablero base es distinto al que se utiliza para los módulos.

La línea terminará en una bodega parcial donde se almacenan las puertas de todas las órdenes de producción.

Dibujo 3.2

Ruta de fabricación de puertas actual

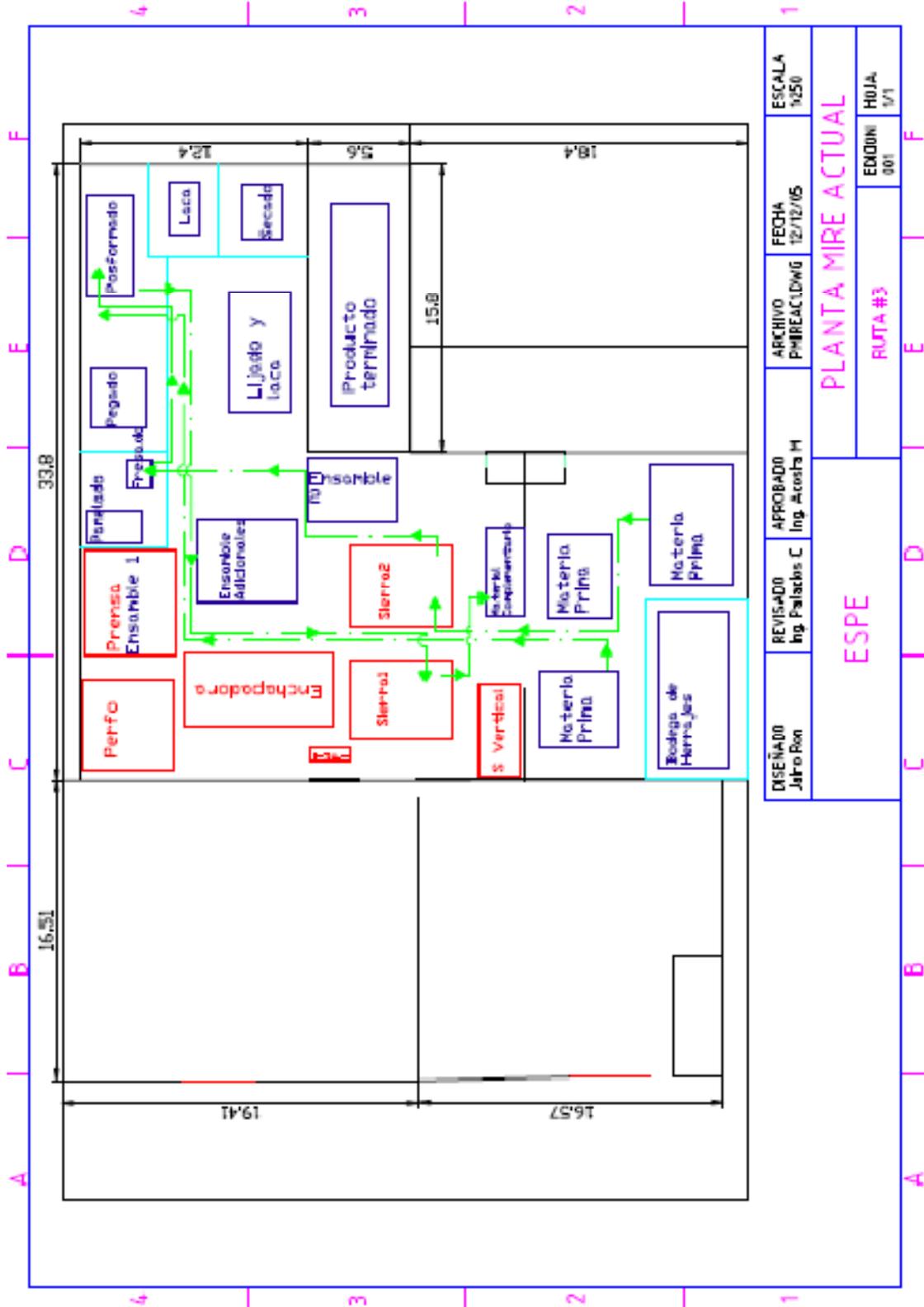


En el tercer dibujo la ruta indicada es la del material complementario, al tener más de un tipo de material para cada cocina la ruta más compleja es la que ha sido tomada en

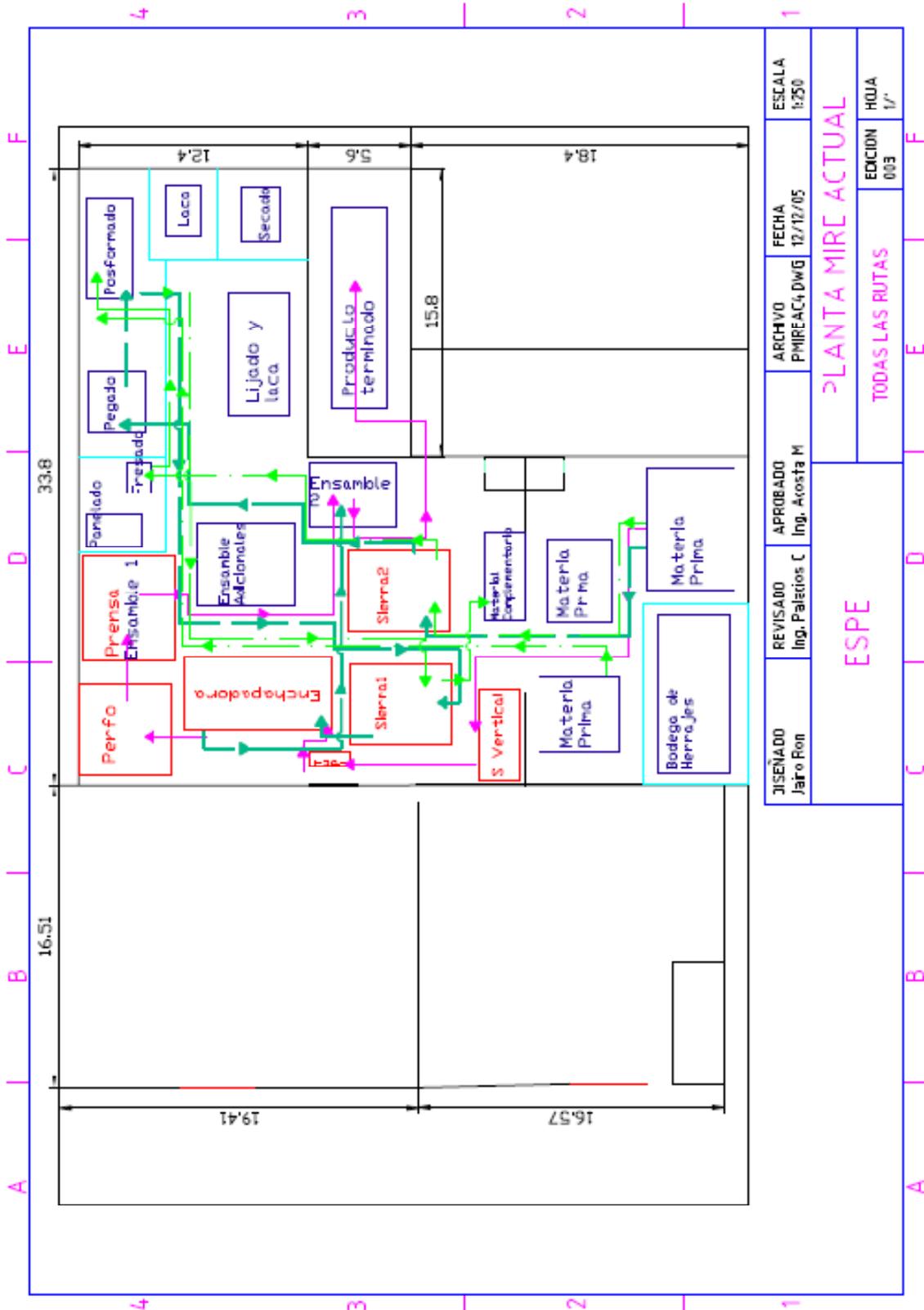
cuenta.

Dibujo 3.3

Ruta de fabricación de material complementario actual



Dibujo 3.4
Todas las rutas actuales



De los dibujos anteriores se puede visualizar claramente que el poco tiempo de planificación para la ubicación de la maquinaria en el local actual dejó poco espacio para el tránsito de materia prima, producto en proceso e incluso para el tránsito de personas. Los cruces de ruta son notables y comprometen seriamente la manipulación de materiales. La organización de bodegas intermedias es poco práctica y limita la búsqueda de prioridades dentro de las órdenes de producción.

3.5.3 Estudio de fortalezas y debilidades.

Dentro de toda organización un correcto análisis de fortalezas y debilidades nos puede llevar a más de una solución para los múltiples problemas.

A continuación citaremos algunos de los puntos que fueron revisados con los diagramas de flujo de las actividades en estudio.

3.5.3.1 Matrices de ponderación

VARIABLE	PONDERACION
Alto	5
Medio	3
Bajo	1

3.5.3.1.1 Matriz ponderación de fortalezas

Ponderación Fortalezas	Alto	Medio	Bajo
	5	3	1
1. Las líneas de productos son relativamente pocas pero las combinaciones que dan son más amplias, esto permite que la línea de producción sea bastante equilibrada.		X	
2. La maquinaria con la que cuenta MIRE permite un producto con alta calidad de fabricación (relación costo duración)	X		
3. Los sistemas de información son flexibles pero podrían usarse de mejor manera		X	
4. La reputación de la marca esta ganando fortaleza en el mercado por los distintos trabajos anteriores	X		
5. El costo indudablemente es mejor por la relación costo/beneficio	X		
6. La flexibilidad en la línea nos permite hacer cambios de prioridades según necesidades del mercado (clientes)		X	

3.5.3.1.2 Matriz ponderación de oportunidades

Ponderación Oportunidades	Alto	Medio	Bajo
	5	3	1
1. Hay segmentos del mercado que podríamos abordar intensificando la producción		x	
2. Se puede crear nuevos modelos (nuevos colores) ya que la gama de colores importados es muy grande.	x		
3. Podríamos mejorar los costos al bajar los desperdicios y mejorando la cantidad de reprocesos.		x	
4. El potencial de exportaciones dependerá de contactar personal interesado fuera del país.			x
5. Se puede hacer rentable el uso de nueva tecnología		x	
6. Crear un ambiente de seguridad en nuestros potenciales clientes para que elijan resistencia y no tanto el precio	x		

3.5.3.1.3 Matriz ponderación de debilidades

Ponderación Debilidades	Alto	Medio	Bajo
	5	3	1
1. Siguen existiendo líneas de productos que son pequeñas y tardan más en fabricarse.	x		
2. El mecanismo de corte genera un alto índice de desperdicios y consecuentemente un costo de producción mayor	x		
3. Los materiales no son administrados de la mejor manera (deficiente)		x	
4. Los recursos humanos tienen buena voluntad (algunos) pero no están altamente capacitados		x	
5. Presentamos un crecimiento sin dirección	x		
6. Hay ciertas rivalidades entre algunos mandos medios y obreros			x
7. Los tiempos de manipulación de materia en tránsito son causa de retrasos en los distintos puestos.	x		
8. Existen grandes volúmenes de materiales en proceso.		x	
9. El espacio reducido genera desorden en la agrupación de material	x		

3.5.3.1.4 Matriz ponderación de amenazas

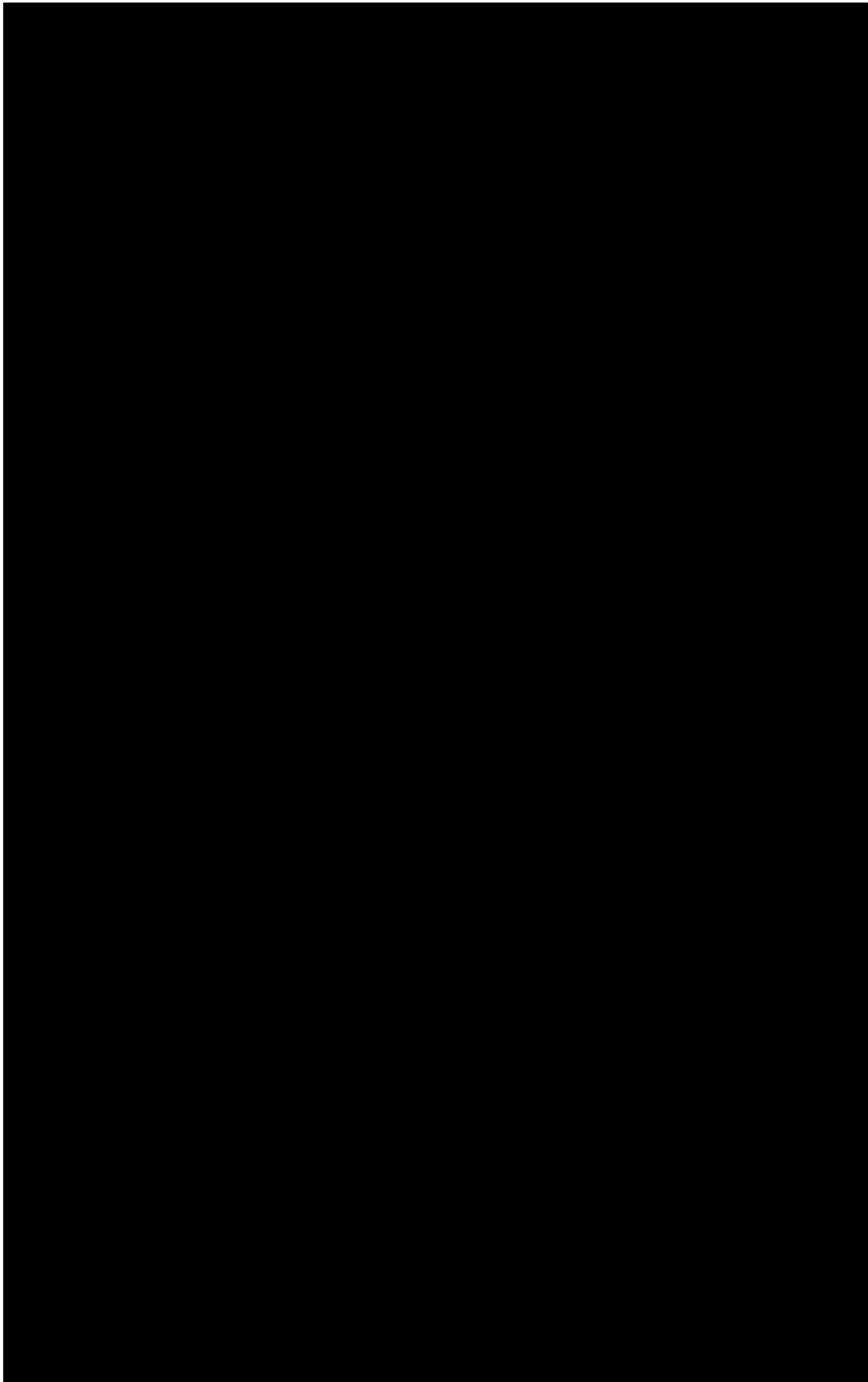
Ponderación Amenazas	Alto	Medio	Bajo
	5	3	1
1. Hay incremento en la competencia pequeña		x	
2. Los gustos del consumidor varían levemente pero son relativamente tendencias de moda	x		
3. Hay otras formas de competencia industrial (corte de tableros Edimca)		x	
4. Existe un riesgo de estabilidad económica	x		
5. El costo de mano de obra ha aumentado	x		

3.5.3.2 Matrices de acción

3.5.3.2.1 Matriz FO ofensiva

		Ponderación Oportunidades						Totales					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Ponderación Fortalezas													
1. Las líneas de productos son relativamente pocas pero las combinaciones que dan son más amplias, esto permite que la línea de producción sea bastante equilibrada.	3	5	1	1	3	3	16	16	18	26	3	3	16
2. La maquinaria con la que cuenta MIRE permite un producto con alta calidad de fabricación (relación costo duración)	1	1	5	3	5	5	20	20	14	14	5	1	20
3. Los sistemas de información son flexibles pero podrían usarse de mejor manera	3	1	3	1	5	5	20	20	22	22	5	5	22
4. La reputación de la marca esta ganando fortaleza en el mercado por los distintos trabajos anteriores	3	3	1	3	5	5	22	22	22	22	5	5	22
5. El costo indudablemente es mejor por la relación costo/beneficio	1	1	5	5	5	5	22	22	22	22	5	5	22
6. La flexibilidad en la línea nos permite hacer cambios de prioridades según necesidades del mercado (clientes)	5	5	1	5	3	3	22	22	22	22	3	3	22
Totales	16	16	16	18	26	22							

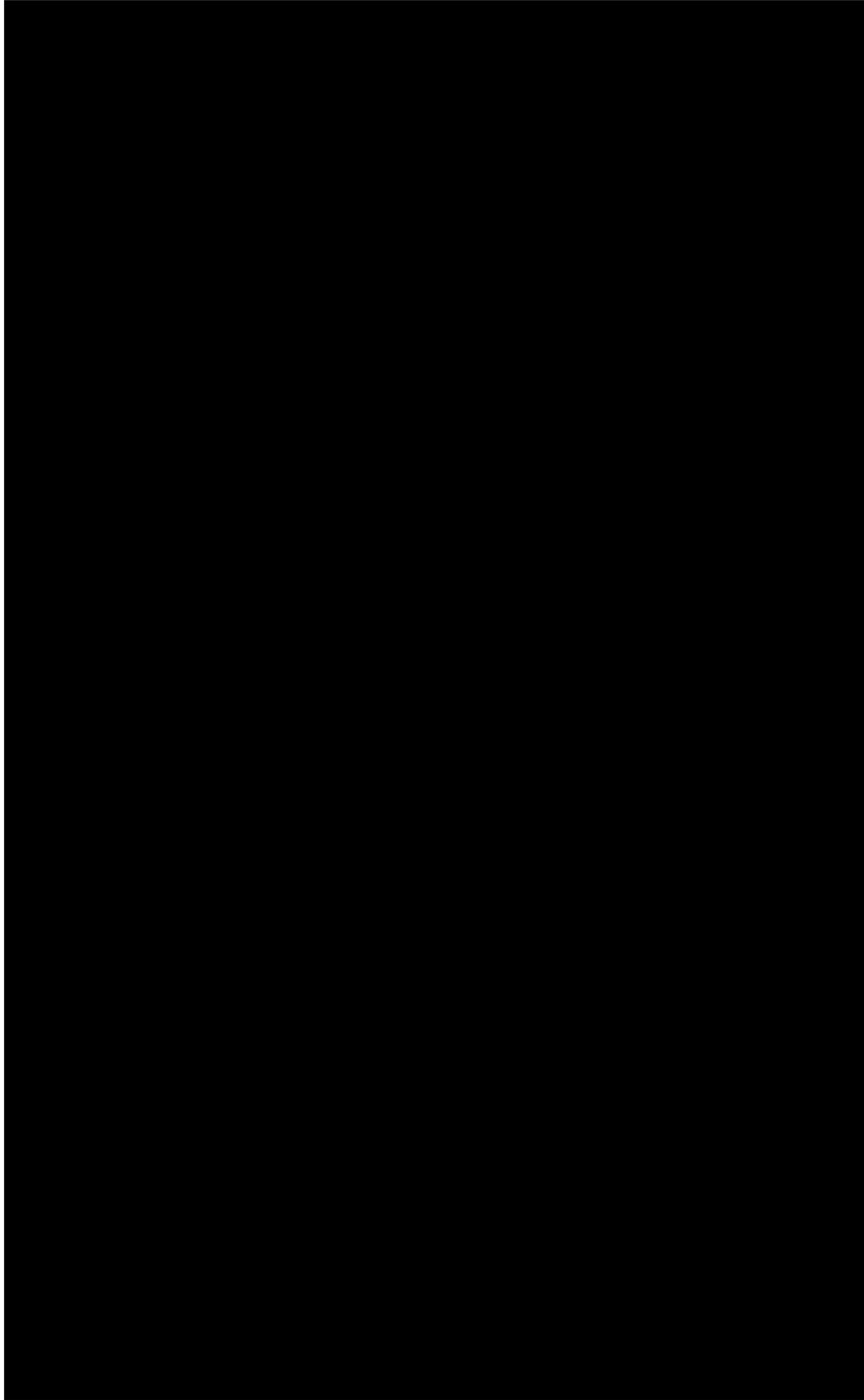
3.5.3.2 Matriz DA defensiva



3.5.3.2.3 Matriz FA respuesta

		Ponderación Amenazas						Ponderación Fortalezas					
		1	2	3	4	5	Totales	1	2	3	4	5	Totales
1. Las líneas de productos son relativamente pocas pero las combinaciones que dan son más amplias, esto permite que la línea de producción sea bastante equilibrada.		3	5	5	1	1	15	3	5	5	1	1	15
2. La maquinaria con la que cuenta MIRE permite un producto con alta calidad de fabricación (relación costo duración)		5	5	5	5	5	21	5	5	5	5	5	21
3. Los sistemas de información son flexibles pero podrían usarse de mejor manera		3	1	1	1	1	11	3	1	1	1	1	11
4. La reputación de la marca esta ganando fortaleza en el mercado por los distintos trabajos anteriores		5	1	5	3	1	15	5	1	5	3	1	15
5. El costo indudablemente es mejor por la relación costo/beneficio		5	1	3	5	5	19	5	1	3	5	5	19
6. La flexibilidad en la línea nos permite hacer cambios de prioridades según necesidades del mercado (clientes)		5	3	5	3	3	19	5	3	5	3	3	19
Totales		26	16	24	18	16		26	16	24	18	16	

3.5.3.2.4 Matriz DO mejoramiento



3.5.3.3 Matriz de síntesis estratégica



3.5.3.4 Conclusiones del análisis FODA

1. El mejorar el sistema de corte reduciría tiempos de producción y consecuentemente costos.
2. El incremento de nuevas tecnologías permitirá el mejor uso de materia prima y recursos.
3. Mejorar los tiempos de transporte permite aumentar el flujo de materiales en proceso y reducir stocks de productos semi acabados.
4. Generar un mejor sistema de clasificación de material reducirá notablemente los tiempos muertos.
5. Trabajar en un programa de control de calidad avanzado nos permitirá una mejora de posición de mercado.
6. Sería práctico el incorporar un área de marketing para publicidad en el exterior.

CAPITULO 4

ESTUDIO DE SOLUCIONES

4.1 Estudio de alternativas.

4.1.1 Diagramación de nuevas posiciones.

Para que la línea de producción funcione de manera óptima hay que seguir detalladamente los pasos de los diagramas de flujo de procesos. Idealmente la mejor distribución es la que permite una sola entrada de materia prima, la ruta más corta de movimiento de material, espacio suficiente para manipulación de materiales en proceso y una salida.

La planta de MIRE como se pudo apreciar en el dibujo 2.1 no posee un local propio, como efecto de esto se da la limitación de realizar cambios drásticos. Se compone de un área principal y un ala que luego fue expandida por las necesidades de producción desde hace tres años. En esta configuración el área se hace estrecha en ciertos procesos y la manipulación de materiales como de producto terminado no es la más recomendable. Con la construcción de los dos galpones por parte de el dueño del terreno aledaño el espacio añadido a la planta es de 595 m² que lamentablemente por características propias del terreno se encuentra en dos niveles de 321 m² y 274 m² respectivamente y la altura entre nivel y nivel es de 5.8 m.

Esta adición es una importante solución a un problema de espacio de almacenamiento y manipulación del producto terminado. En reportes del almacén de ventas (que es donde se reciben las inquietudes de los clientes) hay una alta incidencia en el estado de detalles en los muebles. Haciendo una revisión más detallada se comprobó que muchas fallas se dan por la manipulación incorrecta dentro del trayecto en la fábrica con lo que fue imperante pensar en ampliar la zona de trabajo para los módulos cuando se encuentran en las últimas fases de producción (ensamble, limpieza).

El esquema inicial debe atender a la necesidad de la línea de producción mayor que es orientada a la fabricación de los módulos de cocina, closet, baño, etc. En segundo lugar queda la fabricación de puertas de estos módulos en especial la línea modelo zurich que es la de mayor incidencia en el mercado. En tercer lugar vienen los mesones y complementos que por lo general son posformados o elaborados con lámina

posformable en zonas planas. Como última prioridad quedan todos los productos especiales como son puertas de paso (de lámina o lacadas), materiales de cocina y closet lacados y termolaminados, que son materiales que representan un porcentaje muy bajo en nuestra producción.

A continuación presentaremos los análisis más relevantes de cómo configurar la línea de producción.

La primera subzona abarcará los procesos de transformación que no impliquen un crecimiento de volumen en los lotes de piezas, es decir desde el corte hasta el enchape. Inicialmente se pretendió incluir a la perforadora en esta primera subzona pero su ubicación generaba un bucle y muchos de los productos darían una vuelta innecesaria, con lo que pasó a formar parte de la segunda subzona. La primera parte de la zona incluye una mejor distribución de la materia prima que como vimos en el capítulo 3 genera una pérdida de tiempo por la distancia a la que se encuentra de las sierras. Además reduce el cruce de operaciones de llegada de materiales y el despacho.

Se incluye un espacio para la sierra nueva de tal manera que los tableros la alimenten de manera casi inmediata. La tupi pasa a realizar el canal de los módulos ya que los tiempos de desperdicio de esta máquina son mayores al 67%. La enchapadora cambia de sentido para procesar en una sola dirección las piezas de módulos así como las puertas. La segunda sierra auxiliar sale del primer galpón para ser usada en casos emergentes. Se añade una línea de transporte por rodillos con el fin de mover los lotes de piezas entre la subzona 1 a la subzona 2 sin que sufran daños por manipulación y para que el manejo de sus volúmenes sea más cómodo. En la segunda subzona el proceso genera la transformación final de los materiales, es decir se prensan y ensamblan con lo que el volumen de lote aumenta en relación promedio de 9 veces a su estado original, por esta razón esta subzona tiene que ser mucho más amplia. Posterior a esta la bodega de muebles se amplió para hacer de la línea de producción un sistema de una sola entrada de materia prima y dos salidas de productos a despacho al final de la línea.

Se añade una zona donde las puertas se podrán perforar luego de ser enchapadas y no regresen generando un cruce sino avancen hacia la segunda zona de despacho. Además en esta zona de despacho se propone una mejor clasificación de las mismas por orden de salida para poder revisar de mejor manera la calidad individual de cada pieza.

B. En esta propuesta los cambios fundamentales son de fondo. Para empezar movemos la zona de posformado y acomodamos la zona de laca. El repisero de lámina posformable sale de bodega de materia prima hacia la zona donde se almacenan las puertas a ser posformadas. Adecuamos la zona de bodega para que la zona de posformado se acomode allí. Con esto logramos que las puertas no circulen por el centro de la subzona 1 sino que tengan cierta independencia en su proceso primario.

D. Aquí retomamos el mejorar el proceso de las puertas. La propuesta es mover la zona de panelado dado el bajo índice de productos que se procesarán en esa zona. La zona de posformado se dividirá en dos partes, la primera exclusivamente para puertas. Esta será situada mucho más cerca de la línea de producción para que el recorrido de las puertas en proceso sea menor reduciendo así las posibles fallas por manipulación. Además el sentido será unidireccional para que el producto con menor riesgo de daño se coloque hacia la derecha y el producto posformado tenga mayor cercanía a la sierra de escuadre. La segunda zona se destinará para el posformado de mesones y otros materiales que tienen un volumen de salida mucho menor que el de las puertas, es por eso que estará más alejada de la línea original.

4.1.2 Inclusión del nuevo sistema de corte.

Seccionadora horizontal electrónica OPTIMAT CHF 320

Esta seccionadora ofrece una alta capacidad de corte y tecnología avanzada. Permite cortar tableros recubiertos o crudos de aglomerado, madera o similares a medidas exactas y sin astillado²⁵.

Esta máquina viene equipada con un PC moderno que controla todos los movimientos y funciones de la seccionadora mediante una cómoda interfaz entre el operario y los componentes, con soporte gráfico para todas las funciones, ofreciendo un rápido acceso a todas las operaciones disponibles en una seccionadora moderna y sistema operativo WINDOWS, permite la conexión de una impresora de etiquetas (Código de Barras), conexión a redes Ethernet, optimizaciones, lector de código de barras. El PC incluye software de optimización de corte (Easy-Cut)²⁶ que permite optimizar un máximo de 3 tipos de tableros diferentes y hasta 15 piezas individuales. Los planos de corte

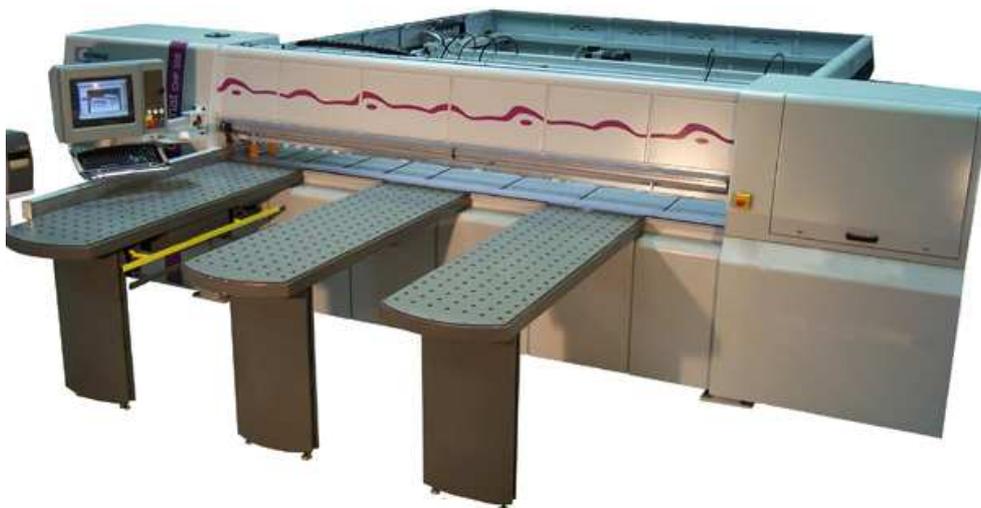
²⁵ Durante el corte fragmentos irregulares que saltan de un objeto de madera que se rompen o parten violentamente.

²⁶ De Fácil Corte

generados son enviados automáticamente al menú de producción y se pueden ejecutar instantáneamente.

Una de las características principales es que permite optimizar los sistemas para reducir los tiempos de ciclo, el tablero a ser cortado ingresa completamente y mediante la orden de corte en la línea de comando procede inmediatamente a la optimización del mismo para ser cortado, emitiendo para cada pieza procesada un código de barras que identifica al número de orden de producción a la que pertenece.

Imagen 4.1
Seccionadora horizontal



Mediante los datos del estudio de tiempos y movimientos se puede determinar claramente que una de las operaciones de más tiempo y mayor riesgo en el acabado de los módulos altos, bajos y largos es la de corte.

Si bien el personal ha sido entrenado cuidadosamente y tiene un criterio formado sobre la optimización metal o diagramada del corte de tableros, existe de todas maneras un desperdicio que se resume en dos puntos:

- Al no tener un reporte escrito diario de los materiales sobrantes con el tiempo se

acumulan y no se puede aprovechar en el tiempo y cantidad optimas a comparación de tener este informe. El realizar un informe diario reduce los tiempos efectivos de operación de la máquina (por ocupación del operario) y por cada minuto que la máquina no opere se pierde dinero.

Imagen 4.2
Materiales sobrantes acumulados



➤ Al no tener una velocidad de corte constante suele producirse (no en la mayoría de casos) despostillamientos en las piezas que a la vez se traducen en reprocesos y retrasos de la entrega de material y afecta directamente la programación de la cadena de producción.

Al incluir a la escuadradora horizontal en la línea de proceso podemos:

- Mejorar el tiempo de proceso de materiales por su alta velocidad y precisión en el corte
- Optimizar los cortes en cada tablero y guardar en la memoria del programa los restantes para reutilizarlos de la manera más rápida posible.

- Mejorar el acabado de las superficies con lo que el desgaste de las cuchillas de la enchapadora se reduce notablemente.

Al implementar la seccionadora horizontal la distribución de trabajo se reconfigurará de la siguiente manera:

Cuadro 4.1
Redistribución tareas zona de corte propuesta

Redistribución de tareas area Corte implementando sistema nuevo de seccionadora

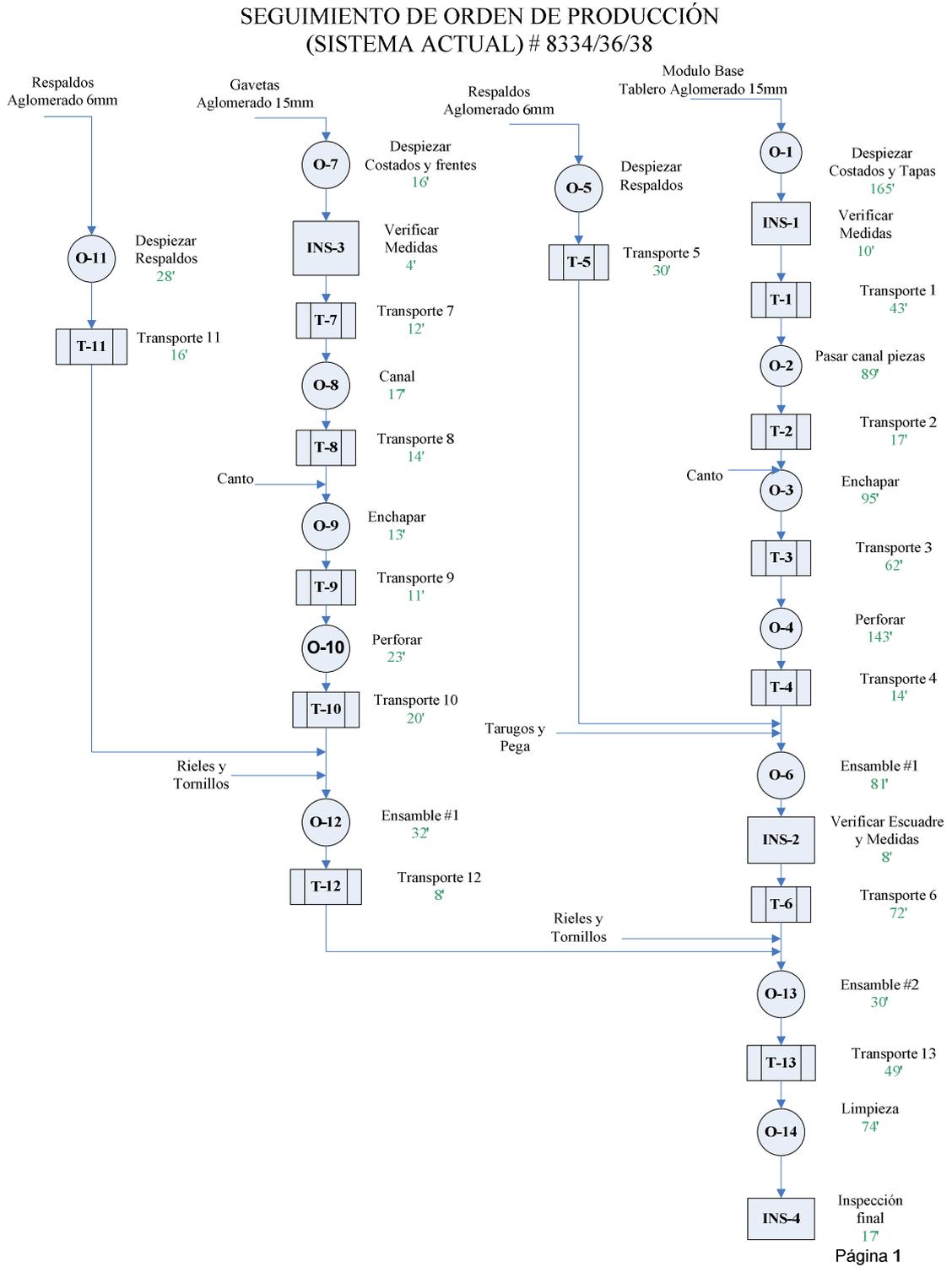
MATERIAL	Espesor (cm)	Actual Sierra	Propuesto Sierra
1. Modulos			
Decorativo/Decorativo	1.5	Vertical	Seccionadora CHF
Decorativo/Decorativo (Maderado)	1.5	Vertical	Seccionadora CHF
Decorativo/Decorativo RH	1.5	Vertical	Seccionadora CHF
Decorativo/Sin recubrimiento	1.5	Vertical	Seccionadora CHF
Decorativo/Sin recubrimiento	0.6	Horizontal	Vertical
Repisas D/D	1.5	Vertical	Seccionadora CHF
Gavetas D/D D/S	1.5	SCM	Seccionadora CHF
2. Material Complementario			
Fustes Decorativo/Decorativo	1.5	SCM	Vertical
Fustes Decorativo/Sin recubrimiento	1.5	SCM	SCM
Coronas Decorativo/Sin recubrimiento	1.5	SCM	SCM
Coronas MDF	1.5	SCM	SCM
Cenefas Decorativo/Sin recubrimiento	1.5	SCM	SCM
Cenefas MDF	1.5	SCM	SCM
C. Vistos Decorativo/Decorativo	1.5	SCM	Vertical
C. Vistos Decorativo/Sin recubrimiento	1.5	SCM	SCM
Zocalos RH	1.5	Horizontal	Vertical
Frentes Zocalo RH	1.5	SCM	SCM
Frentes Sup. Decorativo/Decorativo	1.5	SCM	SCM
Frentes Sup. Decorativo/Sin recubrimiento	1.5	SCM	SCM
3. Mesones			
Acohidro	1.9	Horizontal	Vertical
Acohidro	1.5	Horizontal	Vertical
4. Puertas de modulos			
Decorativo/Decorativo	1.5	SCM	Seccionadora CHF
Decorativo/Sin recubrimiento	1.8	Horizontal	Seccionadora CHF
Madera	1.8	Horizontal	Seccionadora CHF
MDF	1.8	Horizontal	Seccionadora CHF
5. Materiales varios			
Varios	1.5	Horizontal	Vertical
Varios	1.8	Horizontal	Vertical
Varios	1.2	Horizontal	Vertical
6. Escuadre de mesones		SCM	SCM
7. Escuadre de puertas		SCM	SCM

4.2 Simulaciones de tiempos de proceso.

Como vimos anteriormente los tiempos de cada proceso no son del todo estándar, por lo que el proceso depende de cada orden de producción. En general para simular los tiempos con la implementación de cambios y de la sierra nueva nos remitiremos al diagrama de proceso de los distintos productos, tomaremos las órdenes de producción analizadas anteriormente y determinaremos los tiempos que se tarda en cada operación.

Figura 4.1

Tiempo de proceso orden de producción en línea actual



4.2.1 Aplicación de la teoría de restricciones en la línea de producción.

Inicialmente tenemos la primera restricción que es la de espacio. A partir de resolver este inconveniente procedemos a determinar los mayores tiempos que se generan en cada punto:

A. En la primera ruta (actual) podemos apreciar que el primer cuello de botella o tambor del proceso se da en la zona de corte con 165', dado que es la partida hacia todos los demás procesos las modificaciones en esta área son claramente necesarias. El mover la zona de alimentación de tableros reduce notablemente el tiempo como se puede apreciar en la tabla 4.1. El uso de los sistemas de optimización en la seccionadora propuesta y la velocidad de corte de los tableros reducen a 119' el mismo proceso (incluyendo el corte de gavetas).

B. Al solucionar tiempo en el área de corte la mayoría de la línea se balancea por los procesos adicionales dejando como siguiente zona a reestructurar la de perforación, en la que hay algunas soluciones como el rediseño de los módulos o la adquisición de maquinaria de mejor tecnología. Por lo pronto este tema será discutido a futuro.

C. En los siguientes cuadros observamos cómo se van tratando las mejoras continuas para reducir el tiempo tambor del proceso.

Tabla 4.1

1° Paso propuesta de flujo de procesos

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.					RESUMEN			
ACTIVIDAD Fabricación de módulos					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA 15/02/08					OPERACIÓN	20		
ANALISTA Jairo Ron					TRANSPORTE	13		
METODO: ACTUAL__ PROPUESTO__X__					DEMORA	2		
					INSPECCION	6		
					ALMACENAJE	3		
COMENTARIOS					Tiempo			
					Distancia	102		
Descripción Actividad		Símbolo			Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado	
Ir a bodega de tableros	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	4	
Mover plancha a Sierra	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	4	
Cuadrar plancha en máquina	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3		
Diagramar corte mentalmente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0		
Despiezar el material	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Ordenar material a un lado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	
Llevar material a tupi de canal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	
Seleccionar piezas para hacer canal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Con mayor espacio se reduce
Mover piezas a la tupi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	el tiempo de selección
Pasar canal a las piezas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Al pasar canal en posición
Llevar piezas a la enchapadora	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	vertical hay fallas.
enchapar lado #1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Tener a tiempo total un ayudante
Ordenar las piezas de 1 canto aparte	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	para no regresar al inicio de la
Regresar las otras al inicio de la encl	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6	línea demasiadas veces
Enchapar lado #2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Regresarlas al inicio de la máquina	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6	
Enchapar lado #3	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Limar imperfecciones	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Mejorar la calibración interna
Mover piezas al área de perforado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Perforar las piezas fijas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Agrandar el área para mejor
Mover piezas a ensamble #1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	manipulación
Seleccionar piezas a ser ensamblada	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Colocar tarugos y pega	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Unir las piezas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Cuadrar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Verificar medidas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Prensar modulos por grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Almacenar temporalmente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Area limita el flujo de módulos
Mover modulos a ensamble #2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15	Mover módulos por el área de
Colocar rieles y gavetas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			proceso genera movimientos
Llevar módulos a bodega terminal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		20	lentos y posibles accidentes

Tabla 4.2

2° Paso propuesta de flujo de procesos

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.					RESUMEN			
ACTIVIDAD Fabricación de módulos					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA 15/02/08					OPERACIÓN	20		
ANALISTA Jairo Ron					TRANSPORTE	13		
METODO: ACTUAL__ PROPUESTO__X_					DEMORA	2		
					INSPECCION	6		
					ALMACENAJE	3		
					Tiempo			
COMENTARIOS					Distancia	102		
Descripción Actividad		Símbolo			Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado	
Ir a bodega de tableros	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	4		
Mover plancha a Sierra	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	4		
Cuadrar plancha en máquina	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3			
Diagramar corte mentalmente	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0			
Despiezar el material	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Ordenar material a un lado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		8		
Llevar material a tupi de canal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3		
Seleccionar piezas para hacer canal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4/pieza			
Mover piezas a la tupi	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		
Pasar canal a las piezas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Con Tupi horizontal mejora
Llevar piezas a la enchapadora	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5		el proceso
enchapar lado #1	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Tener a tiempo total un ayudante
Ordenar las piezas de 1 canto aparte	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2		para no regresar al inicio de la
Regresar las otras al inicio de la ench	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6		línea demasiadas veces
Enchapar lado #2	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Regresarlas al inicio de la máquina	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6		
Enchapar lado #3	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Limar imperfecciones	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Mejorar la calibración interna
Mover piezas al área de perforado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Perforar las piezas fijas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Agrandar el área para mejor
Mover piezas a ensamble #1	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5		manipulación
Seleccionar piezas a ser ensambladas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Colocar tarugos y pega	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Unir las piezas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Cuadrar	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Verificar medidas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Prensar modulos por grupos	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Almacenar temporalmente	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Area limita el flujo de módulos
Mover modulos a ensamble #2	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15		Mover módulos por el área de
Colocar rieles y gavetas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				proceso genera movimientos
Llevar módulos a bodega terminal	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		20		lentos y posibles accidentes

En esta siguiente propuesta el uso de las etiquetas de la seccionadora empieza a dar resultados ya que el tiempo estimado de verificación de medidas y selección de piezas se reduce en 3” por pieza lo cual en el lote de la Figura 4.2 genera una reducción de

tiempo de 6'31" en el proceso.

Tabla 4.3
3° Paso propuesta de flujo de procesos

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.					RESUMEN			
ACTIVIDAD Fabricación de módulos					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA 15/02/08					OPERACIÓN	20		
ANALISTA Jairo Ron					TRANSPORTE	13		
METODO: ACTUAL__ PROPUESTO__X__					DEMORA	2		
COMENTARIOS					INSPECCION	6		
					ALMACENAJE	3		
					Tiempo			
					Distancia	102		
Descripción Actividad		Símbolo			Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado	
Ir a bodega de tableros	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>	4	4		
Mover plancha a Sierra	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>	9	4		
Cuadrar plancha en máquina	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>	3			
Diagramar corte mentalmente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>	0			
Despiezar el material	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Ordenar material a un lado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		8		
Llevar material a tupi de canal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		3		
Seleccionar piezas para hacer canal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>	4/pieza			
Mover piezas a la tupi	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		2		
Pasar canal a las piezas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				Con Tupi horizontal mejora
Llevar piezas a la enchapadora	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		5		el proceso
Enchapar lado #1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				Colocamos 1 ayudante
Ordenar las piezas de 1 canto aparte	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		2		
Regresar las otras al inicio de la ench	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		6		
Enchapar lado #2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Regresarlas al inicio de la máquina	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		6		
Enchapar lado #3	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Limar imperfecciones	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				Mejoramos la calibración interna
Mover piezas al área de perforado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		4		Transporte sobre rodillos
Perforar las piezas fijas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Mover piezas a ensamble #1	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		5		manipulación
Seleccionar piezas a ser ensambladas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Colocar tarugos y pega	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Unir las piezas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Cuadrar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Verificar medidas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Prensar modulos por grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				
Almacenar temporalmente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				Area limita el flujo de módulos
Mover modulos a ensamble #2	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		15		Mover módulos por el área de
Colocar rieles y gavetas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>				proceso genera movimientos
Llevar módulos a bodega terminal	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D	<input type="checkbox"/>		20		lentos y posibles accidentes

En este 3° paso un ayudante en la enchapadora permite que la recolección de piezas sea inmediata y los flujos de retorno de piezas a la entrada de máquina mejoran en 16" cada 4 piezas lo que da una reducción en proceso de 8'48". Además el transporte de las piezas sobre rodillos permiten agilidad en el movimiento ya que al siguiente puesto llega un lote y no se tiene que trasladar pieza por pieza.

Tabla 4.4

4° Paso propuesta de flujo de procesos

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.					RESUMEN			
ACTIVIDAD Fabricación de módulos					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA 15/02/08					OPERACIÓN	20		
ANALISTA Jairo Ron					TRANSPORTE	13		
METODO: ACTUAL__ PROPUESTO_X_					DEMORA	2		
					INSPECCION	6		
					ALMACENAJE	3		
COMENTARIOS					Tiempo			
					Distancia	102		
Descripción Actividad		Símbolo			Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado	
Ir a bodega de tableros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4	4		
Mover plancha a Sierra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	9	4		
Cuadrar plancha en máquina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	3			
Diagramar corte mentalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	0			
Despiezar el material	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Ordenar material a un lado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		8		
Llevar material a tupi de canal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		3		
Seleccionar piezas para hacer canal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	4/pieza			
Mover piezas a la tupi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		2		
Pasar canal a las piezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				Con Tupi horizontal mejora
Llevar piezas a la enchapadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		5		el proceso
Enchapar lado #1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				Colocamos 1 ayudante
Ordenar las piezas de 1 canto aparte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		2		
Regresar las otras al inicio de la enchapadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		6		
Enchapar lado #2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Regresarlas al inicio de la máquina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		6		
Enchapar lado #3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Limar imperfecciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				Mejoramos la calibración interna
Mover piezas al área de perforado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		4		Transporte sobre rodillos
Perforar las piezas fijas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Mover piezas a ensamble #1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		5		
Seleccionar piezas a ser ensambladas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Colocar tarugos y pega	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Unir las piezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Cuadrar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Verificar medidas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Prensar modulos por grupos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Almacenar temporalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Mover modulos a ensamble #2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		4		Mayor espacio genera
Colocar rieles y gavetas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				menos daños en modulos
Llevar módulos a bodega terminal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		13		Elevador de carga

En este último paso el desplazamiento de la perforadora hacia la zona de ensamble 1 se la hace de igual manera sobre rodillos mejorando la manipulación excesiva del material. La zona de ensamble #2 es mucho más amplia de manera que el flujo de módulos se lo hace de manera ordenada evitando daños superficiales por mala manipulación. En el

elevador de carga se transportan a la bodega final evitando el paso estrecho de las gradas y con esto preservando la imagen final del mueble.

4.3 Elección de la mejor alternativa.

De todos los posibles cambios que se han planificado en la línea de producción decidí que el presentado como #13 es el que reúne la mejor distribución posible. Para tomar esta decisión se analizó las necesidades de los clientes en los últimos 2 años como se vio en el Capítulo 3.2.1. Por esto podemos decir que la línea debe ser orientada principalmente a la producción de módulos. Las ventajas que se obtiene de esta propuesta son las siguientes:

- Un mejor acceso a los tableros (materia prima) y más cercano con lo que reducimos los tiempos de traslado de tableros en un 30%.

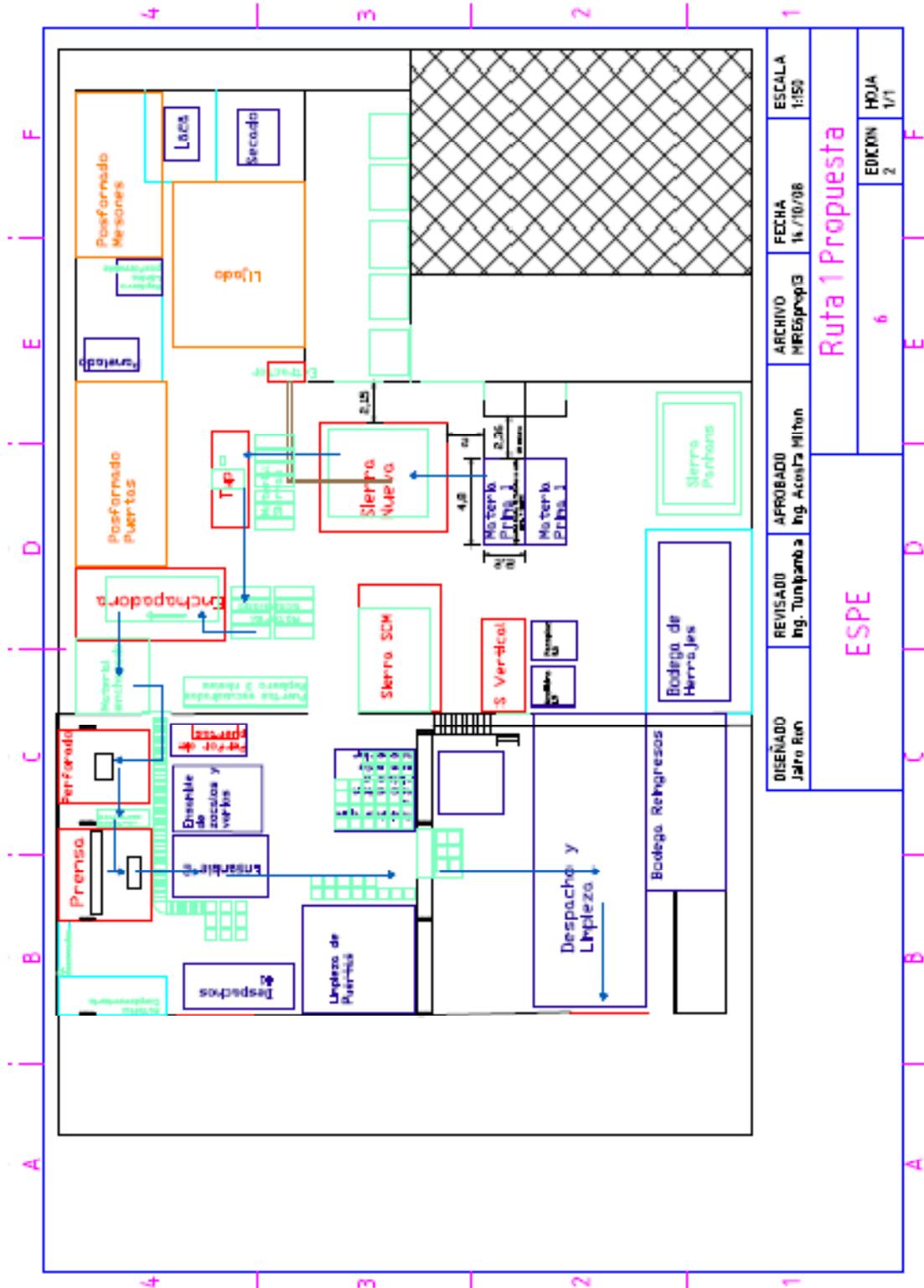
- Si bien la manipulación es un problema y es recomendable mover de la menor manera posible el material procesado o en proceso, la falta de espacio físico en varios sectores afecta la eficiencia de tareas específicas, por ejemplo en el área de canal el tiempo para organizar y buscar el material a ser pasado por la tupí es de 13' mientras que el trabajo efectivo es de 12" por pieza aproximadamente. En este punto el cambio de la línea aumenta el espacio disponible para material en proceso, además el cambio de sistema reduce notablemente las fallas en el canal.

- En el último punto del proceso la manipulación de los módulos terminados (en especial de los largos) es dañina por el reducido espacio, al aumentar el espacio para la zona de ensamble y despacho evitamos pagar el precio de reprocesos por mala manipulación.

- Por último la distancia efectiva de traslado es similar a la anterior pero con mayor orden y de manera lineal no en semicírculo como la anterior.

Dibujo 4.5

Ruta #1 de diseño seleccionado

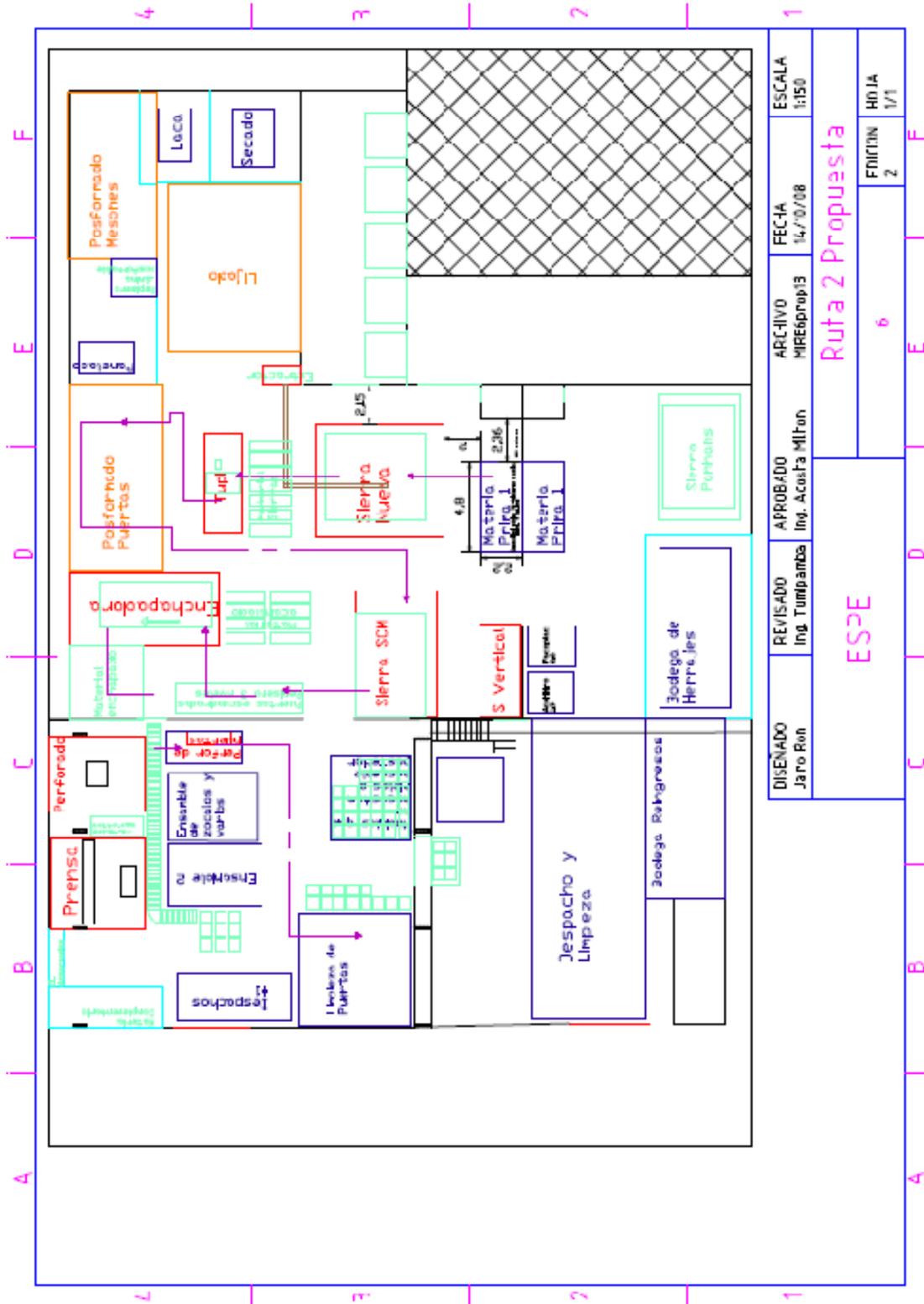


4.3.1 Ruta #1(Módulos)

La primera etapa es la colocación de los tableros más utilizados (Duraplac 15mm, Pacoplac 15mm, Duramadera 15mm, Duraplac 19mm) en una posición vertical para reducir el tiempo de alimentación a la sierra nueva. Se toma en consideración la alta rotación de este material ya que caso contrario si se expone mucho tiempo a un almacenamiento vertical puede tender a pandearse. La construcción de un extractor principal fuera del área de máquinas podría generar un problema de espacio el momento de la llegada de tableros por parte de nuestros proveedores así que la opción sería un extractor interno.

Luego pasaría a la zona previa a la tupí en el sentido hacia la enchapadora creando una segunda zona de control. Luego de ser enchapado se distribuye en sublotes sobre el transportador de rodillos hacia la perforadora o directo a la zona de despacho de complementos según el tipo de material. Las piezas que fueron perforadas se colocan nuevamente en el transportador hacia la prensa. Los muebles una vez prensados se vuelven a clasificar de modo que los más complejos van al área aleadaña que es ensamble #2 y el resto se organizaran para su limpieza y organización en la bodega del nivel inferior. La porción que pasó por el proceso de ensamble #2 se adjunta al resto de módulos para su limpieza, revisión final y próximo despacho.

Dibujo 4.6
Ruta #2 de diseño seleccionado



DISEÑADO Jaro Ron	REVISADO Ing. Tumpamba	APROBADO Ing. Acosta Mitun	ARCHIVO MIREGROPH 3	FECHA 14/10/98	ESCALA 1:150
ESSE			Ruta 2 Propuesta		
			FINISH 2		HOJA 1/1

4.3.2 Ruta #2 (Puertas)

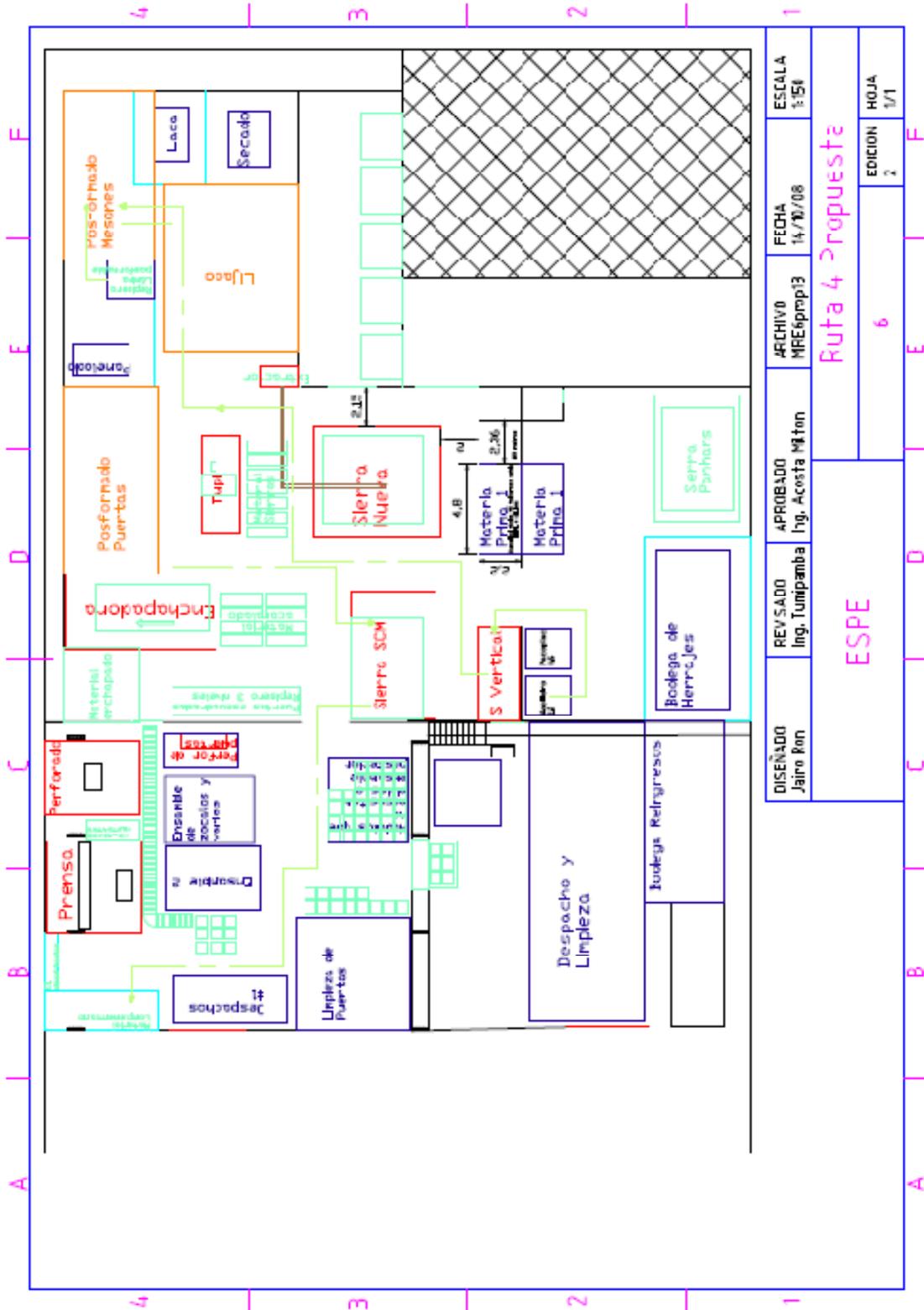
Del estante para tableros de la entrada se procesa el material de 19mm en la sierra nueva, este material es clasificado en la zona previa al tupí. Las puertas se fresan en ambos lados y pasan al área de pegado y posformado. La nueva distribución de esta área permite la organización de zonas de secado intermedio y corte preciso de lámina posformable para optimizar el material. Al tener la lámina correctamente pegada en las puertas se trasladan en lotes hacia la sierra escuadradora.

El espacio es suficiente para el paso de materiales sin afectar otras bodegas parciales como para el tránsito del personal. Después del escuadre las puertas son acomodadas en un organizador antes de ser enchapadas. Luego del enchape aprovechamos el transportador de rodillos para trasladarlas a la siguiente subzona donde serán perforadas, luego se limpiarán, retocarán y organizarán para su correcto despacho.

4.3.3 Ruta #3 (Respaldos):

En primer lugar la bodega de tableros de 6mm se traslada más cerca de la sierra vertical con lo que el tiempo de transporte es mucho menor. Luego de ser cortados simplemente se trasladan en un único paso a la zona de prensa para completar el correcto ensamble de los módulos.

Dibujo 4.8
Ruta #4 de diseño seleccionado



DISEÑADO Jairo Ben	REVISADO Ing. Tunipamba	APROBADO Ing. Acosta Milton	ARCHIVO MRE6pm013	FECHA 14/10/08	ESCALA 1:54
ESPE			Ruta 4 Propuesta		
			EDICION 2	HOJA 1/1	

4.3.4 Ruta #4 (Mesones):

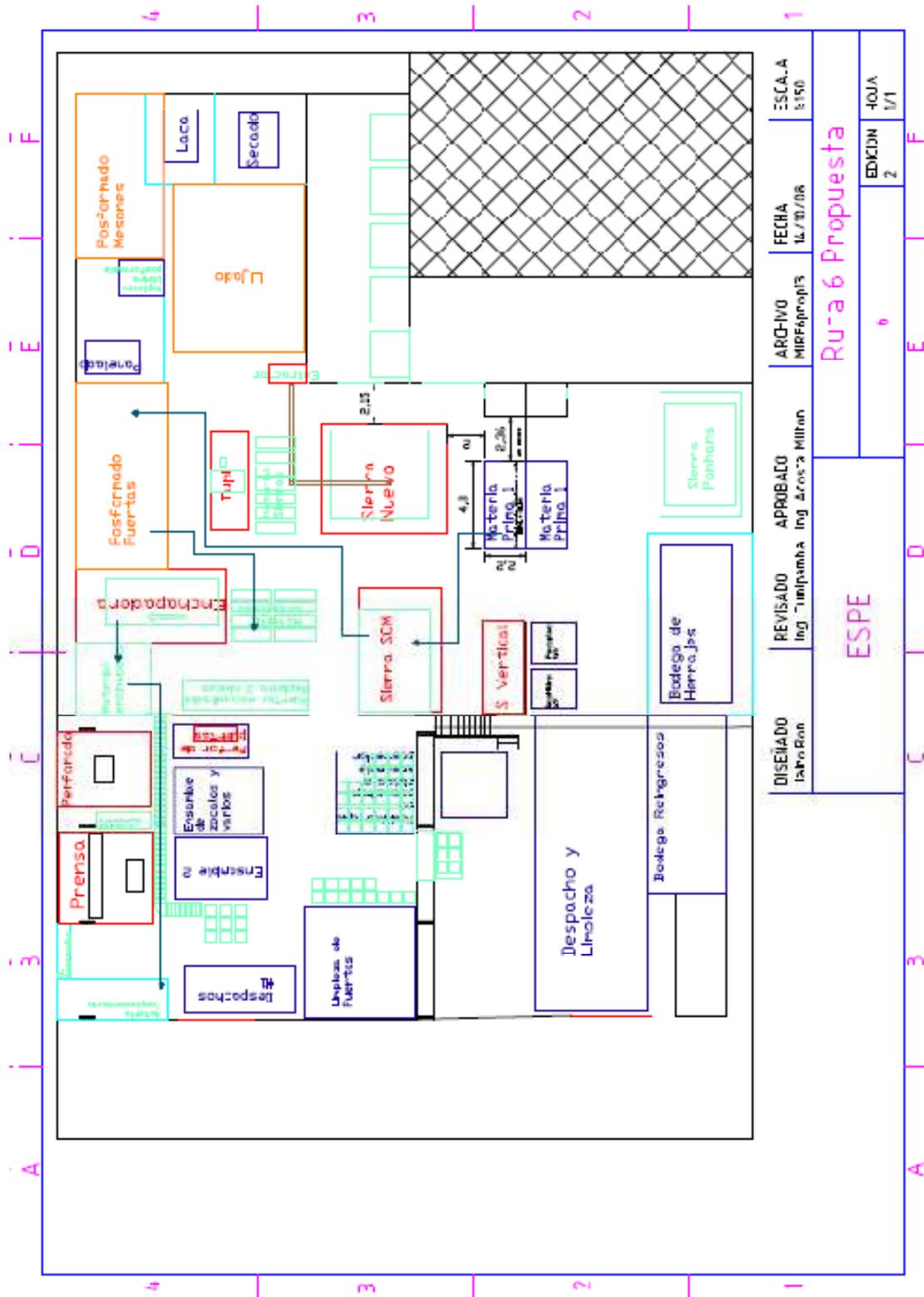
Comenzaremos con la nueva ubicación del material de 19mm del tipo RH, se situará cerca de la sierra vertical para minimizar el tiempo y la distancia recorrida por este tipo de tableros. Luego trasladamos estos productos hacia la parte posterior de la zona principal.

Dado que este tipo de producto tiende a reducirse por la constante y cada vez más económica oferta de mesones de granito el recorrido es más lejano pero no incide en el resto de recorridos. El mover el repisero de lámina posformable reduce el traslado innecesario de retazos y a la vez permite al operario el tener un mejor control para materiales complementarios. Luego escuadramos y/o hacemos los cortes de 45° en la sierra escuadradora y posteriormente se trasladará al organizador de material complementario. Cierta material complementario se procesa dentro de la misma ruta.

4.3.5 Ruta #5 (puertas de paso lacadas):

Para este producto utilizaremos una pequeña zona del organizador principal de tableros de donde tomaremos la materia prima (mdf) para este producto. Luego de hacer los cortes respectivos lo trasladaremos a la zona de panelado para el proceso de conformado y unión final. Posteriormente pasará por todos los procesos de laca hasta tener el producto de acuerdo a lo requerido. Luego de la inspección de calidad se traslada hasta la zona de limpieza de puertas para su despacho.

Dibujo 4.10
Ruta #6 de diseño seleccionado



4.3.6 Ruta #6 (material complementario):

Dado que la mayoría de los materiales complementarios se procesan de los materiales para módulos y puertas, la zona de inicio es en el organizador principal. A continuación se cortarán en la sierra escuadradora y existen dos opciones a seguir, la primera en la que es directamente enchapado y enviado a la bodega de material complementario, y la segunda en donde pasará al área de posformado, se pegará lámina del color necesario y se posformará, luego como su predecesor se enchapará para trasladarse a la bodega de material complementario.

CAPITULO 5
DISEÑO DE NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

5.1 Instrucciones de montaje.

Para el cambio sugerido en la línea de producción recomendamos seguir los pasos a continuación descritos a fin de que los retrasos y molestias en los procesos diarios se reduzcan al mínimo:

Tabla 5.1
Implementación de cambios MIRE (A)

EMPRESA: MODULARES IVAN RON CIA. LTDA.							
ACTIVIDAD					FECHA		
Implementación de cambios					04/03/08		
ANALISTA					METODO:		
Jairo Ron					ACTUAL		PROPUESTO_X
Descripción Actividad	Simbolo				Tiempo (s)	Distancia (m)	Método recomendado
Fabricar estante de complementos	<input type="radio"/>						
Mover todo el material a nuevo estante	<input type="radio"/>						
Mover materia prima a zona #1	<input type="radio"/>						
Reorganizar M prima en bodega #2	<input type="radio"/>						
Hacer instalaciones eléctricas Sierra nueva	<input type="radio"/>						
Hacer instalaciones neumáticas Sierra nueva	<input type="radio"/>						
Ensamblar y montar extractor de polvo	<input type="radio"/>						
Romper el muro área perforado	<input type="radio"/>						
Montar sistema elevador	<input type="radio"/>						
Romper el muro #2	<input type="radio"/>						
Construir gradas acceso bodega #2	<input type="radio"/>						
Reorganizar reingresos bodega #2	<input type="radio"/>						
Instalaciones eléctricas perforadora	<input type="radio"/>						
Instalaciones neumáticas perforadora	<input type="radio"/>						
Mover prensa	<input type="radio"/>						
Mover perforadora	<input type="radio"/>						

Tabla 5.2
Implementación de cambios MIRE (B)

Mover mesas de ensamble #2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover perforadora de puertas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover mesas de ensamble auxiliar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Instalar transportador de rodillos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Reubicar instalaciones de enchapadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover la enchapadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Cambiar tupi de canal por fresadora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Montar cortina aislante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Rotar sierra SCM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover sierra Panhans a bodega	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Transportar sierra nueva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Montar sierra nueva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Conectar sistemas de extracción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Romper paredes bodega de módulos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Crear pared auxiliar posformado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Realizar instalaciones eléctricas posformado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover mesa de posformado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Hacer división área secado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Reubicar la división área lacado/lijado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover área secado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover área pegado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover área lijado y laca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Mover repisero lámina posformable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

El montaje de la máquina CHF 32/320 será dirigido y ejecutado directamente por personal calificado por el proveedor y el costo se puede analizar en el capítulo de análisis económico financiero.

El costo de las adecuaciones en el mobiliario son relativamente bajas ya que entre las habilidades del personal están el conocimiento de albañilería y otras en cuyo caso una correcta planificación puede llevar a buenos resultados.

5.2 Evaluación final

5.2.1 Cantidad de elementos producidos semanal/mensualmente

Al implementar los cambios propuestos se tiene una notable diferencia con relación al sistema anterior. En el cuadro siguiente se puede observar un estimado de un año posterior con el uso de la máquina. En condiciones similares de mercado se podría llegar a lo siguiente:

Tabla 5.3
Producción estimada módulos luego de cambios

Producción de modulos en Modulares Ivan Ron

Area de control: Ensamble #1
Fecha: Enero 2009 y Febrero 2009

Mes	Semana	Modulos Cocina	Modulos Closet	Modulos Baño	Total Mensual
ene-09	1	65	60		
ene-09	2	114	39	17	
ene-09	3	83	29	52	
ene-09	4	231	4	17	
ene-09	5	45	15	13	
					784
feb-09	1	75	23	14	
feb-09	2	166	28	28	
feb-09	3	99	34	11	
feb-09	4	62	25	7	
					572

5.2.2 Cantidad de pedidos retrasados

En un estimado los pedidos se retrasarán según la disponibilidad de grupos. En los últimos meses el factor de retrasos ha sido en su gran mayoría el constante desfase de los constructores en la fecha de contrato y la culminación en la obra civil, concretamente en los requerimientos puntuales para nosotros poder iniciar con la instalación. Por este motivo una proyección de este dato no afectaría el fondo de nuestro estudio que es la producción.

****Este dato no se puede estimar ya que depende de otros factores****

5.2.3 Tiempos improductivos por zona

De todos los cambios propuestos el más importante y que afecta directamente a una zona concreta es la adquisición de la seccionadora CHF 32/320. Sin embargo podemos hacer una proyección de lo que genera el cambio global en las distintas etapas obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5.4
Estimados de tareas por sierra

Estimado Con CHF

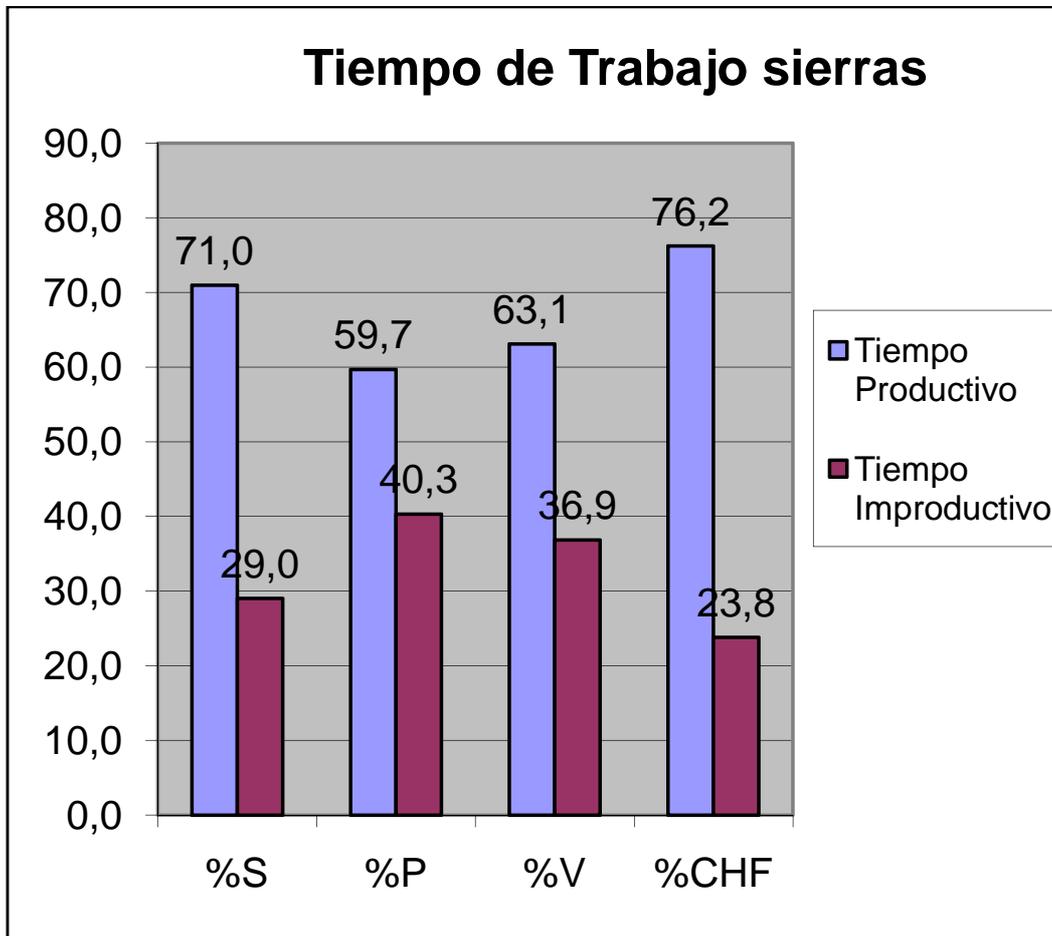
	S	P	V	CHF
SIERRAS	%S	%P	%V	%CHF
CORTAR	41,9	29,7	44,4	64,9
MOVER	7,7	11,1	7,3	1,6
ACOMODAR	10,8	6,6	6,2	4,7
AJUSTAR	10,6	12,3	5,2	5,0
PERSONAL	5,9	4,1	4,6	4,4
LEER INS	6,7	6,3	8,0	2,7
CONSULTAR	3,6	6,0	5,0	5,5
REPARAR	2,6	7,2	5,7	3,2
VER MED	5,7	7,9	7,5	3,0
S/OPERD	1,7	5,1	2,7	2,5
BUSCAR	2,9	3,7	3,4	2,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabla 5.5
Porcentajes estimados totales por sierra

	%S	%P	%V	%CHF
Tiempo de Operación	71,0	59,7	63,1	76,2
Tiempo Improductivo	29,0	40,3	36,9	23,8

Gráfico 5.1

Relación estimada repartida sección corte



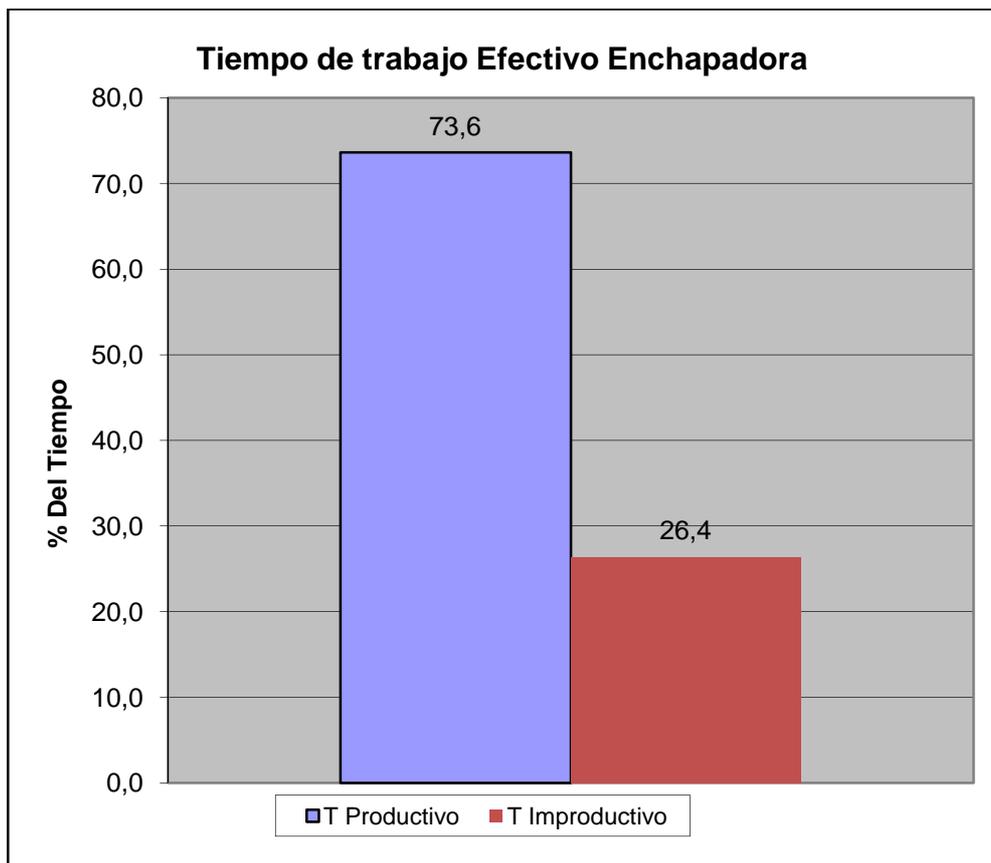
De este último gráfico se debe tomar en cuenta que la máquina Panhans (Representada por la letra P) al tener un ciclo de vida casi obsoleto se mantendrá para emergencias y cortes secundarios ya que su valor en el mercado no es comparable a detener la línea de producción por alguna emergencia.

Tabla 5.6

Estimados de tareas enchapadora

T Productivo	T Improductivo
(%)	(%)
73,6	26,4

Grafico 5.2
Relación estimada operativa de enchapadora



La variación se debe a la ayuda de una persona que recoja el material al final de la línea y lo regrese al operario principal haciendo una cadena interna.

El resto de áreas no sufrirán cambios importantes como para ser tomados en cuenta en este capítulo.

5.2.4 Capacidad de corte

En la simulación de órdenes asociadas se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

A. Hay un mayor número de ordenes de producción inmersas en la simulación debido a que el optimizador aprovecha al máximo el tablero por lo que entre más ordenes se asocien menor el desperdicio en el proceso

B. Como se observó en la figura 4.2 en la optimización también se incluyen las gavetas de los módulos cajoneros por lo que el número de piezas en el mismo proceso es mayor.

Los resultados son los siguientes:

Tabla 5.7

Tiempo simulado de corte con seccionadora CHF de varias órdenes de producción

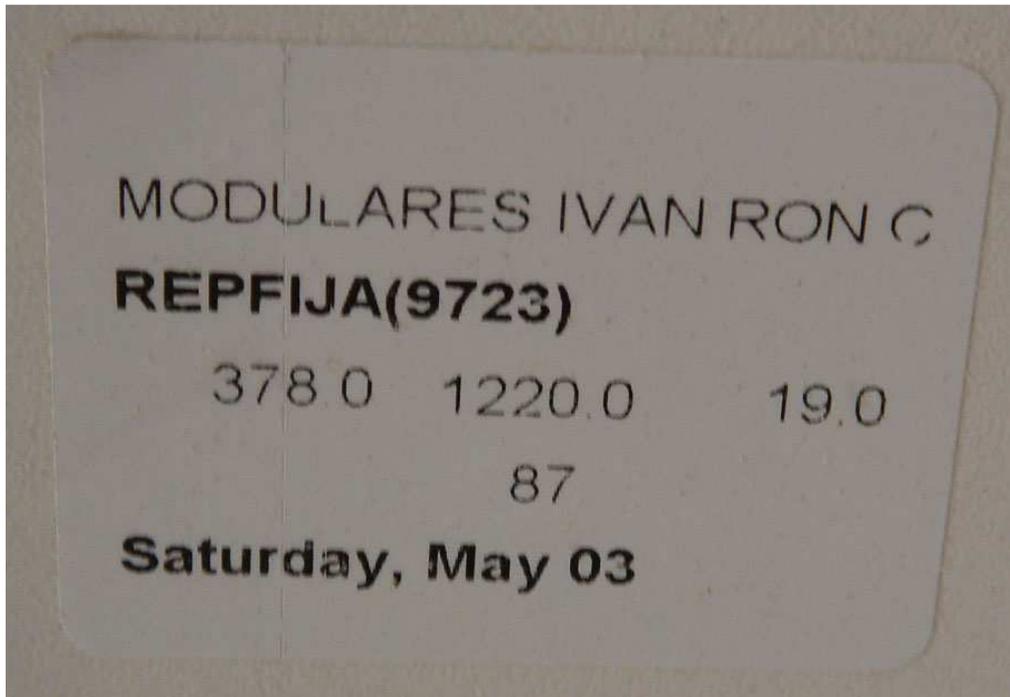
OP	Tipo	Q Modulos	Q Piezas	H inicio	H Fin	Q Tableros	T Total
8683	Cocina	9	62	13:00	18:10	29	5:10
8685	Cocina	8	56				
8687	Cocina	9	62				
8696	Cocina	9	62				
8686	Closets	6	42				
8688	Closets	8	58				

Con el Software de avance del programa de la máquina CHF se generó un prototipo de etiqueta el cual nos permite que en cada pieza cortada se conozcan las siguientes características:

- Nombre de la compañía
- Tipo de pieza con respectivo número de orden de producción
- Medidas en unidades estándar (mm)
- Número de piezas por lote de producción
- Fecha de corte

Imagen 5.1

Etiqueta prototipo para piezas de órdenes de producción



Como se puede apreciar el tipo de impresión es bastante visual para los operarios quienes pueden clasificar el material de manera más eficiente.

Cabe destacar que según la información proporcionada por el fabricante la mejor optimización resulta de la unión de varias órdenes para generar lotes de piezas que encajen en los espacios que normalmente se desperdician.

Con estos datos el operario solo medirá el material para verificación de calidad reduciendo el proceso posterior al corte hasta en un 27%

5.3 Análisis de resultados

De acuerdo a cada uno de los índices de control revisados en los capítulos 3 y 5 los resultados a continuación descritos nos presentan un panorama de los cambios que genera la modificación de la línea de producción. Se debe tomar en cuenta que es una aproximación teórica de lo que puede pasar si el ritmo de trabajo sigue de manera estable sin tomar en cuenta periodos de alta demanda o de proyectos externos a los usuales como se mencionó en el primer capítulo.

En primer lugar está la proyección y comparación de la cantidad de módulos producidos mensualmente. Según los datos obtenidos podemos proyectar un incremento al siguiente año. Se puede observar que el factor de incremento también depende del número de días laborables en estos meses, por ejemplo en este año la semana santa fue en el mes de marzo (semana del 17 de marzo) obteniendo 2 días hábiles reales menos que el año pasado. Otro punto a tomar en consideración es la sobreproducción del proyecto mencionado en los primeros capítulos lo cual generó un aumento de módulos pero con un incremento en las horas de trabajo. Los resultados los presento a continuación.

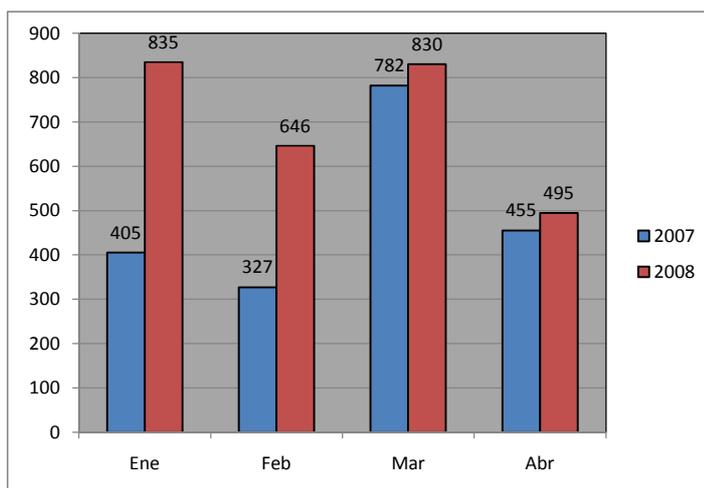
Tabla 5.8

Comparación ensamble módulos año 2007 vs 2008

	Ene	Feb	Mar	Abr
2007	405	327	782	455
2008	835	646	830	495
%	106,17	97,55	6,14	8,79

Gráfico 5.3

Comparación producción módulos año 2007 vs 2008



Luego de esto se puede evidenciar que el incremento es muy variable y no responde a una fórmula exacta por razón de variaciones estacionales. De todas maneras el incremento de producción de módulos es notorio dando como promedio un 54.66% de crecimiento con relación al año 2007.

Para el análisis de los tiempos productivos por zona se realizó una redistribución del trabajo de manera que las máquinas que requieren de mayor esfuerzo por parte del trabajador disminuyan su trabajo ya que la nueva seccionadora prácticamente requiere que el operador se encargue de la alimentación de materia prima, control de parámetros funcionales y revisión alternada de los procesos.

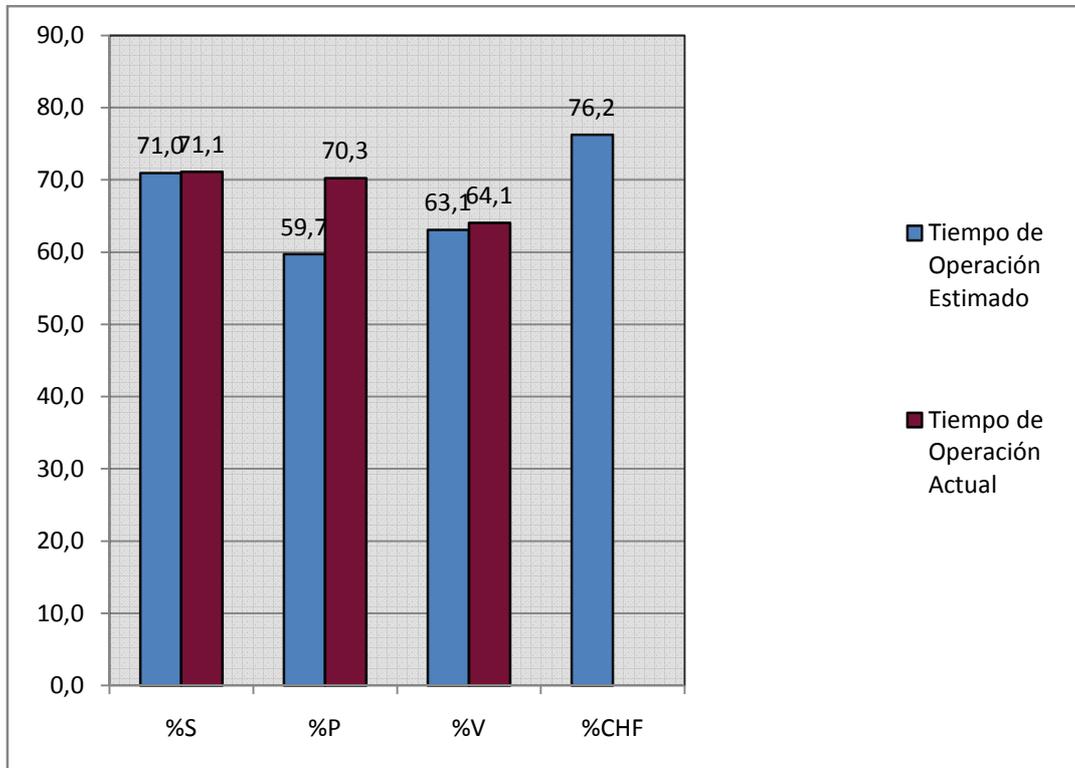
Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 5.9
Relación porcentaje trabajo sierras comparativo

	%S	%P	%V	%CHF
Tiempo de Operación Estimado	71,0	59,7	63,1	76,2
Tiempo de Operación Actual	71,1	70,3	64,1	N/A

Gráfico 5.4

Comparación tiempos de operación sistema actual vs propuesto



De los resultados anteriores podemos llegar a proyectar de una manera más concreta la simulación de los tiempos de proceso de una orden estándar específica. En esta simulación los resultados nos muestran la reducción aproximada de tiempo en terminarla. Con este resultado directamente podemos hacer el cálculo de la mejora en un intervalo de tiempo determinado.

Tabla 5.10
Comparación de tiempos por zonas de trabajo

Método Actual vs Método Propuesto		
Zonas	Actual	Propuesta
	[min]	[min]
O-1	165	119
O-2	89	70
O-3	95	92
O-4	143	144
O-5	17	16
O-6	81	83
O-7	16	incluido en O-1
O-8	17	11
O-9	13	13
O-10	23	25
O-11	28	25
O-12	32	31
O-13	30	29
O-14	74	75
INS-1	10	incluido en O-1
INS-2	8	9
INS-3	4	incluido en O-1
INS-4	17	14
T-1	43	37
T-2	17	19
T-3	62	38
T-4	14	3
T-5	30	43
T-6	72	37
T-7	12	19
T-8	14	16
T-9	11	17
T-10	20	14
T-11	16	24
T-12	8	11
T-13	49	61
Total	1230	1095
Diferencia	(%)	12,33

De los resultados de esta tabla podemos observar que existiría una reducción del 12.28% en el tiempo para producir un lote de ordenes de producción con las mismas características. Adicional a este beneficio de tiempo el corte de cada pieza tiene una exactitud mayor al sistema anterior por ende los acabados del producto final serán mucho mejores.

Además de los beneficios que podemos apreciar en estos cuadros podemos citar también de una manera indirecta que la operación de la máquina nueva nos genera beneficios tanto en la manipulación de material como en la reducción importante de fatiga del operario y su ayudante. El sistema permite que el transporte de los tableros sea el mayor esfuerzo a realizarse ya que la mesa de aire con la que cuenta la máquina reduce la fricción y por ende el esfuerzo de transporte dentro de la máquina. Los cortes los realiza automáticamente la máquina dejando al operario libre para controlar el trabajo, verificar medidas y calidad de corte, y a su ayudante para que acomode las etiquetas y materiales cortados en la siguiente subzona.

Los beneficios no han sido tabulados de una manera puntual pero estimo que a mediano plazo el beneficio psicológico será alto.

CAPITULO 6
ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

6.1 Magnificación de costo total

6.1.1 Presupuesto desglosado

6.1.1.1 Ingeniería y administración

6.1.1.1.1 Personal

Cant.	Posición	Horas-H	Valor H-H	Valor Total
			(USD)	(USD)
1	Estudiante	520	2,50	1.300,00
1	Director de Tesis	72	20,00	1.440,00
1	Codirector de Tesis	22	20,00	440,00
TOTAL 6.1.1.1.1				3.180,00

6.1.1.1.2 Misceláneos

Tipo	Valor
	(USD)
Materiales	
Útiles de Oficina	40,00
Transporte personal	160,00
Uso de vehículos	50,00
Repuestos y suministros	
Servicios básicos (electricidad, agua potable, teléfono, otros)	200,00
Viáticos y subsistencias	100,00
Otros gastos de funcionamiento	50,00
TOTAL 6.1.1.1.2	600,00

SUBTOTAL 6.1.1.1	3.780,00
-------------------------	-----------------

6.1.1.2 Costos directos

6.1.1.2.1 Honorarios profesionales

Cant.	Posición	Horas-H	Valor H-H	Valor Total
			(USD)	(USD)
1	Ayudante Profesional	15	4,00	60,00
	TOTAL 6.1.1.2.1			60,00

6.1.1.2.2 Remuneraciones a no profesionales

Cant.	Posición	Horas-H	Valor H-H	Valor Total
			(USD)	(USD)
1	Ayudante de Corte	20	2,00	40,00
	TOTAL 6.1.1.2.2			40,00

6.1.1.2.3 Adquisición de materiales y equipos

Rubro	Valor	Interés	Plazo	Total
	(USD)	(%)	(años)	(USD)
Aranceles Por Importación	2.191,42	0	0	2.191,42
Montaje y puesta a punto	3.400,00	0	0	3.400,00
Adecuaciones	650,00	0	0	650,00
Transportador de rodillos	1.679,50	0	0	1.679,50
Elevador de Carga	1.850,00	0	0	1.850,00
Máquina CHF 32	44.534,00	14,5	5	44.534,00
Arriendo Galpones/mes	1.300,00	3	5	82.822,50
Mantenimiento	1.500,00	3	5	7.963,70
Suministros Máquina	1.340,00	3	5	7.114,24
Gastos Financieros				23.622,64
	TOTAL 6.1.1.2.3			175.828,00

SUBTOTAL 6.1.1.2 175.928,00

6.1.1.3 Imprevistos

IMPREVISTOS (Máximo 10 % de la suma de 1. y 2.) 17.970,80

6.1.1.4 Total general

TOTAL GENERAL (USD)	197.678,80
------------------------------	-------------------

6.1.2 Financiamiento

Rubros	Presupuesto (USD)	Recursos Propios (USD)	%	Recursos Externos (USD)	%
Ingeniería Y Administración	3.780,00	600,00	15,87	3.180,00	84,13
Costos Directos	175.928,00	97.900,44	55,65	78.027,56	44,35
Imprevistos	17.970,80	17.970,80	100	0,00	0
Total General	197.678,80	116.471,24	58,92	81.207,56	41,08

6.1.3 Entidades de financiamiento

ENTIDAD O PERSONA	MONTO
Jairo I. Ron M.	1.300,00
Director y Codirector	1.880,00
Modulares Ivan Ron Cia. Ltda.	110.200,76
Banco Local	78.027,56

6.2 Tiempo de recuperación de la inversión

Para la presente propuesta el préstamo que se realizaría entra en el rubro de adquisición de maquinaria, por lo general este tipo de préstamos se conceden con plazo de 5 años por lo que las proyecciones se las realizará dentro de ese lapso de tiempo.

6.2.1 Ingresos

Para el tiempo de 5 años los ingresos vienen directamente relacionados con el incremento de la producción que generará la adquisición de la nueva máquina y los cambios dentro de la línea de producción. Anualmente según se aprecia en la tabla 5.10 la reducción de tiempo de proceso es de aproximadamente un 12.33%.

Si tomamos en cuenta una proyección basados en las ventas del año 2006 el valor de ventas fuera de impuestos fue de \$450.000. Al incrementar el porcentaje antes expuesto el beneficio neto estimado asciende a \$55.485.

Este valor por sí solo no nos dice nada así que se ensayó con 3 posibles panoramas de desarrollo de la empresa para tomar la decisión de los cambios propuestos:

Tabla 6.1

Modelo sin crecimiento anual en ventas	
Ingresos con cambio de sistema	
Periodo	Ingreso
(años)	(USD)
1	55.485,00
2	55.485,00
3	55.485,00
4	55.485,00
5	55.485,00
TOTAL	277.425,00

Tabla 6.2

Modelo con decrecimiento de 5% anual en ventas	
Ingresos con cambio de sistema	
Periodo	Ingreso
(años)	(USD)
1	55.485,00
2	52.710,75
3	50.075,21
4	47.571,45
5	45.192,88
TOTAL	251.035,29

Tabla 6.3

Modelo con crecimiento de 5% anual en ventas	
Ingresos con cambio de sistema	
Periodo	Ingreso
(años)	(USD)
1	55.485,00
2	58.259,25
3	61.172,21
4	64.230,82
5	67.442,36
TOTAL	306.589,65

Como podemos apreciar, incluso con el panorama más pesimista los ingresos durante los cinco años pueden permitir una recuperación de la inversión.

6.2.2 Egresos

El principal egreso es el generado por el préstamo para adquirir la máquina a 5 años como se explicó en el inicio de este capítulo. Los otros rubros serán de los trabajos a realizarse y los insumos que se necesitan.

Tabla 6.4
Egresos globales

Rubro	Valor	Interés	Plazo	Total
	(USD)	(%)	(años)	(USD)
Aranceles Por Importación	2.191,42	0	0	2.191,42
Montaje y puesta a punto	3.400,00	0	0	3.400,00
Adecuaciones	650,00	0	0	650,00
Transportador de rodillos	1.679,50	0	0	1.679,50
Elevador de Carga	1.850,00	0	0	1.850,00
Máquina CHF 32	44.534,00	14,5	5	44.534,00
Arriendo Galpones/mes	1.300,00	3	5	82.822,52
Mantenimiento	1.500,00	3	5	7.963,70
Suministros Máquina	1.340,00	3	5	7.114,24
Gastos Financieros				23.622,64
SUBTOTAL EGRESOS				175.828,02

6.2.3 Análisis de beneficio/costo

Las relaciones que se pueden observar en los rubros de ingresos y egresos no son indicadores del todo determinantes para tomar la decisión de la inversión, a continuación se analizarán los índices del VAN (Valor actual neto) y la TIR (Tasa interna de retorno) para asegurarnos de que la inversión es una buena decisión:

En primer lugar para calcular el valor actual neto y la tasa interna de retorno del proyecto se puede tomar en cuenta las posibilidades reales que ofrece el mercado de la banca local. Si el capital a ser invertido se pusiera en pólizas de inversión el interés anual sería del 6.5%²⁷ aproximadamente. Claro que hay otros tipos de inversiones pero el riesgo también es alto. Por esto el porcentaje de interés que vamos a utilizar será de un 13%. Con ayuda de la hoja de cálculo podemos obtener las funciones de VAN (llamada VNA en el programa) y TIR simplemente con el flujo de ingresos y egresos. Los resultados comparativos con un panorama pesimista y optimista se presentan a continuación:

²⁷ Fuente: Produbanco

Tabla 6.5
Van y Tir con panorama pesimista

Panorama Pesimista				
	Desembolsos	Ingresos	Flujo Efec	
	(USD)	(USD)	(USD)	% TIR
Van año 0	54.304,92		-54.304,92	19,33%
Van año 1	35.221,01	55.485,00	20.263,99	
Van año 2	34.466,57	52.710,75	18.244,18	VAN
Van año 3	32.891,73	50.075,21	17.183,48	8180,01
Van año 4	31.316,89	47.571,45	16.254,56	
Van año 5	29.742,05	45.192,88	15.450,83	

Tabla 6.6
Van y Tir con panorama optimista

Panorama Optimista				
	Desembolsos	Ingresos	Flujo Efec	
	(USD)	(USD)	(USD)	% TIR
Van año 0	54.304,92		-54.304,92	37,21%
Van año 1	35.721,01	55.485,00	19.763,99	
Van año 2	34.981,57	58.259,25	23.277,68	VAN
Van año 3	33.406,73	61.172,21	27.765,48	40711,61
Van año 4	31.831,89	64.230,82	32.398,93	
Van año 5	30.257,05	67.442,36	37.185,32	

Por lo visto anteriormente a un plazo de 5 años la tasa interna de retorno es bastante alta lo cual indica que dentro de los parámetros establecidos inicialmente y la estabilidad del mercado puede esta ser una buena inversión incluso si el panorama de desarrollo de la empresa es pesimista.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Ω El análisis de la línea de producción demostró que el espacio ineficientemente ordenado, las posiciones de las máquinas, las bodegas intermedias, el subempleo de personal en algunas áreas hace necesario un replanteamiento de la línea de producción.

Ω Mediante la descripción detallada de la línea de producción fue posible evidenciar los procesos que retrasan su principal capacidad teórica, asimismo los puntos que se deben reformar en función de un mejor equilibrio de línea.

Ω Si se procede con los cambios de la línea de producción en posiciones de maquinaria, posiciones de bodegas intermedias, optimización de personal en puntos determinados, el costo de la inversión será un poco fuerte pero en el panorama más pesimista la tasa interna de retorno será de 19.33% que es mucho mejor que un negocio promedio

Ω Al realizar los cambios propuestos el ambiente laboral de la fábrica MIRE mejorará debido a la menor fatiga, disminución de movimientos forzados, mayor amplitud de zonas de trabajo, menor contaminación e identidad de pertenencia a una empresa de tecnología avanzada.

Ω El incluir un sistema de corte como el propuesto teóricamente puede dar un beneficio alto pero las políticas de ventas influirán directamente en los resultados.

Ω El mercado de muebles modulares en el país es muy variable por lo que todos los datos serán sujetos a cambios relacionados con el mercado de la construcción.

7.2 Recomendaciones

Ω Los sistemas de control y evaluación que se implementaron con motivo de este proyecto se deberían mantener e incluso mejorar con ayuda de los propios trabajadores de la empresa MIRE.

Ω Entre las opciones que incluye el nuevo sistema de corte esta la lectura de las etiquetas mediante sistema de código de barras, se puede proponer un nuevo estudio de factibilidad para implementar dichos lectores en la zona de despachos.

Ω La creación de un área especializada en marketing o la contratación de una empresa que se encargue de dicha área puede mejorar la introducción de los productos de MIRE versus la carpintería tradicional.

BIBLIOGRAFIA

- Niebel, B.y Freivalds A., INGENIERIA INDUSTRIAL Métodos Estándares y Diseño del Trabajo, 10ª Ed, México, Alfaomega, 2001, pp 27-37, 98-106, 316-351, 512-523.
- Narasimhan, S y McLeavey D, Planeación de la producción, 2ª Ed, Mexico, Prentice Hall, 1996, pp 25-50, 303, 352.
- Redacción Negocios, “No hay viviendas para tanta gente”, Diario El Comercio, 30/03/2008.
- www.monografias.com/trabajos16/configuraciones-productivas/ Configuraciones Productivas
- www.monografias.com/trabajos13/placo/ ,Planeación y Control de la Producción
- www.monografias.com/trabajos47/distribucion-planta , Distribución en planta
- www.monografias.com/trabajos55/aplicar-tecnica-foda , Técnica (FODA)
- www.monografias.com/trabajos12/ingdemet , Ingeniería de Métodos de Trabajo
- www.monografias.com/trabajos59/la-meta , La meta (Síntesis)
- www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/pycdelapro.htm ,
PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN - BALANCEO DE LINEAS

ANEXOS

ANEXO A

**MUESTRA DE HOJAS PARA ADQUISICION DE
DATOS DE TIEMPOS PRODUCTIVOS DE
MAQUINAS**

Muestreo de Trabajo
Planta MIRE

OBS: 1
Fecha: 22-23 de Mayo de 2007

Sierras			Cortar			Mover MP			Acomodar			Ajustar			Personal			Leer Ins			Consulta			Reparar			Ver Med			S/Operar			Buscar		
OB	Dia	Hora	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V			
1	M	8:39:11			✓	✓								✓																					
2	M	9:03:32			✓					✓																									
3	M	9:56:08	✓	✓										✓																					
4	M	10:27:10	✓	✓				✓																											
5	M	10:36:37	✓		✓		✓																												
6	M	11:26:08							✓																									✓	
7	M	11:31:36																		✓										✓	✓				
8	M	13:04:34	✓							✓				✓																					
9	M	14:04:41									✓																✓				✓				
10	M	14:40:53		✓	✓				✓																										
11	M	14:54:53	✓																	✓								✓							
12	M	15:04:34						✓							✓			✓																	
13	M	15:18:06			✓															✓														✓	
14	M	15:33:41		✓					✓		✓																								
15	M	15:52:49	✓														✓																		
16	Mi	7:47:06																												✓	✓	✓			
17	Mi	8:08:37	✓																		✓													✓	
18	Mi	9:19:32											✓															✓							✓
19	Mi	9:39:43	✓	✓																															✓
20	Mi	10:06:48	✓																										✓						✓
21	Mi	10:28:09	✓											✓																					✓
22	Mi	11:01:36	✓																																✓
23	Mi	11:31:05	✓											✓																					✓
24	Mi	11:39:50		✓			✓																												✓
25	Mi	11:53:01	✓							✓																									✓
26	Mi	13:14:38							✓																										✓
27	Mi	13:23:31	✓							✓																									✓
28	Mi	14:02:30								✓																		✓							✓
29	Mi	14:29:20	✓	✓																															✓
30	Mi	14:38:52		✓																✓															✓
31	Mi	14:50:34		✓										✓																					✓
32	Mi	15:19:52	✓																																✓
33	Mi	15:56:46					✓																												✓
34	Mi	16:07:10												✓																					✓



el jefe de planta reubicó al operario en otra área para balancear las necesidades generales

Muestreo de Trabajo
Planta MIRE

OBS: 1
Fecha:22-23 de Mayo de 2007

Enchapadora			Calibrar	P/Canto	Coger MP	Enchapar	Leer Ins	Personal	Consultar	Reparar	Verif. Medi	Inactivo	S/Operari
OB	Dia	Hora											
1	M	8:39:11		✓									
2	M	9:03:32				✓							
3	M	9:56:08											✓
4	M	10:27:10									✓		
5	M	10:36:37				✓							
6	M	11:26:08				✓							
7	M	11:31:36		✓									
8	M	13:04:34				✓							
9	M	14:04:41			✓								
10	M	14:40:53											✓
11	M	14:54:53				✓							
12	M	15:04:34	✓										
13	M	15:18:06	✓										
14	M	15:33:41		✓									
15	M	15:52:49		✓									
16	Mi	7:47:06						✓					
17	Mi	8:08:37									✓		
18	Mi	9:19:32	✓										
19	Mi	9:39:43			✓								
20	Mi	10:06:48								✓			
21	Mi	10:28:09					✓						
22	Mi	11:01:36				✓							
23	Mi	11:31:05				✓							
24	Mi	11:39:50			✓								
25	Mi	11:53:01			✓								
26	Mi	13:14:38				✓							
27	Mi	13:23:31									✓		
28	Mi	14:02:30				✓							
29	Mi	14:29:20	✓										
30	Mi	14:38:52				✓							
31	Mi	14:50:34				✓							
32	Mi	15:19:52											✓
33	Mi	15:56:46	✓										
34	Mi	16:07:10				✓							

Muestreo de Trabajo
Planta MIRE

OBS: 1
Fecha:22-23 de Mayo de 2007

Perforadora

OB	Dia	Hora	Calibrar	C/herram	Coger MP	Perforar	Leer Ins	Personal	Consultar	Reparar	Verif. Med	Inactivo	S/Operari
1	M	8:39:11									✓		
2	M	9:03:32			✓								
3	M	9:56:08	✓										
4	M	10:27:10	✓										
5	M	10:36:37	✓										
6	M	11:26:08					✓						
7	M	11:31:36				✓							
8	M	13:04:34							✓				
9	M	14:04:41				✓							
10	M	14:40:53				✓							
11	M	14:54:53					✓						
12	M	15:04:34		✓									
13	M	15:18:06		✓									
14	M	15:33:41		✓									
15	M	15:52:49				✓							
16	Mi	7:47:06					✓						
17	Mi	8:08:37	✓										
18	Mi	9:19:32											✓
19	Mi	9:39:43	✓										
20	Mi	10:06:48				✓							
21	Mi	10:28:09				✓							
22	Mi	11:01:36	✓										
23	Mi	11:31:05			✓								
24	Mi	11:39:50											✓
25	Mi	11:53:01	✓										
26	Mi	13:14:38				✓							
27	Mi	13:23:31				✓							
28	Mi	14:02:30			✓								
29	Mi	14:29:20				✓							
30	Mi	14:38:52				✓							
31	Mi	14:50:34			✓								
32	Mi	15:19:52		✓									
33	Mi	15:56:46			✓								
34	Mi	16:07:10				✓							

