

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA
PARA EL APOYO A LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.”**

JULIO CÉSAR CAMACHO PINTO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2011**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA
PARA EL APOYO A LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.”**

JULIO CÉSAR CAMACHO PINTO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero
industrial**

**Director:
JAVIER EDUARDO ARIAS OSORIO
Ingeniero de sistemas UIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2011**

DEDICATORIA

A mis padres que siempre estuvieron para darme su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles, por darme una excelente formación y hacer de mí una persona con grandes valores y virtudes, a Eliana mi mejor amiga y compañera por estar siempre a mi lado ayudándome y respaldándome incondicionalmente para siempre estar enfocado a lograr mis metas y sueños y a Dios por permitirme terminar esta etapa de mi vida con grandes logros y experiencias de gran crecimiento como persona y como profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA por creer en mis ideas, a mi director de proyecto Javier Eduardo Arias por su paciencia, dedicación y sus excelentes orientaciones durante todo el proceso formativo dentro de la UIS.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1 GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	16
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo General.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	17
1.4 METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL PROYECTO	18
2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	20
2.1 RESEÑA HISTÓRICA	20
2.2 TAMAÑO DE LA EMPRESA.....	21
2.2.1 Activos y ventas.....	21
2.2.2 Número de trabajadores	22
2.3 MISIÓN.....	22
2.4 VISIÓN	23
2.5 POLÍTICA INTEGRAL DE GESTIÓN.....	24
2.6 OBJETIVOS DE GESTIÓN.....	24
2.7 CLIENTES.....	25
2.8 PRODUCTOS.....	26
2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS AREAS FUNCIONALES DE LA EMPRESA.....	27
2.10 MAPA DE PROCESOS	30
2.11 TECNOLOGÍA.....	31

3	MARCO TEORICO	32
3.1	PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	32
3.2	PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.	33
3.3	CONTROL DE PRODUCCIÓN.....	35
3.3.1	Funciones del control de producción.	35
3.4	INDICADORES DE GESTIÓN.....	36
3.5	HERRAMIENTAS INFORMATICAS.	38
3.6	SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES (DSS).....	40
4	DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA EMPRESA	42
4.1	DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN.....	42
4.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	44
4.2.1	Sección metalistería	49
4.2.2	Sección mecanizado.....	54
4.3	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	61
4.4	REGISTRO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN	62
4.5	CAPACIDAD DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	63
5	ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....	64
5.1	CAPACIDAD DISPONIBLE	64
5.2	CAPACIDAD INSTALADA.....	66
5.3	CAPACIDAD DEMOSTRADA.....	67
6	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA EN LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	69
7	INDICADORES DE GESTIÓN PARA EVALUAR LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	73
7.1	INDICADORES DE CAPACIDAD	73
7.2	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO.....	75

8	DISEÑO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA (H.I.).....	77
8.1	MENÚ DE INICIO	81
8.2	PORTAFOLIO DE PRODUCTOS.....	82
8.3	REALIZAR PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	83
8.4	DIAGRAMA DE GANTT	84
8.5	DIAGRAMA CALENDARIO	84
8.6	DISEÑO DEL COMPONENTE PROGRAMADOR DE LA PRODUCCIÓN.....	85
8.7	COMPONENTE DE CAPACIDAD	86
8.8	COMPONENTE DE REGISTRO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN.....	88
9	IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA	91
10	CONCLUSIONES	93
11	RECOMENDACIONES	95
12	BIBLIOGRAFÍA.....	96
	ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de empleados área de producción.....	22
Tabla 2. Portafolio de productos Penagos Hermanos y Cia Ltda.	27
Tabla 3. . Relación operarios de producción.	43
Tabla 4. Maquinaria de la sección de Metalistería.	51
Tabla 5. Maquinaria utilizada en la sección de Mecanizado.....	56
Tabla 6. Jornada laboral Penagos Hermanos y Cia Ltda.	65
Tabla 7. Capacidad instalada de la planta de producción.	67
Tabla 8. Información necesaria para el funcionamiento de la herramienta.....	79

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Penagos Hermanos en el mundo.....	26
Ilustración 2. Mapa de procesos Penagos Hermanos y Cia Ltda.	31
Ilustración 3. Organigrama Departamento de producción.	43
Ilustración 4. Diagrama de flujo del producto por secciones.	44
Ilustración 5. Ficha técnica indicador “Capacidad Efectiva”.	74
Ilustración 6. Ficha técnica indicador “porcentaje de eficiencia”.	74
Ilustración 7. Ficha técnica indicador “índice de cumplimiento”.....	75
Ilustración 8. Diseño lógico de la H.I.	80
Ilustración 9. Menú inicial de la H.I.	81
Ilustración 10. Captura de la H.I. Base de datos del portafolio de productos de Penagos Hermanos y Cia Ltda.	82
Ilustración 11. Captura de la H.I. Módulo de ingreso de pedidos.	83
Ilustración 12. Captura de la H.I. diagrama de Gantt	84
Ilustración 13. Captura de la H.I. diagrama calendario de la sección de metalistería.	85
Ilustración 14. Captura de la H.I. diagrama capacidad para mecanizado.	87
Ilustración 15. Captura de la H.I. Capacidad de planta utilizada mes a mes 2010.	88
Ilustración 16. Captura de la H.I. Informe de producción de picapastos 1994-2010.....	89
Ilustración 17. Captura de la H.I. diagrama de producción de picapastos 2008-2010	89

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. PRODUCTOS ELABORADOS POR PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.

ANEXO 2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.

ANEXO 3. BASE DE DATOS DE TIEMPOS DE PROCESO DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS POR PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.

ANEXO 4. LISTA DE CHEQUEO DEL CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS DEL USUARIO.

RESUMEN

TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL APOYO A LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.*

AUTOR: CAMACHO PINTO, Julio César**.

PALABRAS CLAVES: Herramienta informática, planeación, programación, producción.

DESCRIPCIÓN:

Este proyecto tiene como finalidad el diseño e implementación de una herramienta informática para el apoyo a la planeación y programación de la producción de la empresa PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.

La programación de la herramienta informática fue realizada en Microsoft Excel utilizando los módulos de programación de Visual Basic, con el objetivo que el resultado final fuera accesible para el usuario final desde un equipo de cómputo convencional.

La herramienta informática está diseñada para generar un programa de producción e indicar que eficiencia tendría la planta de producción de la empresa al llevarse a cabo dicho programa; además permite su verificación indicando en donde se están generando los posibles problemas. Como la herramienta basa sus cálculos en información de los productos a fabricar y los recursos de la planta a utilizar, el usuario puede evaluar diferentes escenarios de producción analizando los indicadores mencionados anteriormente.

Este proyecto se realizará para las líneas de productos de maquinaria agrícola y de café que junto a la línea de gas conforman la totalidad del portafolio de la empresa. Se escogieron estas líneas de productos debido a que utilizan procesos productivos similares, aunque dichos procesos representan una alta complejidad en cuanto a los elementos contemplados en su planeación.

* Proyecto de grado

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas; Director Ing. Javier Eduardo Arias Osorio

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A COMPUTER TOOL FOR THE SUPPORT OF PLANNING AND PROGRAMMING FOR THE PRODUCTION OF THE COMPANY PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.*

AUTHOR: CAMACHO PINTO, Julio César.**

KEYWORDS: Computer tool, planning, programming, production.

DESCRIPTION:

This project aims to design and implement a software tool to support planning and scheduling production company PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.

The programming of the computer tool was performed in Microsoft Excel using the building blocks of Visual Basic programming, in order that the end result would be accessible to the final user from a conventional computer equipment.

The computer tool is designed to generate a production schedule and indicate that efficient plant production would be carried out that program, also allows verification indicating where they are creating potential problems. As the tool bases its calculations on information products manufacturing and plant resources used, the user can evaluate different production scenarios analyzing the indicators mentioned above.

This project will be made for product lines agricultural machinery and coffee next to the gas line up the entire portfolio of the company. We chose these product lines because they use similar production processes, although these represent a highly complex process with regard to the matters referred to in its planning.

* Proyecto de grado

** Universidad Industrial de Santander, Faculty of Engineering Physical-Mechanical; Director Ing. Javier Eduardo Arias Osorio

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual la competencia como característica natural de los mercados constituye cada día un mayor reto para las empresas a medida que la globalización se convierte en una realidad más cercana. Por esta razón las empresas se deben comprometer con un mejoramiento continuo que les permita garantizar su competitividad en mercados más exigentes y en constante cambio.

Penagos Hermanos y Cia Ltda. ha logrado exitosamente incursionar en el mercado mundial exportando cerca del 50% de sus productos. El compromiso de la compañía con relación al mejoramiento continuo identifica la necesidad de realizar mejoras en la planeación y programación, de la producción. Con esto aumenta su eficiencia y eficacia además mejora su productividad y competitividad cumpliendo con las necesidades de sus clientes.

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Diseñar e implementar una herramienta informática de apoyo a la planeación y programación de la producción de la empresa Penagos Hermanos y Cia Ltda.

1.1.2 Objetivos Específicos

Realizar un diagnóstico sobre el proceso productivo de la empresa Penagos Hermanos y Cia Ltda.

Revisar y evaluar la información actual sobre capacidad de planta y producción histórica de la empresa.

Realizar el análisis de capacidad de la planta de producción de la empresa para obtener su nivel de utilización.

Diseñar e implementar propuestas de mejora en la planeación y programación de la producción.

Crear un sistema de indicadores de gestión para evaluar la planeación y programación de la producción.

Diseñar e implantar una herramienta informática que permita apoyar la planeación y programación de la producción de la empresa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente las empresas en su búsqueda de ser más competentes en un mercado cada día más global se enfrentan a retos mayores y más exigentes. PENAGOS HERMANOS y CIA Ltda. Consciente de estas exigencias de calidad y oportunidad y en su búsqueda de mejora continua, ha venido desarrollando diversos proyectos en los cuales se observa un interés en el aumento de su productividad. Siendo consecuentes con dicho interés y reconociendo que existen oportunidades de mejorar el proceso de planeación y programación de la producción en la empresa; ya que actualmente no solo es determinado de manera subjetiva bajo el criterio del jefe de producción, sino que su eficiencia es evaluada con el apoyo de una herramienta informática basada en una capacidad de planta que no corresponde a la que se trabaja actualmente por lo que la información obtenida no es veraz. A raíz de esta problemática se plantea este proyecto con el fin de mejorar y/o documentar el proceso de planeación y programación de la producción desarrollándolo en base a información cuantitativa y buscando la optimización de los recursos y evaluándolo de igual forma con información propia del proceso productivo actual.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

Este proyecto se realizará para las líneas de productos de maquinaria agrícola y de café que junto a la línea de gas conforman la totalidad del portafolio de la

empresa. Se escogieron estas líneas de productos debido a que utilizan procesos productivos similares, aunque dichos procesos representan una alta complejidad en cuanto a los elementos contemplados en su planeación.

1.4 METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL PROYECTO

Diagnóstico de la empresa: Se identificará cada una de las etapas del proceso productivo que realiza la empresa Penagos Hermanos y Cia Ltda con el objeto de obtener una visión completa del estado actual de su funcionamiento.

Análisis del proceso productivo: Para desarrollar adecuadamente este proyecto se hace necesario investigar, recopilar y analizar información cuantitativa que permita desarrollar mejoras al proceso productivo acordes con las necesidades de la empresa.

Análisis de capacidad: Se realizará un análisis detallado de la capacidad instalada de la planta de producción para junto con el análisis del proceso productivo determinar el nivel de utilización de la misma.

Análisis de la planeación y programación de la producción: Se analizará el proceso de planeación y programación de la producción, y se realizará un diagnóstico junto con las propuestas de mejoras que se encuentren.

Diseño e implementación de propuestas de mejora en la planeación y programación de la producción: Una vez terminadas las etapas de análisis y obtenidas sus conclusiones se identificarán e implantarán las

propuestas de mejoras pertinentes para el proceso de planeación y programación de la producción.

Creación de un sistema de indicadores de gestión para evaluar la planeación y programación de la producción: Se determinará un sistema de indicadores con el fin de evaluar la planeación y programación de la producción en la empresa.

Diseño de la herramienta informática: Luego de concluir las fases de análisis y planteamiento de mejoras e indicadores se realizará el diseño de la herramienta informática de forma que esta no sea solo eficaz para la planeación de la producción sino que sea de fácil manejo.

Evaluación y control: Ya terminado el diseño de la herramienta en su totalidad se procederá a una evaluación final de esta para verificar su adecuado funcionamiento y cumplimiento con los objetivos propuestos, incluyendo la medición de las mejoras a través de los indicadores de gestión propuestos.

Implementación: En esta etapa se realizará la capacitación respectiva a la(s) persona(s) responsable(s) de planear y programar la producción de la empresa para asegurar que la herramienta cumpla su función de apoyo a estas funciones.

2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

La tradición industrial de PENAGOS HERMANOS se remonta a finales del Siglo XIX, con la conformación de una Sociedad para el estudio, la promoción y ejecución de Proyectos Industriales.

Hacia los años cuarenta, se hacen las primeras exportaciones de maquinaria agrícola hacia América Latina, estableciendo de esta manera el inicio de la que hoy es reconocida como una de las más extensas y eficientes líneas de comercialización y distribución de productos industriales a nivel internacional.

Desde entonces PENAGOS HERMANOS se ha caracterizado por proveer soluciones integrales para el sector industrial y en especial para la agroindustria, iniciando con la fabricación de trapiches, motores hidráulicos Pelton, tornos, taladros entre otros.

Los años ochenta marcaron una época brillante para PENAGOS HERMANOS, pues se incorporan tecnologías de Italia y Brasil para modernizar la línea de maquinaria agrícola, y se incursiona en la fabricación de equipos para el procesamiento del café, revolucionando por completo los sistemas tradicionales de beneficio húmedo del café, recibiendo por ello el reconocimiento de importantes entidades nacionales e internacionales. Hoy en día estas máquinas son utilizadas con éxito en la gran mayoría de los países productores de Centroamérica, Grupo

Andino y También en algunos países lejanos y exóticos de África, Asia y la Polinesia.

En la década de los 90 PENAGOS HERMANOS empezó a fabricar los accesorios para la instalación de gas y su comercialización, especialmente con las gaseras más importantes del país.

Hoy PENAGOS HERMANOS orgullosamente es una empresa reconocida a nivel mundial, y durante su trayectoria ha sido galardonada con: El Premio Nacional de Exportaciones en 1994, Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial en 1995 y premio de Ecología Planeta Azul en 1996-1997.

En Agosto de 2007 recibe la certificación ISO 9001 para el diseño, producción y comercialización de equipos agropecuarios, agroindustriales. Producción y comercialización de accesorios para la instalación de gas domiciliarios. Y en Septiembre del 2008 World BASC¹ Organization, INC. otorga la certificación N° COLBAG00010-3. En el año 2010 la compañía vuelve a ser reconocida por su competitividad a nivel mundial con el premio nacional de exportadores que otorga proexport.

2.2 TAMAÑO DE LA EMPRESA

2.2.1 Activos y ventas

¹ BASC -Business Alliance for Secure Commerce-, es una alianza empresarial internacional que promueve un comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales.

En el año 2009 La empresa contaba con activos por un valor en pesos de \$6.266.573.000 y sus ventas ascendieron a \$8.475.969.000 pesos en el mismo periodo.

2.2.2 Número de trabajadores

La empresa actualmente cuenta con 35 cargos y 110 empleados de los cuales 25 pertenecen al área administrativa y 85 a producción. Los empleados del área productiva se vinculan o directamente por la empresa o mediante diferentes cooperativas como se relaciona en el siguiente cuadro.

Tabla 1. Número de empleados área de producción.

DEPENDENCIA	PENAGOS	AP.SENA	ENLACE	TRAZAR	UNIR	TOTALES
MECANIZADO	10		0	5	1	16
METALISTERÍA	7		0	7	8	22
CNC	5		0	0	0	5
ENSAMBLE	4		0	9	0	13
ACCESORIOS GAS	2		0	4	0	6
REPUESTOS	2		0	0	0	2
PINTURA	0		0	2	0	2
MANTENIMIENTO	1	4	0	0	0	5
ASEO Y CAFETERÍA	1		0	0	0	1
BODEGA	1		0	0	3	4
INVES. DESARRL	1		0	0	0	1
MOLDES Y MODELOS	1		0	1	0	2
OBRAS CIVILES	1		0	0	0	1
FERRETERIA	0		0	0	0	0
ALMACEN MAT. PRIMA	3		0	0	0	3
ALMACEN HMTAS.	1		0	0	0	1
ALM. FUNDICION	0		0	0	0	0
TALLER	1		0	0	0	1
TOTAL						85

Fuente: Información suministrada por la oficina de talento humano Penagos Hermanos y Cia LTDA.

2.3 MISIÓN

“Somos una empresa de la industria metalmecánica comprometida con el desarrollo y suministro de SOLUCIONES TECNOLÓGICAS para el sector agrícola y para la industria del gas.

Nuestro propósito es conocer las necesidades de los CLIENTES y fortalecer la relación con nuestros DISTRIBUIDORES, para que podamos proponer soluciones conjuntas que satisfagan sus expectativas y nos permitan consolidar una RELACIÓN RENTABLE Y DURADERA.

Estamos consolidando una organización que se ocupe del mejoramiento de las condiciones de vida de sus TRABAJADORES, de la retribución justa a sus ACCIONISTAS y, del cumplimiento de sus compromisos con LA COMUNIDAD Y EL ESTADO.”²

2.4 VISIÓN³

“En el año 2010 PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA será una empresa altamente competitiva reconocida a nivel nacional e internacional por ofrecer SOLUCIONES INTEGRALES para la Agroindustria y por la calidad de su SERVICIO, apoyada en un continuo deseo de INNOVACIÓN Y DESARROLLO que le permitirá incursionar con nuevos productos a nuevos mercados.”⁴

² Manual Integrado de Gestión de la Calidad. PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda.

³ Esta visión actualmente se encuentra en proceso de reevaluación debido a su fecha objetivo.

⁴ Manual Integrado de Gestión de la Calidad. PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda.

2.5 POLÍTICA INTEGRAL DE GESTIÓN⁵

Satisfacemos a nuestros clientes generando soluciones con productos de óptima calidad y servicios postventa que atiendan sus necesidades.

Nuestro sistema integral de gestión tiene como base fundamental en los procesos la generación de nuevas oportunidades de negocio, el uso adecuado de los recursos, el desarrollo permanente de las personas que conforman el equipo de trabajo, el mejoramiento continuo y el cumplimiento de requisitos y disposiciones legales vigentes.

Orientamos nuestras operaciones hacia la seguridad, garantizando la integridad de los productos en toda la cadena logística.

2.6 OBJETIVOS DE GESTIÓN⁶

Satisfacción a nuestros clientes: Satisfacer las necesidades de nuestros clientes por medio de la evaluación, seguimiento y la atención oportuna de sus necesidades como una estrategia clave de gestión.

Estándares óptimos de calidad: Manufacturar o comercializar productos que correspondan a los requisitos de nuestros clientes, los establecidos por la Organización con características de seguridad adecuadas en su funcionamiento.

⁵ Ibíd

⁶ Ibíd

Orientación al mejoramiento continuo: Desarrollar y aplicar la mejora continua en los procesos con la identificación de oportunidades de mejora, la aplicación de acciones preventivas, correctivas necesarias para lograr y superar los resultados deseados.

Uso adecuado de los recursos: Realizar en los procesos planeación y uso racional de los recursos económicos, materiales, o de infraestructura necesarios para su buen desempeño.

Generación de nuevas oportunidades de negocio: Identificar y desarrollar nuevas oportunidades de crecimiento como estrategia de permanencia, y debe ser entendida como el desarrollo o comercialización de productos que satisfagan las necesidades y tendencias del mercado.

Desarrollo permanente del equipo de trabajo: Orientar el desarrollo de las competencias necesarias del personal que participa en las operaciones buscando el crecimiento personal y el logro de los objetivos.

Compromiso hacia la seguridad en toda la cadena logística: Cumplir los requisitos de ley y los implementados por la organización hacia la seguridad, tendiendo permanentemente a salvaguardar la integridad del producto mediante el compromiso de accionistas, empleados y demás miembros de la cadena logística.

2.7 CLIENTES

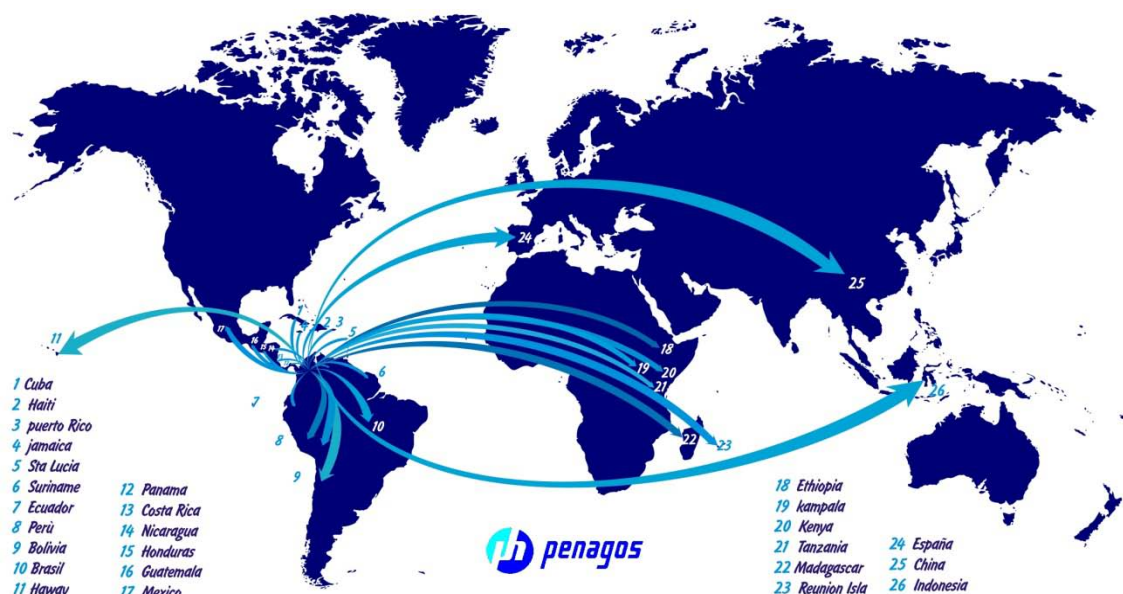
Los clientes de Penagos Hermanos & Cia Ltda son personas naturales o jurídicas dedicadas al sector agroindustrial.

Algunos de ellos son:

- Finca Buenavista, inversiones el Olivo (El salvador)
- Finca Santa Rita, Coopeagri, CICAPE (Costa Rica)

- Simao (China)
- Thika (Kenia)
- Finca el Salado, Finca Nogales (Colombia)

Ilustración 1. Penagos Hermanos en el mundo.



Fuente: Documentación varia Penagos Hermanos & Cia Ltda.

2.8 PRODUCTOS

Acorde con su compromiso con el desarrollo y suministro de SOLUCIONES TECNOLÓGICAS para el sector agrícola y para la industria del gas Penagos Hermanos y Cia Ltda ofrece un portafolio de productos variado y acorde con las necesidades de estos mercados. Los productos fabricados en el presente por la empresa están en la tabla 2. La descripción detallada de cada uno de estos productos se encuentra en el anexo 1.

Tabla 2. Portafolio de productos Penagos Hermanos y Cia Ltda.

LINEA	FAMILIA	REFERENCIAS		
MAQUINARIA AGRICOLA	TRITURADORES DE DESECHOS VEGETALES	TDV24	TDV 24AR	TDV 24BT
		TRP11	TP 32	
	PICAPASTOS	P7M	P7R	PP600
		PP9MV	PP9MR	PP10
	MOLINOS	MDP60	TP32	
	DESGRANADORES	DM10	DM2	DM20
		DM20T	DC4000	
	PICADORA ENSILADORA	PE1200	PE1200T	PE900
		PE800	PK300	PK100
	TRAPICHES	TH6	TH8	TH10
		TH12	TH16	TV122
EQUIPOS PARA CAFÉ	UNIDAD DE COMPACTA DE BENEFICIO ECOLOGICO	UCBE 1500	ECOLINE 400	DELVA 40S
		UCBE 2500	ECOLINE 400Z	DELVA 50S
		UCBE 5000	ECOLINE400ZS	DELVA 5000
		UCBE 7500	ECOLINE 800	DELVA 7500
		UCBE 10000	ECOLINE 800Z	DELVA 10000
		UCBE 20000	ECOLINE800ZS	DX-4I
	ROBUSTA	ROBUSTA WR1	ROBUSTA WR2	ROBUSTA WR3
	DESPULAPADORAS HORIZONTALES	DH-2	DH-4	DH-6
ACCESORIOS GAS	CONECTOR CURVO	CU 1/2"	CU 3/8"	
	CONECTOR MEDIDOR	CM 1/2"	CMB 1/2"	CMP 1/2"
		CM 1/2" CC		
	ELEVADOR	EMD 1/2" IPS/M	EMD 1/2" CTS	EMD 3/4" IPS/M
		EM 1/2"		
	UNION UNIVERSAL	U 3/4"	U 1/2"	U 3/8"
		U 1/2" MH		

Fuente: Autor.

2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS AREAS FUNCIONALES DE LA EMPRESA

Dirección: El objetivo principal es planificar, administrar y controlar estrategias que permitan un crecimiento sostenible de la organización. Tiene como funciones: liderar la planificación de los presupuesto de la organización, planificar con los directores correspondientes el plan de ventas nacional e internacional, definir la política y objetivos integrales de gestión, participar en la creación de Indicadores de gestión de los procesos, planificación del sistema integral de gestión y los objetivos propios de los procesos, dar directrices en la planificación de negociaciones con los clientes, orientar la generación de nuevas oportunidades de negocio, asignar y definir las responsabilidades en materia de seguridad, promover el cumplimiento de los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios., asignar recursos para el mantenimiento del sistema y el normal funcionamiento de la organización y verificar cada uno de los puntos anteriores. Está conformado por el presidente, el gerente y un asesor Financiero.

Cuerpo de la organización, está compuesto por:

Comercio internacional: Realizar actividades comerciales de promoción, venta, identificación de oportunidades de negocios y nuevos productos orientados a la generación de utilidades a la empresa y a la permanencia en el mercado, teniendo en cuenta el servicio al cliente como parte fundamental del proceso. Gestionar las actividades de recepción, almacenamiento, empaque, despacho, documentación, trámites de legalización e intermediación aduanera de los pedidos de exportación y/o importación y propender por la seguridad de los productos desde la entrega en fábrica hasta su destino final.

Comercio nacional: Realizar actividades comerciales de promoción, venta, identificación de oportunidades de negocios y nuevos productos a nivel nacional,

orientado a la generación de utilidades a la empresa y a la permanencia en el mercado, teniendo en cuenta el servicio al cliente como parte fundamental del proceso. Gestionar las actividades de recepción, almacenamiento, empaque y despacho del producto terminado en las cantidades requeridas por el cliente a nivel nacional

Contabilidad y Tesorería: Administrar el uso de los recursos para el buen desempeño de la organización. Planificación y ejecución del presupuesto de la empresa. Planificación y ejecución de la actividad tributaria. Planificación y ejecución de la gestión de pagos a proveedores y/o partes interesadas. Planificación y recaudo del manejo de cartera

Producción: Generar los planes de producción y fabricar los productos de acuerdo con la planeación establecida, cumpliendo con las expectativas del cliente en cuanto a especificaciones de calidad y plazos de entrega; y como segundo objetivo de esta área, debe programar, efectuar y verificar actividades de mantenimiento a las maquinas, equipos de producción y reparaciones locativas, así como atender las solicitudes por mantenimientos correctivos que aseguren un correcto funcionamiento de dicha maquinarias y equipos.

Suministros: Gestionar las compras de materias primas, insumos y/o servicios, administrar y controlar los materiales necesarios para la fabricación del producto, garantizando las condiciones más favorables para la organización (calidad, precio y entregas).

Ingeniería y Desarrollo: Tiene principalmente dos objetivos, el primero es identificar, planificar y desarrollar nuevas oportunidades de manufactura

comercialización, así como la ejecución del diseño y desarrollo de nuevos productos o mejoras a los existentes, que satisfagan las necesidades del cliente y las tendencias del mercado; y el segundo objetivo consiste en realizar, controlar y adecuar la información técnica y constitutiva de los productos, de acuerdo a las especificaciones del cliente, requisitos de ley y de la organización.

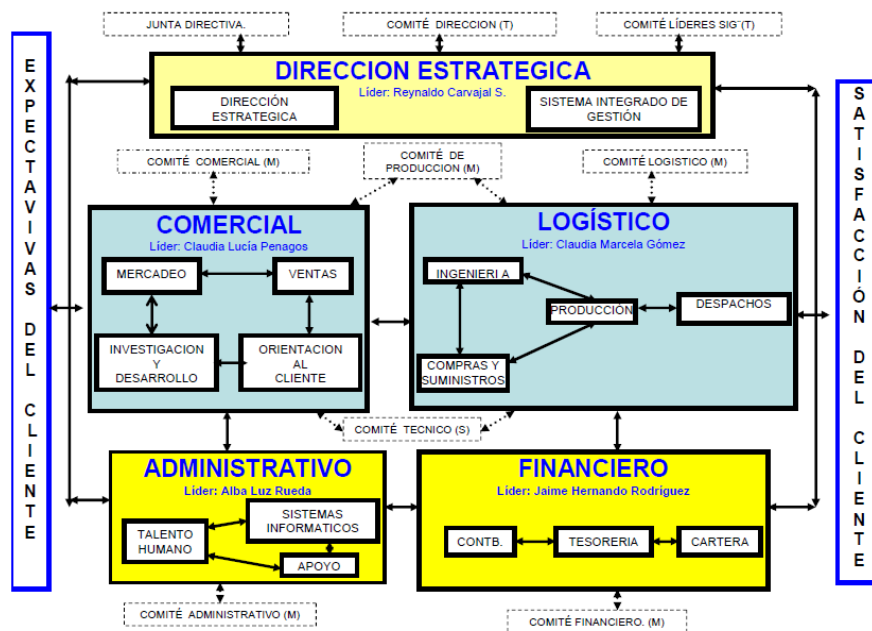
Recursos Humanos: Suministrar y evaluar el personal de acuerdo con los procedimientos y mecanismos establecidos por la organización y brindar los espacios necesarios para el crecimiento y formación del talento humano.

Sistema de Gestión: Recibir las reclamaciones y dar respuesta a los clientes externos referente a garantías, estado de pedidos, Información y formación técnica de los productos, así como el establecimiento de actividades internas que se generen a partir de estas solicitudes y reclamaciones; y como segundo objetivo de esta área es el de mantener y mejorar continuamente el sistema integral de gestión de acuerdo a las norma ISO 9001, norma y estándares BASC, así como brindar pautas y herramientas adecuadas para el direccionamiento de dicho sistema.

2.10 MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos presentado en la ilustración 2. Ofrece una visión general del sistema de gestión. En él se presentan los procesos que componen el sistema así como sus relaciones principales.

Ilustración 2. Mapa de procesos Penagos Hermanos y Cia Ltda.



Fuente: Manual de gestión Penagos Hermanos y Cia Ltda

2.11 TECNOLOGÍA

La empresa Penagos Hermanos & Cia Ltda. en la actualidad en su proceso de producción cuenta aproximadamente con un 90% de maquinaria convencional como lo son: Tornos, Fresadoras, taladros de árbol, punzonadoras, troqueladoras, cilindradoras, cizallas, y equipos de soldadura por arco eléctrico y MIG.

Por otra parte dispone además de herramientas de mano convencionales y de 3 tornos y una mesa de corte por plasma que son maquinaria de control numérico computarizado (CNC).

3 MARCO TEORICO

Teniendo en cuenta la diversidad de tecnologías, productos, procesos y materias primas existentes en **PENAGOS HERMANOS**, se realiza una amplia revisión de las características comunes más relevantes en materia de programación y planificación de la producción. Así, se establece un punto de partida ineludible en el diseño de herramientas de programación y planificación en este entorno tan complejo ya que la aplicación de diferentes herramientas y técnicas traerá grandes beneficios a la empresa y de este modo alcanzar el objetivo de incrementar la productividad y el bienestar de los cada uno de los integrantes de la organización, seguidamente se hace mención a dichas herramientas y técnicas:

3.1 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Es la función de la dirección de la empresa que sistematiza por anticipado los factores de mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo, para realizar la fabricación que este determinada por anticipado, con relación a:

- Utilidades que deseen lograr.
- Demanda del mercado.
- Capacidad y facilidades de la planta.
- Puestos laborales que se crean.
- Es la actividad de decidir acerca de los medios que la empresa industrial necesitará para sus futuras operaciones manufactureras para distribuir esos medios de tal suerte que se fabrique el producto deseado en las

cantidades, al menor costo posible, en concreto, tiene por finalidad vigilar que se logre:

- Disponer de materias primas y demás elementos de fabricación, en el momento oportuno y en el lugar requerido.
- Reducir en lo posible, los periodos muertos de la maquinaria y de los obreros.
- Asegurar que los obreros no trabajan en exceso, ni que estén inactivos.

3.2 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.⁷

Es una actividad que consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinado así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

Se inicia con la especificación de lo que debe hacerse, en función de la planeación de la producción. Incluye la carga de los productos a los centros de producción y el despacho de instrucciones pertinentes a la operación. El programa de producción es afectado por:

Materiales: Para cumplir con las fechas comprometidas para su entrega.

Capacidad del personal: Para mantener bajos costos al utilizarlo eficazmente, en ocasiones afecta la fecha de entrega.

⁷ RIGGS, James –SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Planeación, Análisis y Control- Pág. 231.

Capacidad de producción de la maquinaria: Para tener una utilización adecuada de ellas, deben observarse las condiciones ambientales, especificaciones, calidad y cantidad de los materiales, la experiencia y capacidad de las operaciones en aquellas.

Sistemas de producción: Realizar un estudio y seleccionar el más adecuado, acorde con las necesidades de la empresa.

La función de la programación de producción tiene como finalidad la siguiente:

- Prever las pérdidas de tiempo o las sobrecargas entre los centros de producción.
- Mantener ocupada la mano de obra disponible.
- Cumplir con los plazos de entrega establecidos.

Existen diversos medios de programación de la producción, entre los que destacan los siguientes:

- Gráfica de Barras. Muestra las líneas de tendencia.
- Gráfica de Gantt. Se utiliza en la resolución de problemas relativamente pequeños y de poca complejidad.
- Camino Crítico. Se conoce también como teoría de redes, es un método matemático que permite una secuencia y utilización óptima de los recursos.

- Pert- Cost. Es una variación del camino crítico, en la cual además de tener como objetivo minimizar el tiempo, se desea lograr el máximo de calidad del trabajo y la reducción mínima de costos.

3.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN.⁸

Se refiere esencialmente a la cantidad de fabricación de artículos y vigilar que se haga como se planeó, es decir, el control se refiere a la verificación para que se cumpla con lo planeado, reduciendo a un mínimo las diferencias del plan original, por los resultados y práctica obtenidos.

3.3.1 Funciones del control de producción.

- Pronosticar la demanda del producto, indicando la cantidad en función del tiempo.
- Comprobar la demanda real, compararla con la planteada y corregir los planes si fuere necesario.
- Establecer volúmenes económicos de partidas de los artículos que se han de comprar o fabricar.
- Determinar las necesidades de producción y los niveles de existencias en determinados puntos de la dimensión del tiempo.
- Comprobar los niveles de existencias, comparándolas con los que se han previsto y revisar los planes de producción si fuere necesario.

⁸ Rubinfeld, Hugo –Sistemas de manufactura flexible- Segunda edición 2004- Pág. 170.

- Elaborar programas detallados de producción y Planear la distribución de productos.

3.4 INDICADORES DE GESTIÓN.

“Todas las actividades pueden medirse con parámetros que enfocados a la toma de decisiones son señales para monitorear la gestión, así se asegura que las actividades vayan en el sentido correcto y permiten evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades. Estas señales son conocidas como indicadores de gestión”⁹.

Los indicadores de gestión son herramientas de expresión cuantitativa que relacionan variables, con el objetivo de saber el comportamiento o desempeño de un proceso (ya sea productivo o administrativo) en un momento determinado.

Permiten un manejo ordenado, diferenciado y claro de diversos aspectos o variables que posibilitan una buena planeación organizacional. Si los indicadores son empleados en forma adecuada, oportuna y actualizada, permiten predecir y actuar con base en tendencias positivas o negativas observadas en su desempeño global.

Características de los Indicadores de Gestión.¹⁰

Los indicadores de gestión deben cumplir los requisitos y elementos que le permitan apoyar la gestión y conseguir el objetivo. Tales requisitos son:

⁹ Los indicadores de gestión. Pág.1. [en línea] Disponible en: <http://www.escuelagobierno.org/inputs/los%20indicadores%20de%20gestion.pdf> (consultado el 6 de Octubre del 2010).

¹⁰ Ibíd Pág 3.

- Simplicidad: Puede definirse como la capacidad para definir el evento que se pretende medir, de manera poco costosa en tiempo y recurso.
- Adecuación: Entendida como la facilidad de la medida para describir por completo el fenómeno o efecto. Debe reflejar la magnitud del hecho analizado y mostrar la desviación real del nivel deseado.
- Validez en el tiempo: Puede definirse como la propiedad de ser permanente por un periodo deseado.
- Participación de los usuarios: Es la habilidad para estar involucrados desde el diseño, y debe proporcionárseles los recursos y formación necesarios para su ejecución. Este es quizás el ingrediente fundamental para que el personal se motive en torno al cumplimiento de los indicadores.
- Utilidad: Es la posibilidad del indicador para estar siempre orientado a buscar las causas que han llevado a que alcance un valor particular y mejorarlas.
- Oportunidad: Entendida como la capacidad para que los datos sean recolectados a tiempo.
- Igualmente requiere que la información sea analizada oportunamente para poder actuar.

Composición de los indicadores

Un indicador correctamente compuesto debe tener como mínimo las siguientes características:

- Nombre: permite la identificación y diferenciación de un indicador, por lo cual además de ser concreto debe definir con claridad su objetivo y utilidad.
- Forma de cálculo.
- Unidades: manera como se expresa el valor de determinado indicador, varían de acuerdo a los factores que se estén relacionando.

- Glosario: Es fundamental que el indicador se encuentre documentado en términos de especificar de manera precisa los factores que se relacionan en su cálculo.

3.5 HERRAMIENTAS INFORMATICAS.

A finales del siglo XX, los Sistemas Informáticos se han constituido en las herramientas más poderosas para materializar uno de los conceptos más vitales y necesarios para cualquier organización empresarial, los Sistemas de Información de la empresa.

La Informática hoy, está subsumida en la gestión integral de la empresa, y por eso las normas y estándares propiamente informáticos deben estar, por lo tanto, sometidos a los generales de la misma. En consecuencia, las organizaciones informáticas forman parte de lo que se ha denominado el "management" o gestión de la empresa. Cabe aclarar que la Informática no gestiona propiamente la empresa, ayuda a la toma de decisiones, pero no decide por sí misma.

Tradicionalmente, las empresas del sector metalmecánico no han utilizado herramientas sofisticadas de planificación y programación de operaciones; como mucho, emplean sistemas MRP (*Material Requirements Planning* - Plan de Requerimientos de Materiales), que simplemente convierten la demanda de pedidos de productos en demanda de componentes apoyados por una legión de "operadores" que utilizan hojas de cálculo con profusión de formatos condicionales, para trazar la situación de los inventarios o *stocks*, rellenar camiones, o decidir el orden de la fabricación. Ésta política ha funcionado así fundamentalmente por dos razones. En primer lugar, porque el software de programación de producción que hay en el mercado no responde a las

necesidades específicas del sector (por ejemplo: la coproducción deliberada o la falta de certidumbre en datos básicos como el inventario) y, en segundo lugar, porque los sistemas ajustados de producción dicen no necesitar software de programación de producción, pues todo tiene que ser “más visual”. No obstante, las circunstancias han cambiado; la estabilidad del sistema, absolutamente clave en el comportamiento de un sistema JIT (*Just In Time* - Justo a tiempo) y por extensión ajustado, ha desaparecido. Una vez hecho esto, se listan los requerimientos generales mínimos que debe considerar cualquier herramienta de programación de producción que desee trabajar en este entorno.

Asimismo, al emplear herramientas informáticas de programación se debe considerar la complejidad extra del tiempo en el problema y los problemas de sincronización, puesto que existen holguras considerables entre el tiempo de introducción del *stock* existente en el sistema, el punto de comienzo de la ejecución del programa y su computo, así como el tiempo de transferencia de la solución al sistema real.

De acuerdo con toda la complejidad señalada, es necesario que las herramientas de programación de la producción sean capaces de soportar un sistema que tiene demanda continua con niveles de incertidumbre crecientes, de acuerdo con la rotación y complejidad del producto. Esta demanda se ve afectada por los continuos cambios de reingeniería y la característica de un servicio de *racks* completos. El sistema productivo a modelar dispone de una capacidad muy ajustada que se ve afectada por el fenómeno de apilado de *stock* debido a los desajustes de calendario. Pueden aparecer procesos alternativos o de combinación de productos (coproducción). Los inventarios que se consideran son inciertos, puesto que las salidas y las entradas de material son continuas, así como los controles de calidad. De este modo, es necesario decidir qué es lo que

se ha de fabricar en cada momento, sabiendo que el costo de los retrasos/adelantos es diferente según sea su proceso y el del cliente, así como la distancia entre ambos.

3.6 SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES (DSS)

Para poder iniciar debemos de definir que es un DSS. Morton (1978) enuncia que DSS es un recurso intelectual de individuos con el apoyo de la computadora para proveer de decisiones con calidad.

Cuando los datos han dejado de ser simples letras y cantidades y se analizan de manera que se pueda obtener una ventaja competitiva se podrán ver ventajas de ahorros y sobre todo se tomarán decisiones basadas en datos reales y actuales de tal forma que el tiempo para la toma de decisiones se disminuya y esto a su vez permita generar acciones ya sea para generar ventajas.

Un sistema de información gerencial es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una organización.

Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS), también en el nivel administrativo, ayudan a los gerentes a tomar decisiones que son exclusivas, rápidamente cambiantes y no especificadas fácilmente con anticipación.

Un sistema computacional que obtiene y conjunta información de fuentes variadas, ayuda en la organización y análisis de la información, y facilita su evaluación sobre la base de modelos específicos, permite al tomador de decisiones acceder a cualquier información que considere relevante.

- Permite al Gerente ver los posibles efectos de las diversas decisiones en un modelo.

- Apoya el juicio del Gerente
- Mejora la eficacia en la Toma de Decisiones.

Gracias a los avances de los sistemas de información y de las tecnologías de información, es necesario que las empresas desarrollen la habilidad de adaptación a los cambiantes entornos. La inteligencia de negocios radica en la competencia para tomar decisiones, para enfoques dinámicos de los problemas y oportunidades y para desarrollar los recursos y capacidades internas de la organización. Generar cambios estratégicos contruidos con los recursos de la organización, para desarrolla una organización más flexible y dinámica, con el apoyo de las tecnologías para la toma de decisiones y la intervención de los expertos del negocio. Es importante entender que las herramientas de soporte a la toma de decisiones, son eso, herramientas, y que la selección y uso, simplifican muchas operaciones y procesos en el negocio.

Factores que toma en cuenta, en mayor o menor grado, como son la velocidad de cambio, innovación de nuevos modelos de negocio, nuevas estructuras de relaciones entre las empresas, sus clientes y asociados, la conectividad de personas, organizaciones y países, y el valor del conocimiento residente en la empresa; su conocimiento y habilidades y el uso de sistemas inteligentes para la toma de decisiones, a esta integración se le denomina Inteligencia del negocio, que genera amplias ventajas competitivas.

4 DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA EMPRESA

Mediante el siguiente análisis se evidencian todos los aspectos observados en la planta de producción y la logística inherente a ella, teniendo en cuenta todas las secciones y los procesos involucrados. Gracias a esto se permitió establecer un diagnostico por secciones de metalistería y mecanizado a los cuales se encuentra enfocado este proyecto.

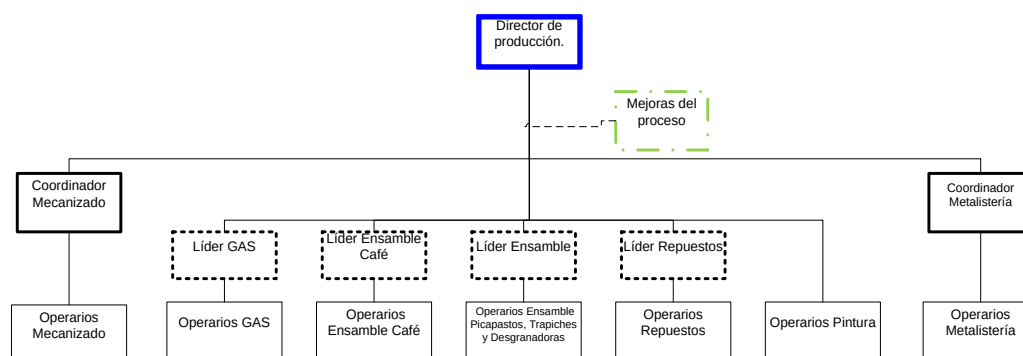
El proceso de manufactura tiene como función principal fabricar maquinaria agroindustrial dentro de los parámetros de calidad establecidos. Esta función se ve sustentada en tres departamentos: Producción, Compras e Ingeniería. Cada uno de ellos es autónomo en sus decisiones y cumple con sus objetivos, teniendo en cuenta que todos buscan apoyar la función principal anteriormente mencionada. Adicional a esto es importante señalar que periódicamente se realizan reuniones donde se tratan los temas más importantes de este proceso, a estas reuniones se les denomina “Comité de manufactura”.

En síntesis el departamento de compras se encarga de abastecer todos los materiales, insumos, servicios y demás elementos que sean necesarios. El departamento de ingeniería se encarga de realizar las pruebas y fabricar los prototipos de nuevos productos a su vez debe realizar y comunicar los instructivos y estándares de estos al departamento de producción.

4.1 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

Su función principal es fabricar los productos atendiendo la demanda y las ordenes expedidas por el departamento comercial. Su estructura se puede ver en la siguiente ilustración.

Ilustración 3. Organigrama Departamento de producción.



Fuente: Penagos hermanos.

La anterior estructura está integrada por 82 operarios, distribuidos así:

Tabla 3. . Relación operarios de producción.

Sección	Operarios Penagos Hermanos y Cia Ltda.	Operarios Cooperativa de Trabajo Asociado	Total operarios
Mecanizado	17	5	22
Accesorios Gas	2	5	7
Ensamble Café	1	7	8
Ensamble Agro	1	4	5
Repuestos	2	0	2
Pintura	0	2	2
Metalistería	7	29	36
Total	30	52	82

Fuente: Penagos hermanos

Una ventaja de trabajar mediante cooperativas es que se genera mayor autonomía, respeto y productividad en los trabajadores ya que estos ven claramente la importancia de trabajar de manera eficaz, evitando en cualquier momento los tiempos muertos que son los que representan pérdida de dinero para los mismos, pero también una desventaja clara para los trabajadores es la de perder beneficios al no estar vinculado bajo la modalidad de contrato laboral generando de esta manera desconfianza entre los asociados hacia la empresa.

Actualmente en la empresa existen 7 precooperativas de trabajo asociado, 4 vinculadas al proceso de metalistería: UNIR, Trazar, Soldimet y Picapastos; para la sección de mecanizado se encuentra la cooperativa Five-mec. En la sección de ensamble café se encuentra la precooperativa Unicafé y en la sección de accesorios de gas esta la cooperativa Accegas.

4.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO.

El proceso varía según la referencia del producto, pero se puede definir un flujo claro en cuanto a las diferentes secciones de la planta.

Ilustración 4. Diagrama de flujo del producto por secciones.



Fuente autor

La materia prima es recibida en la entrada de la planta y dependiendo de sus características son destinadas a las diferentes secciones así:

Platinas, láminas y perfiles son enviados a la sección de metalistería. Allí se almacenan en estantes y soportes metálicos cercanos a los puestos de trabajo.

Piezas de fundición (Aluminio, hierro gris y bronce), Piezas de acero, Piezas de PVC son recibidas en la sección de Mecanizado. Estos son depositados al lado de cada puesto de trabajo en estantes o en el piso dependiendo de la geometría de las piezas.

Tubos y barras circulares y rectangulares a Sección de corte de disco o segueta. Son almacenados en estantes cercanos al puesto de trabajo.

La sección de metalistería es la encargada de tratar y procesar las láminas, platinas y ángulos. Ahí se realizan labores de corte, troquelado, forja, doblado y cilindrado en el orden que fueron mencionadas. Es importante decir que todas las piezas cuentan con cadenas de proceso diferentes y no todas pasan por los mismos procesos o en el mismo orden. La sección de corte de disco y segueta se excluye de metalistería ya que tiene fuerte relación con Mecanizado y puede surtir a las dos secciones.

Posterior a esto las piezas son enviadas a proceso de soldadura que también pertenece a la sección de metalistería, allí se arman y consolidan piezas para formar estructuras, bases y cuerpos de las máquinas. Además mediante

elementos abrasivos se realizan operaciones de perfeccionamiento de los pequeños defectos que quedan debido a los demás procesos.

En la sección de mecanizado se realiza por desprendimiento de viruta de las piezas; dependiendo del componente se ejecutan distintas operaciones como: refrentado, roscado, rectificado, fresado y taladrado, entre otras. Al igual que en la sección de metalistería no todas las piezas siguen la misma cadena de proceso. Se aclara que los tornos CNC también pertenecen a la sección de Mecanizado y cumplen las mismas funciones aunque son destinadas principalmente para procesar piezas que necesitan mayor precisión y tienen mayor demanda.

Se debe tener en cuenta que las secciones de Metalistería y Mecanizado trabajan simultáneamente procesando diferentes materias primas aunque la interrelación entre estas secciones es muy baja. Además las dos deben suplir a las secciones de Ensamble que se dividen en:

- Accesorios de gas
- Ensamble maquinaria café
- Ensamble Picapastos, trapiches y desgranadoras
- Sección de Repuestos
- Sección de pintura.

Las anteriores secciones serán explicadas individualmente a continuación:

Accesorios de Gas: La sección de accesorios de gas domiciliario es surtida completamente por la sección de Tornos CNC. Allí llegan piezas semielaboradas y

luego de haber sido mecanizada totalmente la pieza se efectúa el proceso de galvanizado.

En este proceso se desengrasan las piezas y luego se insertan en varias cubas donde son remojadas por sustancias electrolíticas y ácidos que mejoran la contextura de la pieza remueven el óxido y la cargan eléctricamente.

En la zona de empaque y embalaje se organizan y se realizan algunas operaciones de patronaje dependiendo de las piezas, para luego empacar y realizar el reporte de salida.

Pintura: A esta sección llegan todos los componentes completamente procesados según el requerimiento, una vez se encuentran clasificados según su color asignado (rojo, verde y amarillo) son incorporados en cubas de 3,2 m³ en las que se les realiza procesos electrolíticos para eliminarle cualquier tipo de impurezas.

Luego se trasladan a las cabinas de pintura donde por medio de un compresor se expulsa la pintura que se adhiere de manera eficaz gracias a la carga eléctrica. Seguidamente las piezas se transportan hacia un horno donde la pintura se derrite y se adhiere completamente, finalmente se retiran de la cabina para dejarlas secar, cuando están completamente secas se envían a las demás secciones de ensamble.

Secciones de ensamble y repuestos: Ambas secciones tienen procesos similares ya que allí llegan piezas tanto de Pintura como de Mecanizado y Metalistería. El proceso consiste en unir y armar completamente los productos donde a su vez se realizan algunas operaciones de inspección de la calidad y

funcionamiento. Cuando son terminados los procesos requeridos son enviados a la bodega de producto terminado.

De esta primera parte se pueden realizar varias observaciones:

- La distribución de planta no es adecuada debido a que el flujo no es claro, las secciones de Mecanizado y Gas están al lado de la Bodega de producto terminado, mientras que las zonas de pintura y ensamble se encuentran muy alejadas de la Bodega por ende hay una exagerada cantidad de transportes internos.
- No existen controles claros sobre las órdenes de producción. Todo es manejado informalmente. Los reportes entre coordinadores y la dirección de producción son comunicados verbalmente. Además no se llevan formatos ni documentos donde se registra información alguna.
- Existen muchos proyectos de mejoramiento locativo y logístico que no se han realizado por falta de líderes y de apoyo de las personas involucradas en este proceso.
- Las entregas de producto en proceso entre secciones no se hacen de manera total sino parcial, es decir se entregan piezas a medida que se van procesando y no cuando se tienen todo el lote de componentes de determinado producto ya finalizadas para el siguiente proceso. Lo anterior provoca gran acumulación de inventarios y pérdida de material

específicamente en los procesos de Soldadura y las secciones de Ensamble.

4.2.1 Sección metalistería

Generalidades.

La sección de Metalistería trabaja un turno, de 6:30 am a 3:30 pm con aproximadamente 24 operarios repartidos en los diferentes puestos de trabajo. Y ocasionalmente un turno en la noche que va desde las 6:00 pm hasta 6:00 am con aproximadamente 8 operarios en el proceso de soldadura.

En esta sección se encuentran 3 grupos de operarios:

- El primer grupo son empleados directamente de Penagos y se encargan de todas las labores de corte, troquelado, doblado y algunas operaciones de soldadura.
- El segundo grupo corresponde a los operarios vinculados por la cooperativa de trabajo asociado UNIR y su labor se basa únicamente en labores de soldadura específicamente para los productos de procesamiento de café.
- El tercer grupo son los operarios de la cooperativa TRAZAR y se dedican a labores de soldadura para maquinaria agrícola.

Maquinaria utilizada.

La mayoría de máquinas son accionadas manualmente y necesitan la atención permanente del operario para producir. Las máquinas existentes son las que se enuncian en la tabla 4.

De las maquinas expuestas en la tabla 4. La única automática es la mesa de corte por plasma CNC.

Las primeras 4 máquinas (Cizalla, Plasma manual, Plasma CNC y Cizalla universal) son utilizadas para labores de corte.

La cizalla universal y la troqueladora son utilizadas para hacer perforaciones y troquelado.

La dobladora y cilindradora realizan pliegues y dobleces curvos o rectos dependiendo de lo que se necesite y los equipos de soldadura se utilizan para armar las piezas y semi-estructuras de los productos.

Tabla 4. Maquinaria de la sección de Metalistería.

NOMBRE DE LA MAQUINA	CANTIDAD
CIZALLA	1
MESA DE CORTE POR PLASMA MANUAL	1
MESA DE CORTE POR PLASMA CNC	1
CIZALLA UNIVERSA	1
DOBLADORA	1
TRAQUELADORA	1
CILINDRADORA	1
EQUIPO DE SOLDADURA DE PUNTO	1
EQUIPO DE SOLDADURA MIG	8
EQUIPO DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO	7

Fuente: Penagos hermanos.

Es importante aclarar que todos los equipos de soldadura no trabajan simultáneamente y no tienen el mismo nivel de utilización, generalmente los equipos MIG son más utilizados ya que el tipo de soldadura hace más fácil el proceso, pero algunos productos exigen ser armados con soldadura eléctrica ya que esta es más consistente y ofrece mayor resistencia al producto.

La avería o contingencia que se presente en el desarrollo normal de alguna de las anteriores máquinas ha generado problemas serios en producción puesto que algunas de las anteriores son irremplazables. Adicional a lo anterior los equipos de esta sección son los que demandan más acciones de mantenimiento correctivo y en muchas ocasiones el equipo de mantenimiento no es suficiente para atender estas situaciones lo cual desemboca en retrasos de producción y cantidades significativas de producto no conforme. Algunas máquinas siguen trabajando aun cuando están averiadas.

Descripción detallada del proceso.

Como se ha mencionado anteriormente allí llegan tres tipos de materia prima: láminas, platinas y ángulos de distintos calibres. Estos son almacenados en estantes especiales y están situados cerca a los puestos de trabajo donde inicia el proceso.

El proceso inicia con las operaciones de corte y dependiendo de las características de la materia prima se envían a distintos puestos de trabajo así:

Las láminas de calibre inferior a 3 mm se cortan en la Cizalla, las láminas de mayor calibre se cortan en el plasma manual o CNC dependiendo de la precisión y geometría de la pieza.

En la mesa de corte por plasma CNC se realizan los cortes más complejos y de mayor demanda y en la mesa de corte por plasma manual se realizan cortes de menor complejidad y menor demanda.

Las platinas y ángulos se cortan en la Cizalla universal y solo en casos especiales cuando se necesitan cortes muy complejos se llevan a la mesa de corte CNC.

Las piezas cortadas pueden ser punzonadas y/o troqueladas según lo requerido. Estas operaciones pueden realizarse en la cizalla universal o en la Troqueladora la diferencia radica en que esta tiene capacidad para hacer troquelados de gran

complejidad sobre piezas de grandes espesores mientras que la Cizalla Universal solo realiza perforaciones pequeñas.

Las piezas que no requieran perforaciones o hayan sido perforadas son llevadas a la Dobladora y/o a la Cilindradora dependiendo del pliegue que sea necesario, en la dobladora se realizan pliegues rectos mientras que en la cilindradora se hacen pliegues curvos.

Por último todas las piezas una vez cumplen su secuencia en esta celda de producción, se trasladan al proceso de soldadura, allí se arman las estructuras de los productos. Las estructuras que necesiten mayor consistencia se realizan con los equipos de soldadura eléctrica de lo contrario son armadas con soldadura MIG.

Al finalizar el proceso de soldadura las estructuras son enviadas a la sección de pintura y así finaliza el macroproceso de la sección de Metalistería.

Documentación y controles que se llevan en la sección.

Orden de producción (Programa del mes de producción). Este programa consiste en realizar un cronograma con las órdenes de producción generadas en el mes (pedidos recibidos de los clientes y/o los lotes de reposición), allí se especifica el nombre del producto, la cantidad de productos y la fecha en que se deben entregar a bodega. Este programa es efectuado por la directora de producción.

Registro diario de actividades del operario. Es preparada por el coordinador de la sección, radica en realizar una planilla donde se asignan las tareas diarias a cada operario. Estas tareas se establecen subjetivamente de acuerdo a la experiencia del coordinador y a las exigencias de producción.

Planos de piezas. Son documentos donde se encuentran todas las especificaciones técnicas de las piezas que componen los productos. Estos son de gran ayuda para los operarios ya que sirven como guía y su utilización disminuye los errores. Los planos son realizados por el departamento de ingeniería y se encuentran en una gaveta común para toda la sección donde cualquier operario los puede revisar cuando así lo requiera.

Registro de producto No conforme: Consiste en una planilla donde se especifica el nombre, cantidad y naturaleza del producto no conforme de la sección. Es diligenciado por el coordinador de la sección.

4.2.2 Sección mecanizado

A continuación se describe y analiza de manera detallada cada uno de los aspectos críticos de la sección de mecanizado, con el objetivo de identificar las mayores problemáticas de la sección que servirán de punto de partida para las propuestas de mejora.

Generalidades.

En esta sección existen dos turnos para todos los operarios coordinadores. El primero es de 6:30 am a 3:30 p.m. y ocasionalmente un segundo turno de 6:00 pm hasta 6:00 am. En total existen 20 máquinas en la sección de mecanizado donde actualmente:

El número de colaboradores con los que cuenta la sección son:

- Un (1) Coordinador,
- Un (1) Almacenista,
- Seis (6) operarios por cooperativa, (5 de Fivemec y 1 Unir),
- y Seis (6) operarios de modalidad directa.

Almacén de herramientas y dispositivos.

En Mecanizado existe un almacén de herramientas y dispositivos de uso exclusivo para sus necesidades, básicamente esto se debe a que actualmente se diseñan y fabrican aproximadamente 140 dispositivos por año y además se maneja una amplia gama de herramientas con la que deben contar los diferentes equipos de la sección.

Debido al poco espacio con el que cuenta el almacén se encuentran dispositivos en el piso de manera desordenada y sin fácil accesibilidad haciendo que la búsqueda de los mismo sea en algunos casos de hasta 20 minutos, si el operario se dirige él mismo en la búsqueda del dispositivo y de lo contrario, si el

almacenista o los auxiliares proceden a su búsqueda aproximadamente se gasta 10 min, esto hace que pierda de manera drástica tiempo de procesamiento de los componentes por no actuar con rapidez y eficacia.

A pesar que el almacén cuenta con un operario encargado de su manejo no se lleva registro ni control de las herramientas y dispositivos existentes en él, y tampoco se tiene control de los prestamos, es decir cuando una herramienta sale del almacén no se documenta su destino, ocasionando que se pierda tiempo en búsquedas infructuosas cuando otro operario requiere el mismo instrumento.

Por otro lado las estanterías donde se ubican las herramientas y dispositivos son arcaicas y no manejan ningún tipo de rotulación.

Maquinaria.

En la tabla 5 se encuentra la relación de máquinas existentes en la sección de Mecanizado.

Tabla 5. Maquinaria utilizada en la sección de Mecanizado.

NOMBRE DE LA MÁQUINA	CANTIDAD
TORNOS CONVENCIONALES	9
FRESADORAS	3
TALADROS	3
ACANALADORA	1
ALESADORA	1
CEPILLO PUENTE	1

Fuente: Penagos hermanos

El torno convencional BIZCAIN y la alesadora son los únicos equipos en la sección en que la operación (el rectificado y el limado) es realizado por la maquina con intervención esporádica (cada 4 min aproximadamente) del operario y en cambio en el resto de equipos se requiere en todo momento la asistencia del operario para el procesamiento de los productos.

No todos los equipos tienen la misma utilización. 12 Máquinas en promedio están trabajando simultáneamente, de las 18 existentes.

De estas 12, las de mayor utilización son:

- Cinco (5) Tornos convencionales: Torno TUJ1, TUJ2, TOSS, GURUTZPE y BIZCAIN (Aunque existen temporadas de utilización nula muy esporádicamente)
- Una (1) Fresadora: ZAYER
- Un (1) Taladro radial: MASS

Los equipos anteriormente mencionados son los que cubren el 85% de las necesidades de producción y por lo tanto si se llegara a presentar algún tipo de inconveniente en ellos pueden ocasionar graves problemas, debido a que algunos son insustituibles ya que no existen otras máquinas que logren realizar la misma función dentro de PENAGOS HERMANOS. La fresadora ZAYER es un claro ejemplo, puesto que es el único equipo que cumple con las condiciones precisas para un trabajo eficaz, efectivo y eficiente, las otras dos fresadoras MILWAUKEE y ROCKFORD son maquinas lentas para trabajo pesado, con baja productividad y además no pueden realizar todos los procesos que si puede hacer la ZAYER.

Las de más baja utilización son:

- Dos (2) Taladros radiales: KASS y JET
- Fresadora MILWAUKEE (Se utiliza mas para la sección de accesorios de Gas).
- Fresadora ROCKENFORD
- Alesadora
- Torno MAC CABE
- Cepillo puente

Las anteriores máquinas no son operadas todos los días, algunas ni siquiera son consideradas para contingencias o para atender la demanda que las otras máquinas no son capaces de satisfacer. Este es el caso de la Fresadora Milwaukee. Los taladros no cuentan con un operario fijo para su operación, se mantienen específicamente para situaciones en las que las operaciones de taladrado estén muy rezagadas.

Las máquinas como la Alesadora, torno Mc Cabe y Cepillo puente están para satisfacer necesidades muy específicas y al no tener un operario que se responsabilice de ellas se encuentran en situaciones de deterioro y suciedad.

Para el buen funcionamiento de las maquinas PENAGOS HERMANOS cuentan con un equipo de mantenimiento que tiene como principales objetivos:

- Mantener permanentemente los equipos en su mejor estado para evitar paros y retrasos en la producción.
- Prolongar al máximo la vida útil de los equipos.

- Sugerir y proyectar mejoras en los equipos para disminuir las posibilidades de daño.

En la actualidad este equipo maneja un programa y un cronograma para realizar a cada máquina una revisión técnica general.

El equipo de mantenimiento no ha implantado la cultura de mantenimiento autónomo por lo tanto se hace aun más difícil la detección a tiempo de problemas.

Para determinar en mayor grado las características específicas de cada máquina así como los aspectos más relevantes fue necesario el diseño de un cuestionario para evaluar la caracterización de cada equipo. En el anexo 6 se describirá en detalle cada uno de los equipos en referencia.

Descripción detallada del proceso.

Los materiales que ingresan a mecanizado provienen de tres (3) lugares:

- Fundición que representa el 48%
- Aceros que representan el 47%.
- Metalistería (lámina y platina ya procesada) que representa el 5%.

La materia prima de los proveedores de Fundición y de Aceros llega directamente a cada puesto de trabajo dentro de la sección independiente de que se tenga o no programado su procesamiento en un tiempo inmediato a pesar que Mecanizado cuenta con un almacén de materias primas.

Una vez ingresan los componentes se realizan las operaciones requeridas, que pueden ser: cilindrado, acanalado, rectificado, refrentado, centrado, roscado, fresado, limado y perforado.

Dentro de la sección la gran mayoría de las piezas en un 85%, tiene una secuencia dentro de la misma pero esta es de gran variabilidad ya que se manejan más de 200 componentes diferentes, pero por lo general la mayoría comienza con un torno convencional y termina con la operación en el taladro.

Al finalizar el proceso los componentes puede ser enviados a:

- La sección de ensamble
- La sección pintura
- La sección de Metalistería
- La sección de Soldadura.

Documentación y controles que se llevan en la sección.

Orden de producción (Programa del mes de producción): Para el control de la entrega de los componentes a otras secciones existe un tablero donde se le informa a la sección en qué fecha se debe entregar a la bodega los productos completamente terminados con las cantidades requeridas. Para cumplir con lo programado el coordinador de mecanizado realiza un cálculo hipotético y empírico sobre en qué tiempo debe empezar a efectuar las operaciones a los componentes para luego pasarlos a tiempo a los siguientes departamentos.

Planos de piezas: Son instructivos que se tienen de cada componente con especificaciones técnicas donde se muestran de manera detallada el tipo de operaciones que se deben realizar. Estos instructivos son entregados

directamente al operario por el coordinador de la sección y de acuerdo con lo que este programado por realizar.

Registro de producto No conforme: Mediante un formato se realiza el control del producto no conforme donde se especifica el nombre del componente, la cantidad y la naturaleza del producto no conforme, así como el nombre del operario al cual se le presenta la no conformidad.

4.3 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Actualmente en la empresa la planeación de la producción está basada en el criterio del jefe de producción que según los requerimientos del departamento de ventas programa una fecha en la que se pueden realizar las entregas al cliente, esta programación se hace mensualmente y debido a que es realizada de manera subjetiva no hay garantía de que sea la óptima para la capacidad de planta.

El hecho de que esta programación tiene como único parámetro la fecha de entrega del producto terminado en la bodega genera diversos inconvenientes debido a que el proceso productivo involucra siempre dos o más secciones, que para realizar sus procesos dependen de que las primeras secciones les despachen las piezas e insumos con suficiente anterioridad a la fecha final de entrega del producto, y como las fechas en que las secciones reciben y entregan materiales no están estipuladas, la última sección involucrada en el proceso regularmente no recibe los materiales de las demás secciones con la anterioridad debida para poder cumplir con la fecha que se le estipuló al cliente; así que esta última sección no solo tiene que aumentar su capacidad para poder cumplir con el cliente sino que sus integrantes pierden considerable tiempo pidiendo

reiteradamente en las otras secciones que les despachen el material para ellos poder realizar su proceso.

El proceso de planeación y programación de la producción está estructurado de la siguiente manera:

1. Se recopila la información del departamento de ventas con respecto a las necesidades de los clientes.
2. El jefe de producción estima la fecha en que se fabricarían los productos y realiza el programa de producción en el que establece la fecha de entrega de los productos terminados a bodega.
3. El jefe de producción entrega a los coordinadores de la planta el programa de producción.

4.4 REGISTRO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN

Uno de los indicadores más importantes de Penagos Hermanos y Cia Ltda es el registro de producción histórico, ya que con este pueden hacer un análisis del estado actual por comparación con los periodos anteriores; para esto la empresa posee una base de datos en Excel cuya actualización es tediosa debido a que los productos se encuentran ubicados no solo en el periodo respectivo sino en una clasificación por familias de producto muy completa, lo cual implica que se debe hacer doble registro de cada referencia. Ya que el registro histórico de la producción tiene tanto valor se propone ligarlo a la Herramienta Informática (H.I.)

y para esto es necesaria una actualización no solo de las nuevas referencias sino de diseño que permita enlazar automáticamente las referencias de los productos con sus respectivas familias para evitar el doble registro y la clasificación manual.

4.5 CAPACIDAD DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.

Actualmente la empresa cuenta con un análisis reciente de la capacidad de la planta (ver anexo 2) realizado teniendo en cuenta los productos más representativos para la empresa, determinados mediante un análisis Pareto. Este análisis sirve como información para la planeación estratégica de la empresa, pero para efectos de planeación a corto plazo y programación es más conveniente analizar la capacidad de la planta con respecto a esta programación; por lo tanto se realizará un análisis de capacidad ligado a la planeación y desarrollo de la producción mensual.

5 ANÁLISIS DE CAPACIDAD

El análisis de la capacidad es una herramienta muy importante para las empresas ya que permite realizar proyecciones de diferentes niveles de producción permitiendo tomar decisiones acertadas en su planeación. Este es el caso que se presenta en Penagos Hermanos y Cia Ltda. en donde actualmente se estudia un proyecto de reconversión tecnológica en el que el análisis de capacidad es un elemento fundamental; así mismo la capacidad será un componente vital para la herramienta informática (H.I.) ya esta determinará el nivel de producción a programar en el periodo.

Debido a que la empresa trabaja por funciones y posee un portafolio múltiple de productos técnicamente diferenciados, una medida de capacidad basada en un *output*¹¹ resulta impráctico, por el contrario una medida de la capacidad basada en un *input*¹² como “horas de mano de obra” es más adecuado debido a que es un recurso determinante en un proceso productivo de manufactura como el de la empresa.

5.1 CAPACIDAD DISPONIBLE

El concepto de capacidad disponible obedece al número de horas de mano de obra que podrían ser trabajadas en un periodo bajo condiciones normales. En la planta de producción de Penagos Hermanos y Cia Ltda. la jornada laboral

¹¹ Elementos de salida del proceso productivo.

¹² Elementos de entrada del proceso productivo.

establecida para los operarios está contemplada de la siguiente forma: de lunes a viernes inicia a las 6:30 am y finaliza a las 3:30 pm contando con dos recesos de 20 minutos cada uno, el primero para desayuno y producción 10¹³ y el segundo para el almuerzo; y los sábados la jornada va de 6:30 am a 12:30 pm contando con un receso de 20 minutos asignados a desayuno y producción 10. Adicionalmente la contratación por cooperativas de trabajo asociado permite que los operarios excedan este turno y estos trabajen horas adicionales e incluso trabajen turnos de 6:00 pm a 6:00 am esporádicamente (ver tabla 6).

Tabla 6. Jornada laboral Penagos Hermanos y Cia Ltda..

LUNES A VIERNES			SÁBADO		
ACTIVIDAD	HORARIO	DURACIÓN (Min)	ACTIVIDAD	HORARIO	DURACIÓN (Min)
Actividades asignadas	6:30-8:40	130	Actividades asignadas	6:30-8:40	130
Desayuno	8:40-8:50	10	Desayuno	8:40-8:50	10
Producción 10	8:50-9:00	10	Producción 10	8:50-9:00	10
Actividades asignadas	9:00-11:40	160	Actividades asignadas	9:00-12:30	210
Almuerzo	11:40-12:00	20			
Actividades asignadas	12:00-15:30	210			
TOTAL MINUTOS TRABAJADOS		500			340

Fuente: Autor.

Entonces:

$$\left(\frac{500 \text{ min}}{1 \text{ día}} * 5 \text{ días} \right) + \left(\frac{340 \text{ min}}{1 \text{ sábado}} * 1 \text{ sábado} \right) = \mathbf{2840 \text{ min } semanales}$$

Lo anterior significa que diariamente se trabajan 500 minutos de lunes a viernes y los sábados 340 minutos; sumando en una semana 2840 minutos lo cual es 40 minutos menor a las 48 horas (2880 minutos) que la ley colombiana establece.

¹³ Programa implementado en la empresa para que sus empleados analicen diversos temas relativos a la producción en un tiempo de 10 minutos (después del desayuno).

$$\frac{2480 \text{ min}}{1 \text{ semana}} * \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} = \frac{11360 \text{ min}}{1 \text{ mes}}$$

$$\frac{11360 \text{ min}}{1 \text{ mes}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = \frac{189,33 \text{ horas}}{1 \text{ mes}}$$

De esta manera se puede decir que según los horarios estipulados por la empresa para condiciones normales sin trabajar horas extras, la capacidad disponible de la planta de producción tendrían un valor de 189,3 horas mensuales (11360 minutos).

5.2 CAPACIDAD INSTALADA

La capacidad instalada hace referencia al máximo nivel de producción al que podría llegar la empresa en un periodo determinado de tiempo, además sirve como herramienta en la toma decisiones como podrían ser la ampliación en la cantidad de recursos o el mejoramiento de los mismos.

Para el caso de Penagos Hermanos y Cia Ltda la capacidad instalada está determinada por 22 horas de mano de obra diarias obtenidas si se trabajara todo día teniendo en cuenta los recesos y cambios de turno, por 7 días a la semana suponiendo que se trabajan los domingos y por cuatro semanas. Lo cual daría como resultado 616 horas mensuales (ver tabla 7).

$$\frac{22 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{7 \text{ días}}{1 \text{ semana}} = \frac{154 \text{ horas}}{1 \text{ semana}}$$

$$\frac{154 \text{ horas}}{1 \text{ semana}} * \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} = \frac{616 \text{ horas}}{1 \text{ mes}}$$

Tabla 7. Capacidad instalada de la planta de producción.

CAPACIDAD INSTALADA (HORAS)		
DIARIA	SEMANAL	MENSUAL
22	154	616

Fuente: autor del proyecto.

5.3 CAPACIDAD DEMOSTRADA.

Está definido como la medida del output obtenida en el pasado. Gracias a la característica de retroalimentación al final del mes que utiliza la H.I. para obtener el registro histórico de la producción se puede calcular esta capacidad demostrada que sería equivalente a las horas de mano de obra que se debieron haber usado para generar la producción del mes transcurrido.

Como se mencionó anteriormente el análisis de capacidad es la base para que la H.I. realice la programación de la producción, por lo tanto se plantean dos indicadores de la capacidad de la planta que serán explicados en el capítulo 7 estos indicadores serán calculados de manera automática: la capacidad efectiva cuando en dicha herramienta se realice una proyección de la programación y el

porcentaje de eficiencia cuando se realice la retroalimentación de lo producido en el periodo.

6 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA EN LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

En el capítulo cuatro se realizó una descripción general de la empresa en la que se analiza entre otros procesos su planeación y programación de la producción. En este análisis se identificaron algunas opciones de mejora las cuales son la base fundamental del diseño de la Herramienta Informática y se puede decir que gracias a esta el proceso de planeación y programación de la producción tiene una estructura totalmente diferente a la descrita anteriormente, ya que se realizará de la siguiente manera:

1. Se recopilarán la información de entrada de la H.I. necesaria para realizar el proceso de planeación y programación de la producción (ver tabla 8).
2. Se ingresarán los lotes de productos a fabricar y sus respectivas fechas de entrega.
3. Se realizará la planeación de la capacidad de la planta a través de variaciones de la capacidad disponible y se decidirá el escenario más conveniente de utilización de la planta. Al realizar estas variaciones se van obteniendo automáticamente las programaciones de la producción respectivas en la H.I.; así que una vez definida la capacidad de planta a utilizar simplemente se toma su respectiva programación de la producción como la programación del mes.
4. Se entrega a los coordinadores de la planta y a los líderes de las cooperativas el programa de producción.

5. Se publica el diagrama de Gantt de la programación del mes en la gerencia visual.

Anteriormente esta era la totalidad del proceso de planeación y programación de la producción de la empresa; ahora con el desarrollo de este proyecto se incluye una fase de verificación de la planeación, que permite realizar los análisis pertinentes.

6. Ingresar la información de las fichas de cumplimiento.

La anterior descripción del proceso de planeación y programación de la producción corresponde al proceso mejorado con el apoyo de las funciones que realiza la H.I. Adicionalmente se plantearon otro tipo de mejoras buscando fortalecer la relación y el flujo de información entre las fases de planeación y programación de la producción de la planta con la producción misma. Estas mejoras se describen a continuación:

Fichas de cumplimiento

Debido a que el cumplimiento de la programación se establecía con la información del producto terminado entregado a la bodega, era difícil encontrar las verdaderas causas de los posibles retrasos por lo tanto se plantea un indicador de cumplimiento por cada sección con el fin de identificar dichas causas en el lugar donde realmente se están presentando. Para determinar este indicador se hace necesario recopilar el cumplimiento de la programación establecida para cada sección; por lo que se plantean unas fichas de cumplimiento.

Las fichas de cumplimiento tienen como contenido principal la programación establecida para el mes correspondiente y un espacio para registrar las entregas de los lotes entre las secciones. Las fichas deben ser diligenciadas por el líder de producción de la sección el cual deberá registrar la entrega de cada lote a la siguiente sección, y en esta a su vez el líder de producción firmará con fecha el recibido del lote; en caso de que la entrega se realice a bodega el responsable de esta la bodega será quien firme a ficha.

Gerencia visual

La empresa contaba ya con una herramienta de gerencia visual, conformada por indicadores de eficiencia como inventarios y costos, además de otros como la identificación de los líderes de kaizen, producción, ambiental y mantenimiento.

La propuesta de mejora consiste en una adición de los indicadores de planeación y programación de la planta que se describirán en el capítulo siguiente y también de un diagrama de Gantt que resume la programación mensual de la planta.

Estas mejoras implementadas como se mencionó anteriormente corresponden a una reestructuración del proceso de planeación y programación de la empresa, en el cual ahora se tiene:

- Cálculo de la capacidad requerida determinado por una base de datos de tiempos.
- Oportunidad de evaluación de los diferentes escenarios de producción para determinados niveles de utilización de la capacidad de la planta.

- Cálculo automático de la programación de la producción, correspondiente a la capacidad planeada.
- Generación automática de la información a suministrar a las diferentes secciones de producción.
- Verificación de la planeación con indicadores de cumplimiento en cada sección que permiten identificar el lugar origen de los incumplimientos para una posterior evaluación.

7 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EVALUAR LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

En términos generales, un indicador es la medida cuantitativa o la observación cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar qué tan bien está funcionando un sistema, dando la voz de alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo, una vez se tenga claridad sobre las causas que lo generaron. Por lo tanto teniendo en cuenta los lineamientos de la gerencia se establecen unos indicadores que permitan una evaluación del proceso de planeación y programación de la producción y de la ejecución de estas. Estos indicadores serán calculados automáticamente por la H.I. una vez se ingresen los datos correspondientes.

Los indicadores planteados se clasifican en dos clases; indicadores de capacidad y de cumplimiento, y sus fichas técnicas son presentadas a continuación.

7.1 INDICADORES DE CAPACIDAD

Como se mencionó en el capítulo cinco se establecieron dos indicadores para analizar la capacidad de la planta de producción.

✓ (1) Capacidad efectiva.

Indica el nivel de utilización de la planta que se planeó utilizar, lo cual permite realizar análisis posteriores de las necesidades de la misma en escenarios diferentes de demanda.

Ilustración 5. Ficha técnica indicador “Capacidad Efectiva”.

NOMBRE DEL INDICADOR: Capacidad efectiva.	
RESPONSABLE DEL INDICADOR: Jefe de producción.	FRECUENCIA DE CÁLCULO: mensual.
DESCRIPCIÓN: Equivale al número de horas productivas del número de horas totales disponibles para un periodo; es decir a la cantidad usada de la máxima capacidad (capacidad instalada).	
OBJETIVO: Determinar que porcentaje de la capacidad máxima de la planta de producción está puesto a disposición.	
FORMULA: $\frac{\text{Capacidad disponible}}{\text{Capacidad instalada}} = \frac{\text{horas de mano de obra disponible en el mes}}{\text{horas de mano de obra disponible en el mes utilizando la máxima capacidad}}$	

Fuente: Autor.

✓ (2) Porcentaje de eficiencia

Ilustración 6. Ficha técnica indicador “porcentaje de eficiencia”.

NOMBRE DEL INDICADOR: Porcentaje de eficiencia.	
RESPONSABLE DEL INDICADOR: Jefe de producción.	FRECUENCIA DE CÁLCULO: mensual.
DESCRIPCIÓN: Corresponde al grado de aprovechamiento de la capacidad usada para generar outputs.	
OBJETIVO: Determinar que porcentaje de la capacidad disponible de la planta de producción se utilizó durante el periodo.	
FORMULA: $\frac{\text{Capacidad demostrada}}{\text{Capacidad disponible}} = \frac{\text{horas de mano de obra utilizadas en el mes}}{\text{horas de mano de obra disponible en el mes}}$	

Fuente: Autor.

El porcentaje de eficiencia es la razón entre la capacidad de planta planeada y la que realmente se utilizó; por lo que nos indica la relación entre la planeación y ejecución de lo planeado.

7.2 INDICADORES DE CUMPLIMIENTO

Con el fin de realizar la verificación de la programación de la producción, se establecen unos indicadores de cumplimiento que nos señalan si la producción se realizó de acuerdo al programa para de no ser así entrar a investigar las posibles causas de estas desviaciones.

Ilustración 7. Ficha técnica indicador "índice de cumplimiento".

NOMBRE DEL INDICADOR: Índice de cumplimiento	
RESPONSABLE DEL INDICADOR: Jefe de producción.	FRECUENCIA DE CÁLCULO: mensual.
DESCRIPCIÓN: Corresponde al grado de aprovechamiento de la capacidad usada para generar outputs.	
OBJETIVO: Verificar el cumplimiento del programa de producción.	
FORMULA: $\frac{\text{pedidos entregados según la fecha del programa de producción}}{\text{pedidos programados}}$	

Fuente: Autor.

Gracias a las fichas de cumplimiento se obtiene la información necesaria para hallar unos indicadores de cumplimiento de la programación de la producción.

Estos índices de cumplimiento nos permiten identificar las secciones en donde se generan mayores incumplimientos para entrar a estudiar las diferentes problemáticas que se estén dando en dichas secciones.

8 DISEÑO DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA (H.I.)

El propósito principal con que fue creada la herramienta fue el impacto que se generaría sobre la empresa al disponer de una manera organizada de toda la información necesaria en busca de que la planeación y programación de la producción se realice de la manera más conveniente teniendo en cuenta la utilización de los recursos y las necesidades de los clientes.

La información brindada por el director del proyecto gracias a su experiencia en el área de planeación, programación, manejo de herramientas informáticas y como docente fue de gran apoyo en el proceso de programación; así como el acompañamiento del tutor suministrando los requisitos y necesidades de la empresa fueron de vital importancia en todas las fases de creación de la H.I. para que esta cumpliera con los objetivos establecidos, permitiendo que el proceso de programación de la producción tenga un mayor rendimiento, aprovechamiento y control.

La fase de diseño fue desarrollada en base a un ciclo PHVA¹⁴ conformado por subfases de análisis, diseño, validación y rediseño.

¹⁴ PHVA: Ciclo de Deming o de mejora continua conformado por fases de planear, hacer, verificar y actuar.

✓ Fase de Análisis

Esta fase es muy importante al inicio del desarrollo del sistema. Para que su resultado sea óptimo es importante revisar el ámbito del mismo en busca de lo que el usuario final requiere, estableciendo una base para el diseño de sistema, y definiendo un conjunto de requisitos que se puedan verificar una vez que el desarrollo culmine. Dentro del análisis se identificaron las características que la H.I. debía poseer así como las que le podían agregar valor, de modo que en la fase posterior de diseño se garantizara un herramienta que cumpliera con los objetivos planteados.

Descripción del usuario final

Existen dos tipos de usuarios de la H.I. El usuario principal de esta es el jefe de producción Penagos Hermanos y Cia Ltda. Ya que es la persona que tiene como función realizar la planeación y programación de la producción; sin embargo para efectos de análisis y toma de decisiones la dirección puede usar la herramienta para soportar algún tipo de propuesta.

Identificación de Requisitos

Esta etapa consiste en determinar qué información se requiere requisitos para el óptimo funcionamiento de la H.I.

Tabla 8. Información necesaria para el funcionamiento de la herramienta.

Información de actualización mensual		Información fija o de variación esporádica
Inicio de mes	Fin de mes (retroalimentación)	
Requisitos de ventas (pedidos)	Fichas de cumplimiento	Registro histórico de producción hasta la fecha de construcción de la H.I.
Fecha de entrega de pedidos	Registro de entregas a bodega	
Recursos disponibles		Capacidad de los diferentes procesos

Fuente. Autor

✓ Fase de Diseño

Teniendo en cuenta las funciones objetivas de la H.I. se optó por programarla en Microsoft Excel utilizando una combinación de funciones y programación VBA¹⁵.

Inicialmente se realizó un diseño rápido basado en la información obtenida en la fase de análisis; este contenía únicamente la distribución de los diferentes componentes y como sería su iteración, y fue el punto de partida para la programación de la H.I.

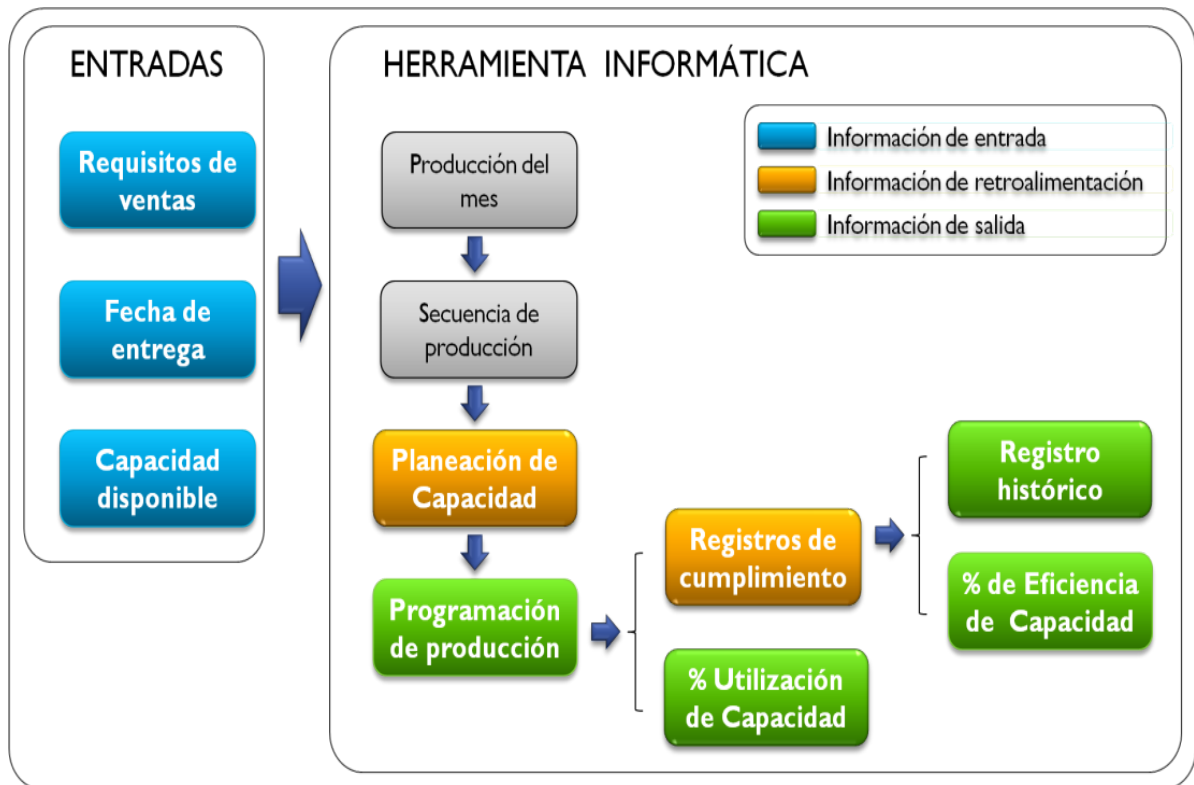
El diseño de la H.I.se realizó siempre tomando las siguientes necesidades del usuario final:

¹⁵ (Visual Basic for Applications) es el lenguaje de macros de Microsoft Visual Basic

- ✓ Fácil manejo.
- ✓ Necesitar la menor cantidad posible de entradas de información para realizar sus labores.
- ✓ Presentar los resultados de la manera más concreta posible.

En la ilustración 8. Se observa el diseño lógico de la H.I.

Ilustración 8. Diseño lógico de la H.I.



Fuente. Autor

✓ **Fases de validación y rediseño.**

La validación del diseño de la H.I. se realizó en la etapa de implementación de la misma. Esta validación a su vez dio las pautas necesarias para la fase de rediseño; teniendo como resultado final el diseño de la herramienta informática que se presenta a continuación.

8.1 MENÚ DE INICIO

Con el fin de facilitar la navegación del usuario por la Herramienta Informática (H.I.) se diseñó este menú que permite acceder a todos los componentes principales de la H.I. y para ello consta de links que están enlazados a dichos componentes. Para ir a este menú se pueden utilizar los botones que así lo indiquen o simplemente utilizar el comando (Ctrl+i) desde cualquier componente de la H.I.

Ilustración 9. Menú inicial de la H.I.



Fuente: Autor

8.2 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

En este componente se encuentra la base de datos de los productos fabricados por la empresa, clasificados en sus respectivas familias y con los tiempos de procesamiento en las diferentes secciones de la planta de producción. La clasificación de familias sirve como filtro para una búsqueda más rápida de cada producto; así mismo la actualización de esta base de datos es sencilla, ya que solo se necesita reemplazar si estamos hablando de tiempos y cada familia de productos cuenta con un número de cupos vacíos que permite el ingreso de nuevos productos, para lo cual se hace necesario de igual manera ingresar sus respectivos tiempos.

Ilustración 10. Captura de la H.I. Base de datos del portafolio de productos de Penagos Hermanos y Cía Ltda.

[illegible]

Fuente: Autor

En la ilustración se muestran las diferentes referencias de la línea ecoline con algunos de sus tiempos de procesamiento en la sección de mecanizado (la base de datos completa se encuentra en el anexo 3)

8.3 REALIZAR PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

Para realizar un programa de producción se creó un menú en el que el usuario deberá ingresar la información de los diferentes lotes de productos que conformarían este programa. Esta información consta de:

- ✓ Referencia de producto.
- ✓ Tamaño del lote.
- ✓ Fecha de entrega.
- ✓ Destino del lote.
- ✓ Grupo de ensambladores responsables.

Esta información se puede ingresar a través de pestañas que muestran diferentes opciones para evitar que se ingresen datos inválidos como referencias de productos, fechas o grupos de ensambladores inexistentes; también se puede ingresar la información digitando directamente de ingresarse datos inválidos en esta caso se activarán las casillas en color rojo en señal de alerta.

Ilustración 11. Captura de la H.I. Módulo de ingreso de pedidos.

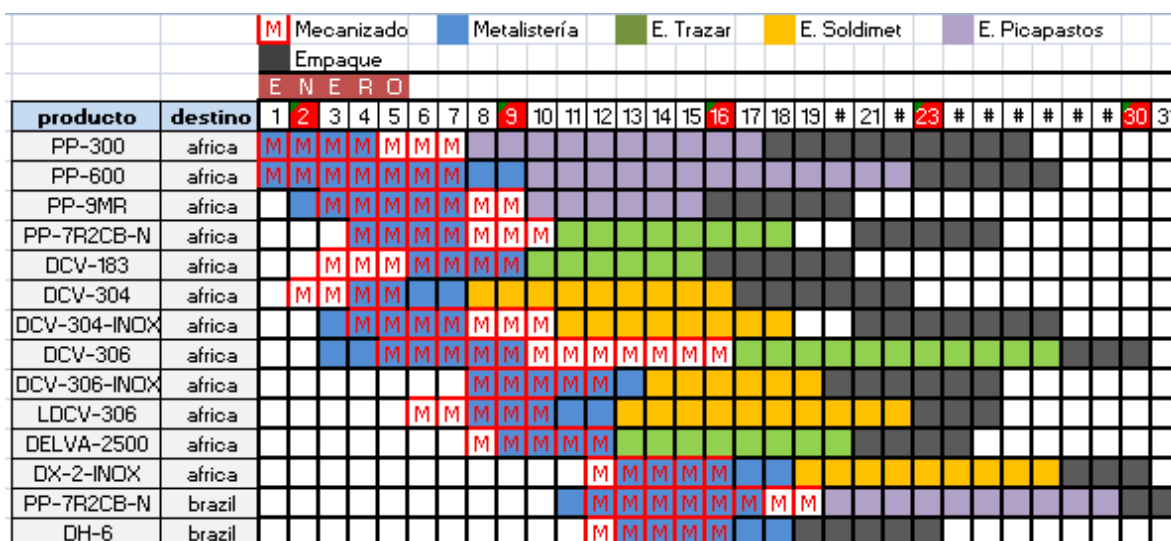
[illegible]

Fuente: Autor.

8.4 DIAGRAMA DE GANTT

Para obtener una visión más clara del programa de producción ingresado se diseñó un diagrama de Gantt en el que se muestra en que lote se encuentra trabajando cada sección día a día.

Ilustración 12. Captura de la H.I. diagrama de Gantt



Fuente: Autor

8.5 DIAGRAMA CALENDARIO

Una de los principales cambios que la H.I. genera al proceso de planeación y programación de la producción como se mencionó en el diagnóstico de este proceso (número 4.4) es que la programación se manejaba en función de la fecha de entrega del lote terminado a la Bodega y con la H.I. se tiene las fechas de entrega entre secciones. Teniendo en cuenta la premisa del diseño de la H.I. de presentar la información de la manera más concreta posible, se diseñaron unos diagramas para cada sección en forma

de calendario en los que se identifica claramente las fechas de inicio y finalización programadas en la respectiva sección en el mes correspondiente.

Ilustración 13. Captura de la H.I. diagrama calendario de la sección de metalistería.

SECCIÓN:	METALISTERÍA	MES:	ENERO	AÑO:	2011	
DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
						1
2	3 INICIA: -PP-300(25)	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21 FINALIZA: -PP-300(25)	22 INICIA: -PP-600(20)
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Fuente: Autor

8.6 DISEÑO DEL COMPONENTE PROGRAMADOR DE LA PRODUCCIÓN.

La programación de la producción se realiza priorizando los lotes según la regla de margen de tiempo restante (STR, por sus siglas en inglés). Éste margen es calculado como el tiempo que resta para la entrega del pedido menos la duración de su procesamiento. Los pedidos que tiene menos margen de tiempo restante son procesados primero. Se utilizó esta regla ya que determina que lote debe empezar primero para favorecer la entrega a tiempo del producto al cliente.

Al ingresar un programa de producción la H.I. permite que se cambien los recursos de capacidad disponibles (aumentar o disminuir horas a los recursos) para lograr una planeación de la producción adecuada para el nivel de producción.

La secuencia para que la H.I. realice la programación está establecida de la siguiente forma:

- Validar la información de capacidad disponible.
- Ingresar el programa de producción como se describe en el capítulo 8.

Al variar esta información podemos obtener diferentes escenarios que se podrán observar en los distintos diagramas descritos anteriormente.

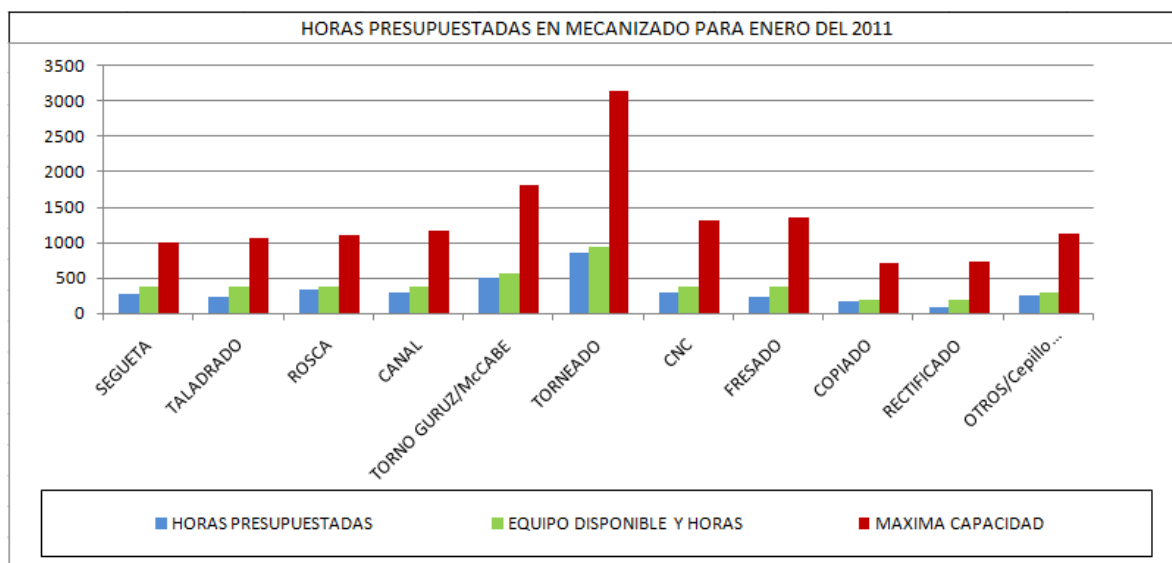
8.7 COMPONENTE DE CAPACIDAD

Este componente es la información fundamental para el funcionamiento de la H.I. ya que consta de una base de datos de los tiempos requeridos en los diferentes procesos para cada una de las referencias de productos y se encuentran en el portafolio de productos (ver numeral 8.2). Estos tiempos fueron proporcionados por la empresa; fueron en parte tomados y en parte estimados por los coordinadores de la planta, ya que no todas las referencias se fabricaron mientras se recopiló esta base de datos (ver anexo 3).

La otra parte de la H.I. que hace referencia al tema de capacidad es su análisis, que está determinado como uno de los indicadores de la planeación y programación que la H.I. calcula. Esta información se presenta mediante

diagramas de barras que comparan la capacidad de planta utilizada en ella programación planteada con la capacidad disponible y la máxima capacidad.

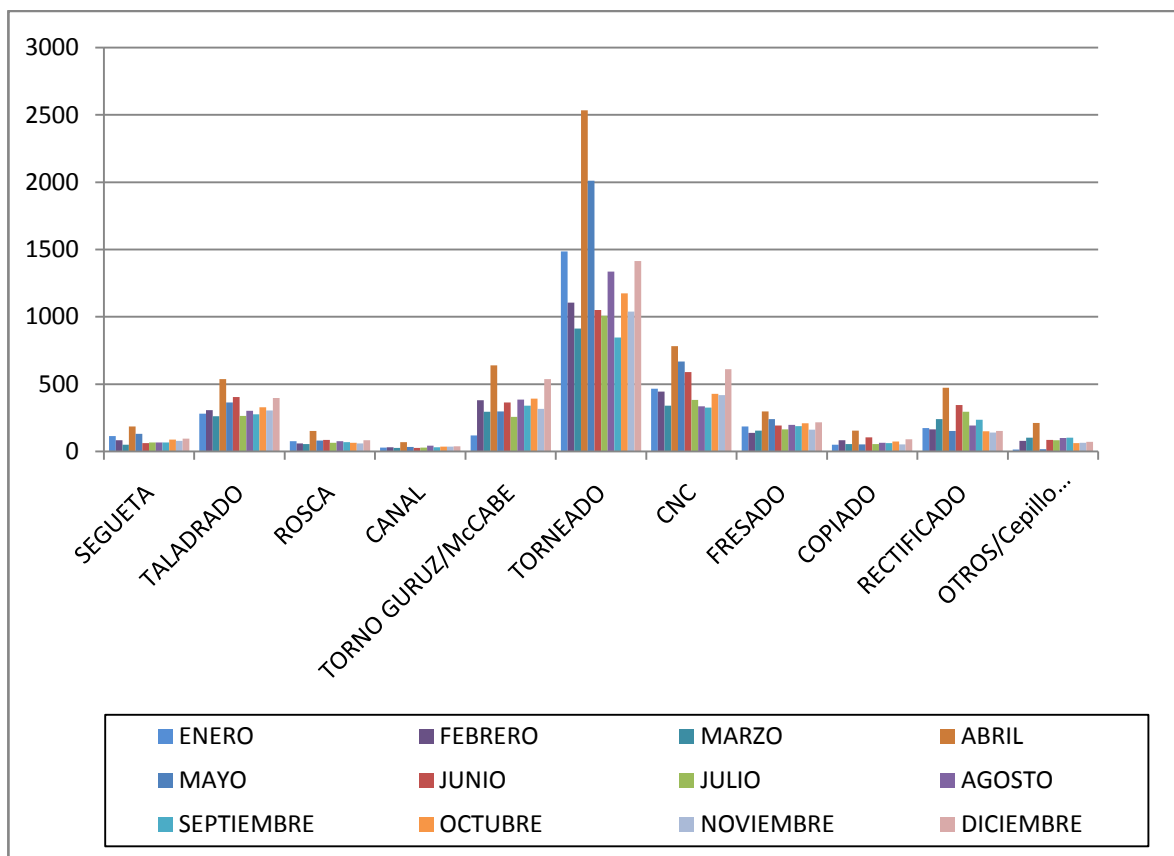
Ilustración 14. Captura de la H.I. diagrama capacidad para mecanizado.



Fuente: Autor

Adicionalmente en el componente de Registro Histórico se encuentra estipulada la capacidad demostrada o utilizada (ver numeral 5.3), en forma de diagrama de barras que compara mes a mes que capacidad de la planta se utilizó en el respectivo periodo.

Ilustración 15. Captura de la H.I. Capacidad de planta utilizada mes a mes 2010.



Fuente: Autor

8.8 COMPONENTE DE REGISTRO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN.

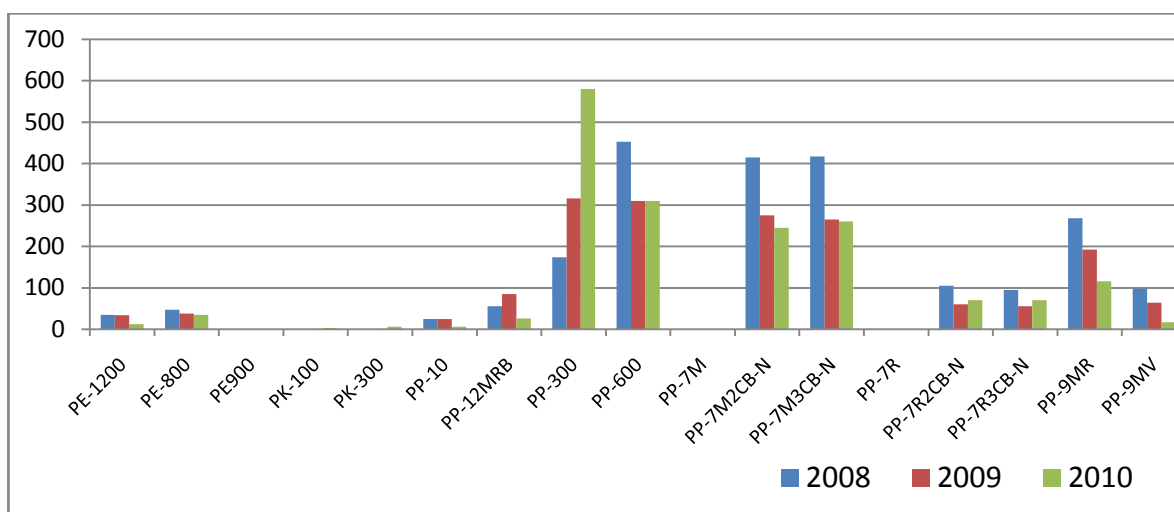
Este componente contiene el registro histórico de los productos entregados a la bodega desde el año 1994 hasta la fecha, clasificados en sus respectivas familias y acompañados de un diagrama de barras así:

Ilustración 16. Captura de la H.I. Informe de producción de picapastos 1994-2010

INFORME DE PRODUCCIÓN DE PICAPASTOS DESDE 1994 A 2010																		
PRODUCTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006*	2007	2008	2009	2010	TOTALES
PE-1200									21	40	60	50	21	58	35	34	12	331
PE-800										41	42	39	49	125	47	38	35	416
PE900										41	42	36	14					133
PK-100																1	3	4
PK-300																1	6	7
PP-10	15	15	35	20	20	20	20	40	50	30	69	38	59	41	25	25	6	528
PP-12MRB	12	15	10	10	15	0	0	5	3	3	0	21	82	85	56	85	26	428
PP-300															174	316	580	1.070
PP-600										41	42	168	285	701	453	310	310	2.310
PP-7M	350	500	250	205	245	120	140	280	300	365	330	645	995	1274				5.999
PP-7M2CB-N															415	275	245	935
PP-7M3CB-N															417	265	260	942
PP-7R	60	120	100	60	140	20	70	110	140	170	210	352	258	316				2.126
PP-7R2CB-N															105	60	70	235
PP-7R3CB-N															95	56	70	221
PP-9MR	110	90	105	60	70	30	50	100	110	155	228	375	655	341	268	192	116	3.055
PP-9MV	130	130	40	50	70	30	20	70	80	105	98	147	127	136	98	64	17	1.412
																		-
																		-
TOTAL AÑO	677	870	540	405	560	220	300	605	704	991	1121	1871	2547	3077	2188	1722	1756	18.398

Fuente: Autor

Ilustración 17. Captura de la H.I. diagrama de producción de picapastos 2008-2010



Fuente: Autor

Además cuenta con un registro mes a mes de las entregas a bodega que está enlazado con los registros de producción clasificados por familias que se indicaron anteriormente.

Por su amplio contenido este componente cuenta con un menú para direccionar de manera más sencilla al usuario a su destino, a este menú se puede acceder con el comando (Ctrl+h).



Fuente: Autor

9 IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA INFORMÁTICA

Antes de la puesta en marcha de la H.I. se realizó primero una verificación del correcto funcionamiento del componente de programación de la producción junto a los coordinadores de la planta quienes consideraron acertados los cálculos realizados por esta; además se ingresaron datos de anteriores programas de producción obteniendo resultados satisfactorios sobre el desempeño de la H.I.

Una vez comprobado el correcto funcionamiento de la programación realizada por la H.I. se realizó un rediseño de la herramienta con el objetivo de facilitar la navegación del usuario en esta.

Para verificar que el nuevo diseño cumplía con el objetivo planteado se realizó una prueba con el usuario final de la herramienta que en este caso es la ingeniera de producción, para darle a conocer el programa y su funcionamiento, así como la oportunidad familiarizarse con la interfaz de la herramienta en general, sus funciones y los formatos que arroja como resultados. Con esta prueba se verificó el correcto funcionamiento de los siguientes aspectos:

- Correcto ingreso a la aplicación.
- Creación, y asignación de componentes tales como: requisitos de ventas, fechas de entrega, recursos disponibles y producción del mes.

- Generación de reportes de programación de la producción, registro histórico y sistema de indicadores para el diligenciamiento de los mismos.
- Generación de gráficas tipo calendario para la programación de la producción de las diferentes secciones.
- Enlaces correctos.

Al finalizar la Fase de construcción de la herramienta se realizaron pruebas que centraron en los requisitos funcionales del sistema y finalmente se realizaron las pruebas necesarias con la tutora del proyecto donde se evaluó el correcto funcionamiento de la H.I. y si el diseño fue apropiado y de fácil entendimiento.

Teniendo en cuenta las sugerencias hechas en las pruebas realizadas se modificaron algunos detalles de diseño y se agregaron algunas funciones que mejoran el proceso de planeación y programación de la producción.

Para la evaluación final de la H.I se realizó una lista de chequeo que contiene las funciones objetivo de dicha herramienta y si cumple o no con dichas funciones, esta lista de chequeo fue revisada con la tutora del proyecto que es la usuaria final de la H.I. (ver anexo 4)

10 CONCLUSIONES

- ✓ La Información generada por la H.I en cuanto al establecimiento de las oportunidades de información en la organización permiten a la organización definir con mayor claridad las estrategias y proyectos que se planeen en un futuro para la empresa.
- ✓ Gracias a los indicadores de capacidad y rendimiento de la planta, generados por la H.I. inmediatamente se planea un programa de producción, se permite evaluar los diferentes escenarios en cuanto a productos fabricados, recursos a utilizar y su disponibilidad para determinar que escenario es el más conveniente bajo el criterio de estos indicadores.
- ✓ Las fichas de cumplimiento contienen la información necesaria para que la H.I. realice una verificación de la planeación y permite a la empresa identificar en que sección se generan incumplimientos para realizar un análisis de las posibles causas.
- ✓ Al realizar un análisis de la información arrojada en la verificación de la planeación y tomar decisiones a partir de este se genera un ciclo de mejora continua para el proceso productivo.

- ✓ El índice de cumplimiento y la eficiencia de la planta generados por la H.I. son indicadores que permiten a la empresa realizar un análisis del estado del proceso productivo.

11 RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar el seguimiento al cumplimiento de la programación de la producción de la forma que se planteó en este proyecto para las diferentes secciones de la planta, para asegurar que el proceso de planeación y programación que está contemplado en la H.I. se lleve con éxito.
- ✓ Realizar un análisis de las principales razones que generan los incumplimientos identificados para generar acciones de mejora con el fin de erradicarlas o disminuirlas según sea el caso. Este análisis podría realizarse junto con los líderes de producción y su resultado debería ser presentado en el comité de manufactura.

12 BIBLIOGRAFÍA.

- CHASE, Richard B., JACOBS F. Robert, AQUILANO Nichikas J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Décima edición. México, Mc Graw Hill, 2005.
- NARASIMHAN, Sim, MCLEAVEY, Dennis, BILLINGTON, Peter, Planeación de la producción y control de inventarios.
- BALLOU, Ronald H., Logística: Administración de la cadena de suministro. Quinta edición, Pearson Educación, México, 2004.

ANEXO 1. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS POR PENAGOS HERMANOS

1. MAQUINARIA AGRÍCOLA

1.1. Unidad Compacta de Beneficio Ecológico. ha sido diseñada bajo los más rigurosos estándares de calidad con el fin de obtener bajos porcentajes de cascarilla y café trillado, y de permitir una clasificación de la pasilla (segundos y terceros) gracias a que posee una criba circular de varillas que permite el paso de grano de buena calidad hacia el desmucilaginador.

Las referencias que componen esta familia de productos son:

- UCBE 1500
- UCBE 2500
- UCBE 5000
- UCBE 7500
- UCBE 10000
- UCBE 20000
- DELVA 5.000
- DELVA 7.500
- DELVA 10.000
- DX-4
- ECOLINE 400
- ECOLINE 400Z
- ECOLINE 400ZS
- ECOLINE 800Z
- ECOLINE 800ZS
- ECOLINE 1.600
- DELVA 40S
- DELVA 50S

La referencia indica el número de kilogramos que la máquina puede procesar.

Ilustración 1. Productos referencia UCBE



Fuente: www.penagos.com

1.2. Unidades de beneficio húmedo de café ROBUSTA. Permite beneficiar el café robusta por el sistema húmedo tal y como se hace con el café arábica, adecuando la nueva tecnología de beneficio a las características especiales del café robusta, para lograr un producto de más alta calidad, en un proceso muy controlado y eficiente, que involucra la clasificación de la fruta, transporte, despulpado, repaso, y lavado mecánico, en desmucilaginosos verticales ascendentes, dejando el grano pergamino listo para el proceso de secado. Se involucra una unidad de clasificación que por densidad separa los granos mas adecuados para el beneficio húmedo, a la vez que atrapa piedras y objetos duros para mejorar la confiabilidad y la vida útil de los equipos.

Referencias (el número hace referencia a la cantidad en kilogramos q está en capacidad de procesar)

Ilustración 2. Unidad de beneficio húmedo ROBUSTA



- Robusta 600
- Robusta 1500
- Robusta 2500

Fuente: www.penagos.com

1.3. Despulpadoras Horizontales (DH). Nuevas Despulpadoras Horizontales fabricadas en costados de lámina, con pechero de hierro fundido rectificado, despulpa totalmente sin agua, minimizando el daño mecánico y el cascareo, sin pérdida de grano en la pulpa. Con transmisión silenciosa de cadena y piñón, durables camisas de acero inoxidable y pintura a base de poliuretano.

Modelos DH-2 y DH-4 (el numero hace referencia a su capacidad en kilogramos)

Ilustración 3. Despulpadoras horizontales DH-2 y DH-4.



Fuente: www.penagos.com

1.4. Trituradores de Desechos Vegetales – TDV. Los trituradores/picadores PENAGOS HERMANOS han sido especialmente diseñados para procesar Desechos Vegetales, de tal modo que al mismo tiempo que permiten una considerable reducción de volumen, preparan el material para ser utilizados en posteriores procesos de compostaje y/o elaboración de otros productos derivados.

El triturado se logra gracias a la acción de martillos retráctiles tipo sierra de 6 usos, dispuestos a lo largo de la cámara de triturado, mientras que el picado se realiza utilizando una tolva lateral, que con la ayuda de tres (3) cuchillas móviles permite picar caña de azúcar y podas de árboles de hasta 1.5" de diámetro.

Los trituradores/picadores PENAGOS HERMANOS vienen en cinco (5) modelos diferentes, dependiendo del volumen de material a procesar, de los sistemas de

alimentación y evacuación que mejor se adapten a sus necesidades y de las condiciones de instalación que se presenten.

Las referencias que componen esta familia de productos son:

Ilustración 4. Máquinas Trituradoras de Desechos Vegetales.

- TDV 24
- TDV 24AR
- TDV 24 BT
- TP 32
- TRP 11

Fuente: www.penagos.com

1.5. Picapastos. Para el diseño y elaboración de estos equipos se han utilizado los más rigurosos estándares de calidad, complementado con excelentes procesos de manufactura, buscando atender tanto el pequeño como el mediano productor, pensando no sólo en su funcionamiento continuo, mínimo mantenimiento, bajo consumo de potencia, sino también en su versatilidad y sencillez. Las referencias que componen esta familia de productos son:

Ilustración 5. Máquinas Picapastos.

- PP7M
- PP600
- PP9 MV
- PP9 MR
- PP10/PP10T



Fuente: www.penagos.com.

1.6. Molinos. Diseñado para moler materiales húmedos, semisecos y secos. Novedoso sistema de graduación de los discos molidores que le garantizan conservar la tolerancia según la calidad del producto que se quiera obtener. El TP32 es una combinación de triturador, picapastos y ensiladora. Está diseñado para triturar granos, forrajes (pastos verdes y secos, caña dulce, mazorca de maíz, tusas etc.). Las referencias que componen esta familia de productos son:

Ilustración 6. Molinos

- MDP 60
- TP 32



Fuente: www.penagos.com.

1.7. Desgranadores: El portafolio de productos PENAGOS HERMANOS destinados a la producción agroindustrial, incluyen entre otros Desgranadoras de Cereales (DC), Desgranadoras de Maíz (DM), Molinos de Disco y Picapastos, los cuales pueden adaptarse tanto a motores de gasolina como a motores eléctricos. Las referencias que componen esta familia de productos son:

Ilustración 7. Desgranadores

- DM 10
- DM 2
- DM 20/DM20T
- DC 4000



Fuente: www.penagos.com

1.8. Picadora ensiladora. Pica caña, pasto, sorgo, maíz, desechos de cosechas y en general todo tipo de forraje. Versátil por los diferentes tamaños de corte, le permite desde un picado fino para ensilaje, hasta un picado largo ideal para la ración diaria. Las referencias que componen esta familia de productos son:

Ilustración 8. Picadora Ensiladora

- PE-1200
- PE 1200T
- PE-900
- PE-800



Fuente: www.penagos.com

1.9. Trapiches: es un molino utilizado a fin de extraer el jugo de determinados frutos de la tierra, como la caña de azúcar. Las referencias que componen esta familia de productos son:

Ilustración 9. Trapiches

- TH6
- TH8
- TH10
- TH12
- TH16
- TH16M
- TH20ML



Fuente: www.penagos.com

2. ACCESORIOS PARA LA INSTALACIÓN DE GAS DOMICILIARIO

Utilizados para la instalación de acometidas en las viviendas para gas domiciliario, algunos se utilizan de forma subterránea.

2.1. Conector Curvo – CU. Modelos desarrollados:

Ilustración 10. Conectores curvos

- CU 1/2"
- CU 3/8"



Fuente: www.penagos.com

2.2. Conector Medidor - CM. Modelos desarrollados:

Ilustración 11. Conector medidor

- CM-1/2"
- CMB-1/2"
- CMP-1/2"
- CM-1/2"-CC



Fuente: www.penagos.com

2.3. Elevador Modular - EM y Convencional – EC. Modelos desarrollados:

Ilustración 12. Elevadores

- EMD-1/2"-IPS/M
- EMD-1/2"-CTS
- EMD-3/4"-IPS/M
- EM-1/2"



Fuente: www.penagos.com

2.4. Unión Universal – U. Modelos desarrollados:

Ilustración 13. Uniones universales

- U-3/4"
- U-1/2"
- U-3/8"
- U-1/2" HM



Fuente: www.penagos.com

ANEXO 2.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA¹⁶

El análisis de capacidad es una herramienta muy importante para las empresas cuando necesitan realizar proyecciones de producción o desean revisar como sería su comportamiento ante situaciones críticas de demanda. La capacidad instalada hace referencia al máximo nivel de producción al que podría llegar la empresa en un periodo determinado de tiempo, además sirve como herramienta en la toma decisiones como podrían ser la ampliación en la cantidad de recursos o el mejoramiento de los mismos.

Particularmente PENAGOS atraviesa una situación de incertidumbre ya que algunos factores externos (tanto nacional como internacionalmente) han provocado grandes fluctuaciones de demanda en los productos que ofrece y esto ha despertado un gran interés por la realización del análisis de capacidad para las secciones de Mecanizado y Metalistería. Estas dos secciones son el inicio del proceso productivo y representan cerca del 70% del lead time¹⁷.

¹⁶ Fuente: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE VALOR Y DE LOS RECURSOS RESTRICTIVOS DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (RRCP) EN LAS ÁREAS DE MECANIZADO Y METALISTERÍA EN LA PLANTA INDUSTRIAL DE PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA.

¹⁷ Este tiempo es calculado con un alto nivel de subjetividad. Se realiza seguimiento a la orden de producción por medio de tiempos takt de la sección como proceso global.

El análisis de capacidad se realiza teniendo en cuenta los productos más representativos determinados mediante el análisis Pareto¹⁸ y los requerimientos de la empresa. Se evalúan diversas situaciones de demanda de los últimos meses, proyecciones de demanda y licitaciones en las que se desea incursionar.

1 ESTUDIO DE TIEMPOS

Inicialmente se debe realizar el estudio de los tiempos de producción actuales para determinar los tiempos tipo y así proceder al análisis de capacidad. Actualmente en PENAGOS el horario establecido es de 6:30 am a 3:30 pm con dos recesos de 20 minutos cada uno. La contratación por cooperativas de trabajo asociado permite que los operarios excedan este turno y estos trabajen horas adicionales e incluso trabajen turnos de 6:00 pm a 6:00 am. esporádicamente.

Lo anterior significa que diariamente se trabajan 500 minutos de lunes a viernes y los sábados 340 minutos. Concluyendo, mensualmente (4 semanas) se laboran 11360 minutos.

El estudio de tiempos se realiza teniendo en cuenta solo los productos de mayor relevancia para la empresa, los cuales fueron determinados mediante el diagrama Pareto.

Los resultados de este análisis indican que los productos sobre los que se debe realizar el análisis de tiempos son:

¹⁸ Diagrama que permite encontrar la máxima concentración de los datos en el mínimo número de grupos, separando los pocos importantes de los muchos triviales.

Tabla 1. Productos más representativos.

Producto	Relevancia (%)
Picapasto P7M	17%
Picapasto PP600	14%
Picapasto PP300	12%
UCBE 1500	11%
Despulpadora DH4	5%
Despulpadora DH2	4%

Fuente: Autores del Proyecto

Es importante aclarar que la UCBE 1500 es uno de los productos más importantes debido a la mayor exigencia de recursos, su demanda permanente y su rentabilidad. Las anteriores características hacen de la UCBE represente un mayor esfuerzo para la planta de producción convirtiéndolo en uno de los productos de mayor trascendencia para la empresa.

De acuerdo a la anterior información se realiza el estudio de tiempos para las secciones de Mecanizado y Metalistería por medio de la metodología de toma de tiempos por cronometro. El tamaño de la muestra para la evaluación de cada proceso se determinó de acuerdo a la tabla propuesta por la OIT para la toma de los tiempos.

Tabla 2. Tamaño de la muestra en estudio de tiempos por cronometro

Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos recomendado
Hasta 0,1	200
Hasta 0,25	100
Hasta 0,5	60
Hasta 0,75	40
Hasta 1.00	30
Hasta 2.00	20
Hasta 5.00	15
Hasta 10.00	10
Hasta 20.00	8
Hasta 40.00	5
Más de 40.00	3

Fuente: ORTIZ, Nestor Raul. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Primera edición. Bucaramanga: Ediciones UIS, 1999.

Teniendo en cuenta la tabla anterior se procede a tomar los tiempos de cada proceso para cada producto.

Al tomar los tiempos siempre se realiza una indagación a los operarios pretendiendo conocer de manera detallada cada proceso para no incurrir en errores. Asimismo se tomaron tiempos a los operarios que conocen en el proceso y tienen experiencia.

Tabla 3. Resumen de tiempos tipo (Puestos de trabajo Mecanizado)

Puesto de trabajo →	Segueta	Taladro	Roscadora	Acanaladora	Torno gurutze	Torno	Torno CNC	Fresa	Rectificado	Alesadora/ cepillo
Cantidad →	1	2	1	1	1	6	3	1	1	1
Producto ↓										
Picapastos P7M	8,81	25,22	3,73	3,02	26,03	9,05	19,1	32,24	0	0
Picapastos PP300	0	33,33	0	0	25,6	2,58	9,89	26,8	0	0
Picapastos PP600	2,4	38,5	0	0	0	15,52	13,7	40,4	0	0
Despulpadora DH4	15,22	26,7	6,96	0	30,45	17,8	30,68	63,46	47,4	0
Despulpadora DH2	10,27	22,1	6,96	0	0	26,36	44,11	62,56	30,6	0
UCBE 1500	150,53	264,78	0	18,95	19,2	263,94	90,21	459,4	32,6	7,9

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 4. Resumen de tiempos tipo (Puestos de trabajo Metalistería)

Puesto de trabajo →	Cizalla	Plasma manual	Punzonadora	Cizalla universal	Tijera	Dobladora	Lijadora	Soldadura	Esmeril	Forja	Disco	Troqueladora	Plasma CNC	Prensa	Cilindradora
Cantidad →	1	1	1	1	1	1	1	8	5	1	1	1	1	1	1
Producto ↓															
Picapastos P7M	27,74	4,25	25,13	11,04	2,65	16,61	3,38	12,6	4,19	8,37	2,87	16,82	2,43	0	0
Picapastos PP300	13,77	0	18	36	0	61,4	0	6,61	5,16	14	0	25,6	1,1	13,7	3,2
Picapastos PP600	31,2	3,5	28,04	10,4	10,2	23,9	12	6,3	1,04	0	0	2	0	9,7	0
Despulpadora DH4	9,45	0	2,5	0	0	4,61	1,79	0,93	0	0	0	3,85	0,9	3,81	2,4
Despulpadora DH2	4,23	0	0	0	0	2,81	1,79	0,49	0	0	0	2,4	0,9	3,81	0
UCBE 1500	95,11	21,58	91,83	26,14	10	2,34	69,6	276,18	37,93	0	0	20	45,1	14,04	36,03

Fuente: Autores del proyecto

2 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA Y UTILIZADA.

Para este análisis se realizan varias corridas de demanda, estas obedecen a posibles escenarios a los que podría enfrentarse la empresa en caso de que se ganaran algunas licitaciones y que la demanda de sus productos continúe con tendencia al alza. En estos escenarios se realizan diferentes mezclas de los productos estudiados anteriormente.

El objetivo de este análisis es determinar cuáles recursos restringen la capacidad de producción y cuales restringen la capacidad de atender la demanda pronosticada para los próximos meses.

Como se mencionó anteriormente mensualmente se laboran 11360 minutos, número que se toma como límite para determinar los recursos restrictivos.

Los escenarios de demanda propuestos se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 5. Escenarios de demanda

PRODUCTO	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Picapastos P7M	46	74	110
Picapastos PP300	45	81	140
Picapastos PP600	55	81	105
Despulpadora DH4	53	65	95
Despulpadora DH2	56	67	95
UCBE 1500	2	6	15

Fuente: Autores del proyecto

En la tabla anterior se observar los siguientes escenarios:

1. Escenarios de demanda baja (Mes 1)
2. Escenarios de demanda media (Mes 2)
3. Escenarios de demanda alta (Mes 3)

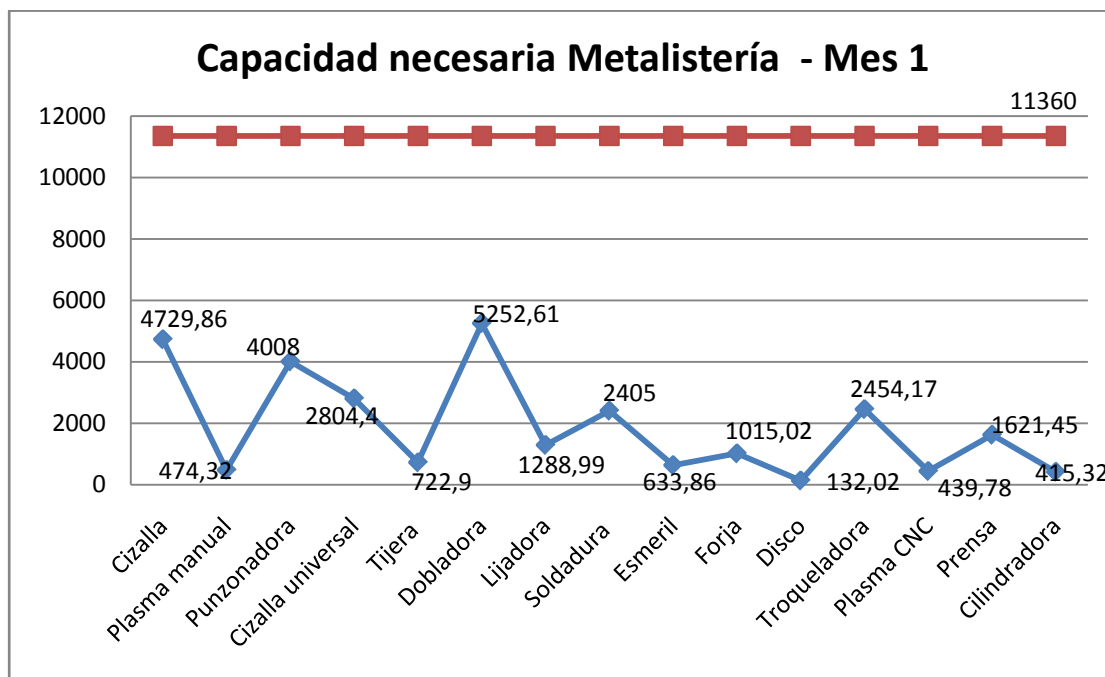
Para la demanda baja, media y alta de todos los productos, se tomó en cuenta los datos del año 2009.

Es importante aclarar que los Picapastos y las despulpadoras se comportan de acuerdo a la demanda nacional, por tal motivo se producen por lotes de reposición. Por el contrario la familia de productos UCBE son más atractivas a nivel internacional, mercado que presenta muchas variaciones de demanda y su producción se da generalmente por pedidos especiales y no por lotes previamente determinados.

A continuación se presenta la respuesta de producción ante las diferentes exigencias de demanda.

1. Metalistería – Mes 1

Figura 1. Capacidad necesaria metalistería – Mes 1



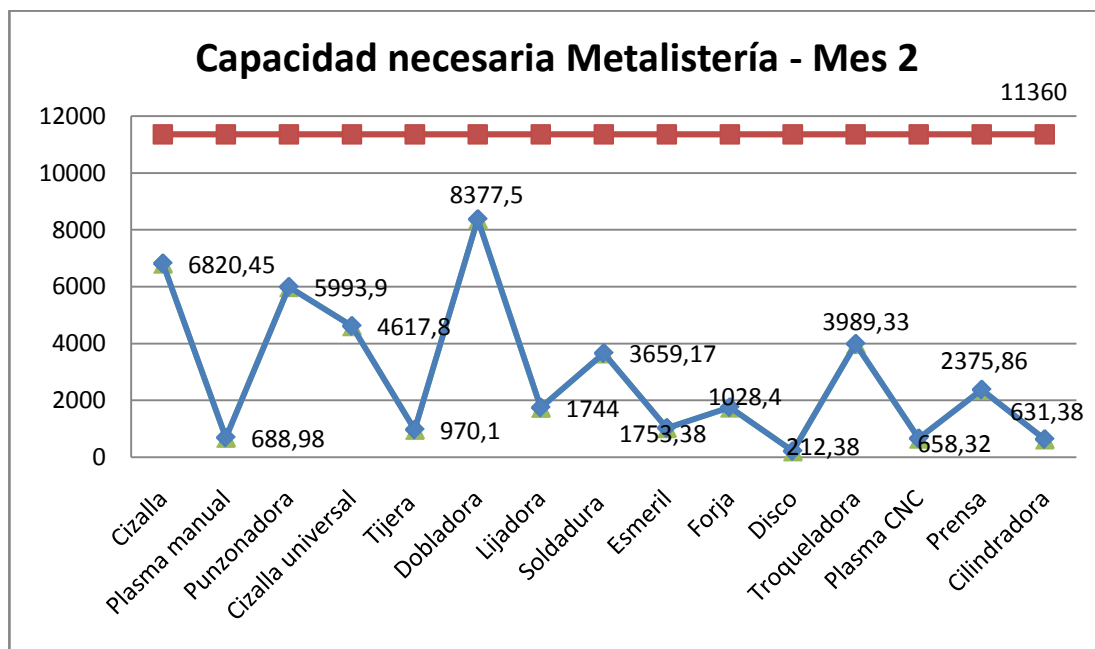
Fuente: Autores del Proyecto

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento detallado para cada producto.

En este caso se observa que la sección de Metalistería tiene capacidad suficiente para afrontar la demanda baja, pero se genera subutilización de los equipos y del personal.

2. Metalistería – Mes 2

Figura 2 Capacidad necesaria metalistería – Mes 2



Fuente: Autores del Proyecto

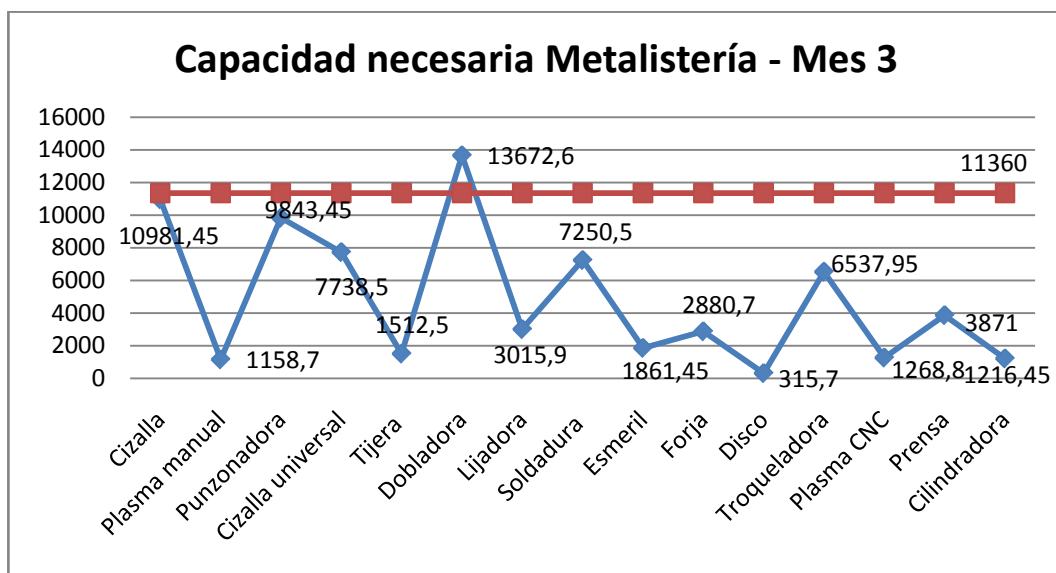
En la figura 2 se puede observar el comportamiento detallado para cada producto. Ante nuevos acuerdos y una subida importante en las cantidades a producir de UCBE 1500 la sección de Metalistería es capaz de satisfacer la demanda con los recursos que tiene actualmente. Sin embargo la máquina dobladora está muy cerca de colapsar en el caso en que la demanda fuese un poco más alta.

3. Metalistería – Mes 3

En la tabla 3 se puede observar el comportamiento detallado para cada producto. En casos de alta demanda simultanea de sus productos más importantes la sección no cuenta con la capacidad suficiente para responder. La operación de Doblado específicamente necesitaría 2313 minutos (4 días y 6

horas aproximadamente) adicionales para satisfacer la demanda. Además las operaciones de corte y punzonado también muestran criticidad si la demanda llegara a aumentar un poco más.

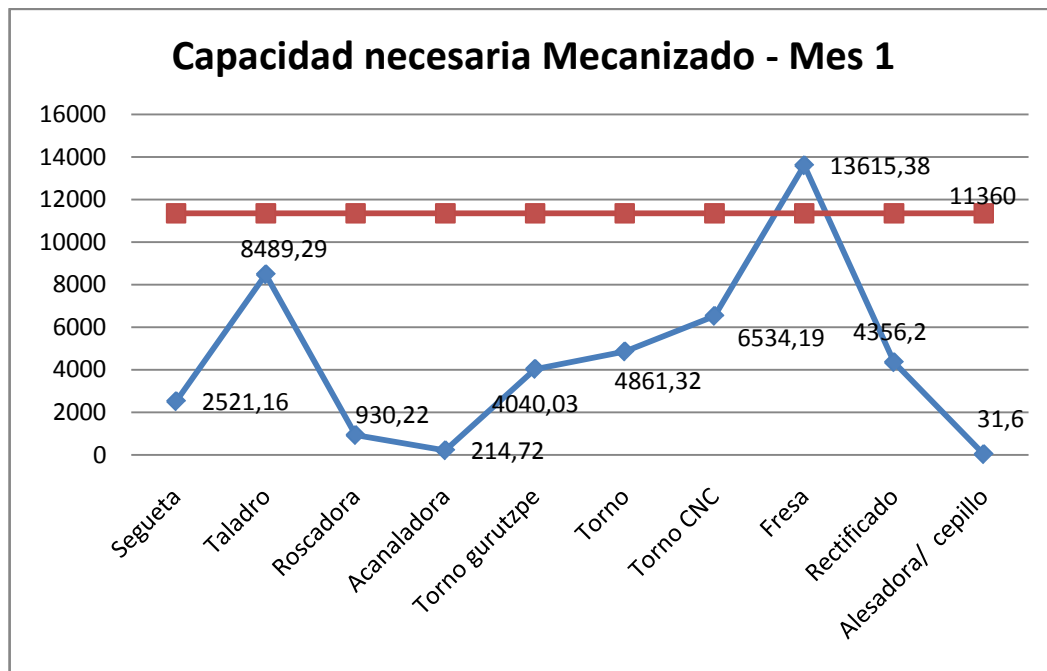
Figura 3 Capacidad necesaria metalistería – Mes 3



Fuente: Autores del Proyecto

4. Mecanizado – Mes 1

Figura 4 Capacidad necesaria metalistería – Mes 1



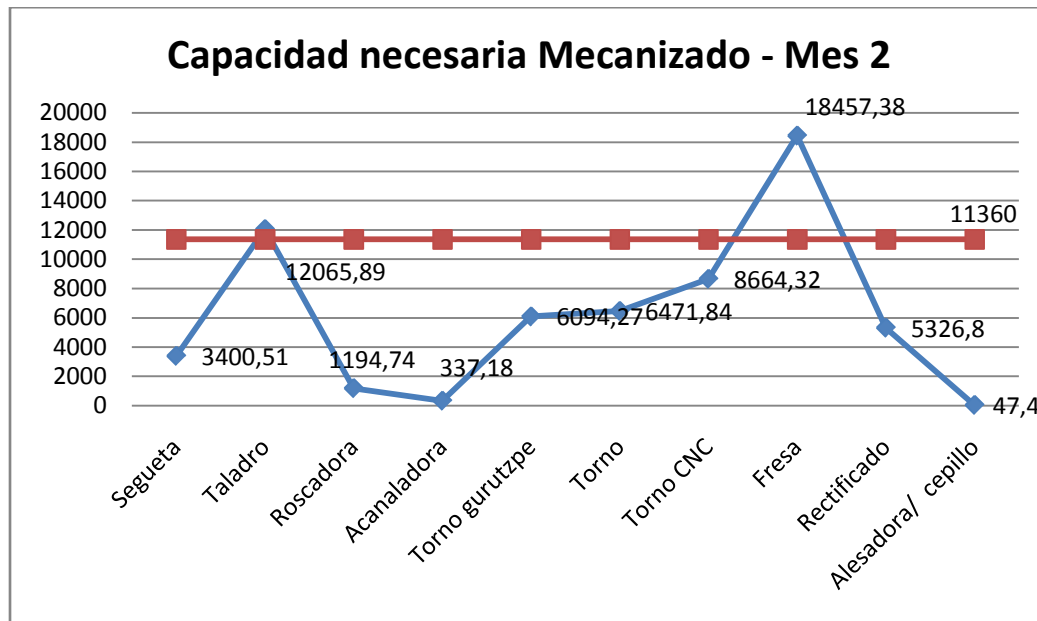
Fuente: Autores del Proyecto

En la figura 4 se puede observar el comportamiento detallado para cada producto.

La sección de Mecanizado no puede satisfacer la demanda ya que las operaciones de la Fresa excede los minutos disponibles mensuales y se necesitaría por lo menos una semana adicional para responder con esta demanda.

5. Mecanizado – Mes 2

Figura 5. Capacidad necesaria metalistería – Mes 2

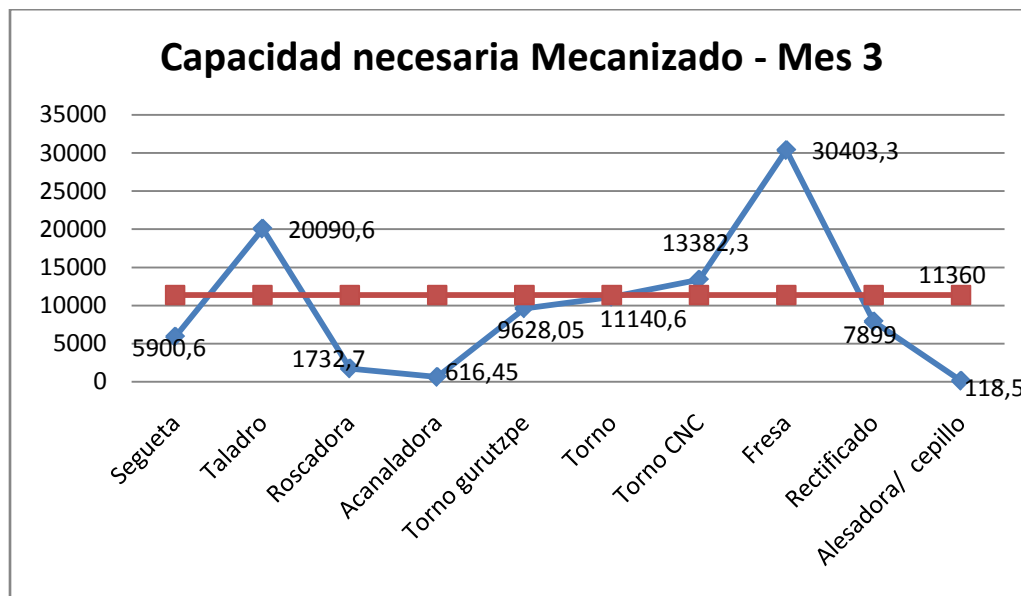


Fuente: Autores del Proyecto

En la tabla # se puede observar el comportamiento detallado para cada producto. Como se puede ver en la gráfica el recurso restrictivo nuevamente es la Fresa. La operación en este proceso necesitaría 7097 minutos (14 días aproximadamente) adicionales para poder dar respuesta a esta demanda.

6. Mecanizado – Mes 3

Figura 6. Capacidad necesaria metalistería – Mes 3



Fuente: Autores del Proyecto

En la tabla # se puede observar el comportamiento detallado para cada producto. Las operaciones del Taladro, Tornos CNC y Fresa son recursos restrictivos ante eventuales alzas en la demanda de los productos más importantes de la compañía.

Como conclusión se puede afirmar que la Fresadora es el recurso restrictivo de la sección de Mecanizado y por ende de la planta de producción. Este recurso tiene poca capacidad de respuesta ante altas o medianas subidas de la demanda. Es importante tomar acciones correctivas al corto plazo. Además el taladro también es un recurso restrictivo pero tiene mayor capacidad de respuesta ante demandas elevadas.

En la sección de Metalistería es necesario poner fiel atención a la operación de la Dobladora y de Soldadura que representan los dos recursos restrictivos de la sección.

Tabla 6. Capacidad necesaria Metalistería – Mes 1

Puesto de trabajo →	Cizalla	Plasma manual	Punzonadora	Cizalla universal	Tijera	Dobladora	Lijadora	Soldadura	Esmeril	Forja	Disco	Troqueladora	Plasma CNC	Prensa	Cilindradora
Producto ↓															
Picapastos P7M	1276	195,5	1156	507,84	121,9	764,06	155,48	579,6	192,74	385,02	132,02	773,72	111,78	0	0
Picapastos PP300	619,65	0	810	1620	0	2763	0	297,45	232,2	630	0	1152	49,5	616,5	144
Picapastos PP600	1716	192,5	1542,2	572	561	1314,5	660	346,5	57,2	0	0	110	0	533,5	0
Despulpadora DH4	500,85	0	132,5	0	0	244,33	94,87	49,29	0	0	0	204,05	47,7	201,93	127,2
Despulpadora DH2	236,88	0	0	0	0	157,36	100,24	27,44	0	0	0	134,4	50,4	213,36	0
UCBE 1500	380,44	86,32	367,32	104,56	40	9,36	278,4	1104,7	151,72	0	0	80	180,4	56,16	144,12
Total minutos	4729,9	474,32	4008	2804,4	722,9	5252,6	1289	2405	633,86	1015	132,02	2454,2	439,78	1621,5	415,32

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 7. Capacidad necesaria Metalistería – Mes 2

Puesto de trabajo →	Cizalla	Plasma manual	Punzonadora	Cizalla universal	Tijera	Dobladora	Lijadora	Soldadura	Esmeril	Forja	Disco	Troqueladora	Plasma CNC	Prensa	Cilindradora
Producto ↓															
Picapastos P7M	2052,8	314,5	1859,6	816,96	196,1	1229,1	250,12	932,4	310,06	619,38	212,38	1244,7	179,82	0	0
Picapastos PP300	1115,4	0	1458	2916	0	4973,4	0	535,41	417,96	1134	0	2073,6	89,1	1109,7	259,2
Picapastos PP600	2184	245	1962,8	728	714	1673	840	441	72,8	0	0	140	0	679	0
Despulpadora DH4	614,25	0	162,5	0	0	299,65	116,35	60,45	0	0	0	250,25	58,5	247,65	156
Despulpadora DH2	283,41	0	0	0	0	188,27	119,93	32,83	0	0	0	160,8	60,3	255,27	0
UCBE 1500	570,66	129,48	550,98	156,84	60	14,04	417,6	1657,1	227,58	0	0	120	270,6	84,24	216,18
Total minutos	6820,5	688,98	5993,9	4617,8	970,1	8377,5	1744	3659,2	1028,4	1753,4	212,38	3989,3	658,32	2375,9	631,38

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 8. Capacidad necesaria Metalistería – Mes 3

Puesto de trabajo 	Cizalla	Plasma manual	Punzonadora	Cizalla universal	Tijera	Dobladora	Lijadora	Soldadura	Esmeril	Forja	Disco	Troqueladora	Plasma CNC	Prensa	Cilindradora
Producto 															
Picapastos P7M	3051,4	467,5	2764,3	1214,4	291,5	1827,1	371,8	1386	460,9	920,7	315,7	1850,2	267,3	0	0
Picapastos PP300	1927,8	0	2520	5040	0	8596	0	925,4	722,4	1960	0	3584	154	1918	448
Picapastos PP600	3276	367,5	2944,2	1092	1071	2509,5	1260	661,5	109,2	0	0	210	0	1018,5	0
Despulpadora DH4	897,75	0	237,5	0	0	437,95	170,05	88,35	0	0	0	365,75	85,5	361,95	228
Despulpadora DH2	401,85	0	0	0	0	266,95	170,05	46,55	0	0	0	228	85,5	361,95	0
UCBE 1500	1426,7	323,7	1377,5	392,1	150	35,1	1044	4142,7	568,95	0	0	300	676,5	210,6	540,45
	10981	1158,7	9843,5	7738,5	1512,5	13673	3015,9	7250,5	1861,5	2880,7	315,7	6538	1268,8	3871	1216,5

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla #. Capacidad necesaria Mecanizado – Mes 1

Puesto de trabajo 	Segueta	Taladro	Roscadora	Acanaladora	Torno gurutzpe	Torno	Torno CNC	Fresa	Rectificado	Alesadora/ cepillo
Producto 										
Picapastos P7M	405,26	1160,12	171,58	138,92	1197,38	416,3	878,6	1483,04	0	0
Picapastos PP300	0	1499,85	0	0	1152	116,1	445,05	1206	0	0
Picapastos PP600	132	2117,5	0	0	0	853,6	753,5	2222	0	0
Despulpadora DH4	806,66	1415,1	368,88	0	1613,85	943,4	1626,04	3363,38	2512,2	0
Despulpadora DH2	575,12	1237,6	389,76	0	0	1476,16	2470,16	3503,36	1713,6	0
UCBE 1500	602,12	1059,12	0	75,8	76,8	1055,76	360,84	1837,6	130,4	31,6
	2521,16	8489,29	930,22	214,72	4040,03	4861,32	6534,19	13615,38	4356,2	31,6

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla #. Capacidad necesaria Mecanizado – Mes 2

Puesto de trabajo ➔	Segueta	Taladro	Roscadora	Acanaladora	Torno gurutzpe	Torno	Torno CNC	Fresa	Rectificado	Alasadora/ cepillo
Producto ⬇										
Picapastos P7M	651,94	1866,28	276,02	223,48	1926,22	669,7	1413,4	2385,76	0	0
Picapastos PP300	0	2699,73	0	0	2073,6	208,98	801,09	2170,8	0	0
Picapastos PP600	168	2695	0	0	0	1086,4	959	2828	0	0
Despulpadora DH4	989,3	1735,5	452,4	0	1979,25	1157	1994,2	4124,9	3081	0
Despulpadora DH2	688,09	1480,7	466,32	0	0	1766,12	2955,37	4191,52	2050,2	0
UCBE 1500	903,18	1588,68	0	113,7	115,2	1583,64	541,26	2756,4	195,6	47,4
Total minutos	3400,51	12065,89	1194,74	337,18	6094,27	6471,84	8664,32	18457,38	5326,8	47,4

Fuente: Autores del Proyecto

Tabla #. Capacidad necesaria Mecanizado – Mes 3

Puesto de trabajo 	Segueta	Taladro	Roscadora	Acanaladora	Torno gurutzpe	Torno	Torno CNC	Fresa	Rectificado	Alesadora/ cepillo
Producto 										
Picapastos P7M	969,1	2774,2	410,3	332,2	2863,3	995,5	2101	3546,4	0	0
Picapastos PP300	0	4666,2	0	0	3584	361,2	1384,6	3752	0	0
Picapastos PP600	252	4042,5	0	0	0	1629,6	1438,5	4242	0	0
Despulpadora DH4	1445,9	2536,5	661,2	0	2892,75	1691	2914,6	6028,7	4503	0
Despulpadora DH2	975,65	2099,5	661,2	0	0	2504,2	4190,45	5943,2	2907	0
UCBE 1500	2257,95	3971,7	0	284,25	288	3959,1	1353,15	6891	489	118,5
Total minutos	5900,6	20090,6	1732,7	616,45	9628,05	11140,6	13382,3	30403,3	7899	118,5

Fuente: Autores del Proyecto

ANEXO 3. BASE DE DATOS DE TIEMPOS DE PROCESO DE LOS PRODUCTOS FABRICADOS POR LA EMPRESA.

Ilustración 18. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de despulpadoras .

				MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe	S E G U E T A	T A L A D R A D O	R O S C A	C A N A L	T R O U A R Z B N / E C C	T O R N E A D O	C N C	F R E S A D O	C O P I A D O	R E C T I F I C A	O T R O S / I l e s / C o d e P	M E T C O A T N O A I L Z A D	(G U I A C O I N L A T E O T I	P L A S M A	P U N Z O N A D O	A N C G A O U T R L I T O N E / A P L	D E S T I J E R A	D O B L A D O	L I J A R	T O T A L	T O T A L	T O T A L	T O T A L				
picapastos	trapiches	desgranadoras	tritadoras	TODOS LOS PRODUCTOS																										
				FAMILIA DEL PRODUCTO	TIPO	REFERENCIA	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	ADVANCE LINE	DCV-183	0,37	1,21	0,40	0,10	1,64	1,33	0,69	0,43	0,46	0,00	0,00	6,63	0,51	0,16	0,52	0,21	0,21	0,61	0,44	2,66	12,09	1,80	0,73	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	ADVANCE LINE	DCV-304	0,08	4,00	1,07	0,19	1,50	6,00	4,63	3,00	1,20	9,00	1,75	32,43	0,78	0,30	0,50	0,01	0,01	1,00	0,07	2,67	18,92	1,61	1,25	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	ADVANCE LINE	DCV-304-INOX	0,08	4,00	1,07	0,19	1,50	6,00	4,63	3,00	1,20	9,00	1,75	32,43	0,78	0,30	0,50	0,01	0,01	1,00	0,07	2,67	18,92	1,61	1,25	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	ADVANCE LINE	DCV-306	0,08	4,00	1,07	0,19	1,50	6,00	4,63	3,00	1,20	9,00	1,75	32,43	0,78	0,30	0,50	0,01	0,01	1,00	0,07	2,67	18,92	1,61	1,25	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	ADVANCE LINE	DCV-306-INOX	0,08	4,00	1,07	0,19	1,50	6,00	4,63	3,00	1,20	9,00	1,75	32,43	0,78	0,30	0,50	0,01	0,01	1,00	0,07	2,67	18,92	1,61	1,25	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	ADVANCE LINE	LDCV-306																								
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DELVA	DELVA-2500	0,50	1,50		0,50	7,00	9,00	0,50	1,50		1,50	22,00	3,50	1,83	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	10,83	52,00	3,50	3,00		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DELVA	DELVA-40S	0,50	1,50		0,50	7,00	9,00	0,50	1,50		2,50	23,00	3,50	1,83	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	10,83	52,00	3,50	3,00		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DELVA	DELVA-5000	0,50	1,50		0,50	7,00	9,00	0,50	1,50		3,50	24,00	3,50	1,83	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	10,83	52,00	3,50	3,00		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DELVA DUPLEX	DX-2	0,50	1,50		0,50	7,00	9,00	0,50	1,50		3,50	24,00	3,50	1,83	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	10,83	52,00	3,50	3,00		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DELVA DUPLEX	DX-2-INOX	0,50	1,50		0,50	7,00	9,00	0,50	1,50		3,50	24,00	3,50	1,83	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	10,83	52,00	3,50	3,00		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DELVA DUPLEX	DX-4	0,50	1,50		0,50	7,00	9,00	0,50	1,50		3,50	24,00	3,50	1,83	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	10,83	52,00	3,50	3,00		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DELVA DUPLEX	DX-4-INOX	0,50	1,50		0,50	7,00	9,00	0,50	1,50		3,50	24,00	3,50	1,83	0,50	1,00	0,50	1,00	2,50	10,83	52,00	3,50	3,00		
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DESPULPADORA	DH-2	0,28	0,22	0,21	0,00	0,00	3,79	0,98	0,19	0,00	0,51	0,00	6,18	0,78		0,35	0,04	0,12	0,41	0,10	1,80	2,77	1,06	0,71	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DESPULPADORA	DH-4	0,28	0,30	0,23	0,00	0,00	4,70	1,01	0,20	0,00	0,79	0,00	7,51	0,87		0,50	0,04	0,12	0,43	0,10	2,06	2,93	1,20	1,00	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DESPULPADORA	DH-6	0,28	0,40	0,23			5,00	1,20	0,25		0,90		8,26	0,90		1,00	0,04	0,12	0,43	0,10	2,59	3,30	1,35	1,00	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DESPULPADORA	DHV-183											0,00								0,00					
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DESPULPADORA	DV-181	0,08	2,67	1,07	0,19	1,27	4,89	4,57	0,95	1,20	4,56	1,05	22,51	0,73	0,15	0,35	0,01	0,01	0,59	0,07	1,90	15,27	1,54	1,25	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DESPULPADORA	DV-253C	0,08	2,67	1,07	0,19	1,27	4,89	4,57	0,95	1,20	4,56	1,05	22,51	0,73	0,15	0,35	0,01	0,01	0,59	0,07	1,90	15,27	1,54	1,25	
				EQUIPOS PARA CAFÉ	DESPULPADORA	DV-255CM	0,08	3,21	1,07	0,19	1,33	4,93	4,63	1,45	1,20	7,60	1,75	27,46	0,78	0,20	0,38	0,01	0,01	0,65	0,07	2,10	15,98	1,61	1,25	

Fuente: Autor.

Ilustración 19. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de tractobombas .

				MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe	S E U E T A	T A L A R C A L	R O L L E R O M C	C A N A L	G U T R A P A Z N /E O M C	T O R N E A D O	F R E S S A D O	C O P I S A D O	R E C I D O F I C A	O T /A R O L L E S I S /C o a d e p	M E T A L I N O A L Z A D	(G O U I N R L L E T I	P L A S M A	P U N Z Z A D O	A N C O U T R A T O N E P L	D E S T I L D O J E R A D O	D O B I J A R A D O	L I J A R A L	T O R T A L	T O T A L	T O T A L	T O T A L					
picapastos	trapiches	desgranadoras	tritadoras																											
bombas y tractobombas	TODOS LOS PRODUCTOS																													
FAMILIA DEL PRODUCTO		TIPO	REFERENCIA	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT		
MAQ AGRICOLA		TRACTOBOMBA	TRB-10X10AH	1,00	7,00	1,00	0,50	14,00	9,00	0,50	8,00	0,00	0,00	2,00	43,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,50	2,00	0,00	4,50	17,00	2,50	2,00				

Fuente: Autor.

Ilustración 20. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de picapastos .

				MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA		
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe	S E G U E T A	T A L A D R A D O	R O S C A	C A N A L	T R O U A R Z N /E O M C	T O R I N E A D O	C N C	F R E S A D O	C O P I A D O	R E C I D I F I C A	O T R O I L I S /C P O A D O	M E T A L I Z A D O	(C U I N L R L E O T I	P L A S M A	P U N Z O N A C O	A N C G A O N R L T O N E /P L	D E S T I J E R A	D O B L A D O	L I J A R	T O T A L	T O T A L	T O T A L	T O T A L						
picapastos	trapiches	desgranadoras	trituradoras	TODOS LOS PRODUCTOS																												
bombas y tractobombas																																
FAMILIA DEL PRODUCTO	TIPO	REFERENCIA	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT			
MAQ AGRICOLA	EQUIPO PALMA	PK-100													0,00																	
MAQ AGRICOLA	EQUIPO PALMA	PK-300													0,00																	
MAQ AGRICOLA	PICADORAS ENSILADORAS	PE-1200	2,13	1,65	0,00	0,49	0,00	8,89	6,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	19,69	1,95	2,54	1,59	1,36	0,30	2,19	0,23	10,16	52,03	8,01	2,50						
MAQ AGRICOLA	PICADORAS ENSILADORAS	PE-800	2,13	1,65	0,00	0,49	0,00	8,89	6,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	19,69	1,95	2,54	1,59	1,36	0,30	2,19	0,23	10,16	52,03	8,01	2,50						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-10	0,29	1,38	0,15	0,49	0,00	14,22	1,61	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	18,91	1,80	2,78	1,23	2,18	0,28	1,58	0,15	10,00	42,57	4,21	1,16						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-12MRB	0,29	1,70	0,07	0,33	1,44	4,50	3,00	1,00					12,33	2,10	0,35	0,80	1,00	0,50	0,50	0,40	5,65	32,00	6,50	2,50						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-300	0,0883	0,671	0,058	0	0,73	3	1,5	0,24	0	0	0	0	6,29	2	0,5	1	0,18	0,35	1,052	0,43	5,51	7,21	3,39	1,5						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-600	0,0883	0,671	0,058	0	0,73	3	1,5	0,24	0	0	0	0	6,29	2	0,5	1	0,18	0,35	1,052	0,43	5,51	7,21	3,39	1,5						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-7M	0,37	0,71	0,02	0,10	1,64	1,33	0,69	0,43	0,46	0,00	0,00	0,00	5,75	0,51	0,16	0,52	0,21	0,21	0,61	0,44	2,66	11,59	1,66	0,73						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-7M2CB-N	0,37	0,71	0,02	0,10	1,64	1,33	0,69	0,43	0,46	0,00	0,00	0,00	5,75	0,51	0,16	0,52	0,21	0,21	0,61	0,44	2,66	11,59	1,66	0,73						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-7M3CB-N	0,37	1,21	0,40	0,10	1,64	1,33	0,69	0,43	0,46	0,00	0,00	0,00	6,63	0,51	0,16	0,52	0,21	0,21	0,61	0,44	2,66	12,09	1,80	0,73						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-7R	0,22	1,65	0,22	0,17	2,17	1,28	0,43	0,81	1,11	0,00	0,00	0,00	8,07	1,05	0,00	0,25	0,13	0,03	0,33	0,25	2,04	8,94	1,47	0,75						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-7R2CB-N	0,22	1,65	0,22	0,17	2,17	1,28	0,43	0,81	1,11	0,00	0,00	0,00	8,07	1,05	0,00	0,25	0,13	0,03	0,33	0,25	2,04	8,94	1,47	0,75						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-7R3CB-N	0,22	2,15	0,40	0,17	2,17	1,28	0,43	0,81	1,11	0,00	0,00	0,00	8,75	1,05	0,00	0,25	0,13	0,03	0,33	0,25	2,04	9,44	1,60	0,75						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-9MR	0,29	1,60	0,07	0,31	1,44	4,29	2,44	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	11,21	1,88	0,27	0,61	0,51	0,43	0,44	0,26	4,40	22,73	4,60	1,33						
MAQ AGRICOLA	PICAPASTOS	PP-9MV	0,29	1,82	0,07	0,33	4,68	3,83	2,08	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	13,87	1,16	0,12	0,47	0,46	0,38	0,27	0,18	3,04	16,81	2,94	1,30						

Fuente: Autor.

Ilustración 21. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de ecoline .

				MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe	S E G U E T A L R O C A N T R O T O R C F C O R E C O T O / M (G U P U A N D E S D O L T T O T O T O																										
picapastos	trapiches	desgranadoras	tritadoras	U E D S A N A O U O R N E A D O C N S A D O P I A D O T D O / A I T C O I N R L A T E O I																										
bombas y tractobombas		TODOS LOS PRODUCTOS		A D O C A L O M C C N C A D O O A D O I C A p i l e s o a d o A I Z A D T I S M A O N A D O C G A O U T R L I T O N E / A P L D E S T D O B L A A R J A L T A L T O T A L																										
FAMILIA DEL PRODUCTO			TIPO		REFERENCIA		UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT
EQUIPOS PARA CAFÉ			ECOLINE		EL-400		0,70	0,75	0,23	0,15	0,00	6,00	2,00	0,80		0,80		11,43	2,00	0,05	3,00	1,50	0,40	1,05	0,07	8,07	30,00	3,00	3,00	
EQUIPOS PARA CAFÉ			ECOLINE		EL-400-Z		0,90	1,00	0,23	0,20	0,00	8,00	2,00	0,90		0,80		14,03	2,80	0,10	3,00	1,50	0,50	1,20	0,10	9,20	43,50	4,50	3,50	
EQUIPOS PARA CAFÉ			ECOLINE		EL-400-ZS		0,90	1,00	0,23	0,20	0,00	10,00	2,00	0,90		0,80		16,03	3,00	0,20	3,00	1,50	0,50	1,50	0,10	9,80	48,00	5,00	4,00	
EQUIPOS PARA CAFÉ			ECOLINE		EL-800		0,70	0,75	0,23	0,15	0,00	6,00	2,00	0,80		0,80		11,43	2,00	0,05	3,00	1,50	0,40	1,05	0,07	8,07	30,00	3,00	3,00	
EQUIPOS PARA CAFÉ			ECOLINE		EL-800-Z		0,90	1,00	0,23	0,20	0,00	8,00	2,00	0,90		0,80		14,03	2,80	0,10	3,00	1,50	0,50	1,20	0,10	9,20	43,50	4,50	3,50	
EQUIPOS PARA CAFÉ			ECOLINE		EL-800-ZS		0,90	1,00	0,23	0,20	0,00	10,00	2,00	0,90		0,80		16,03	3,00	0,20	3,00	1,50	0,50	1,50	0,10	9,80	48,00	5,00	4,00	

Fuente: Autor.

Ilustración 22. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de trituradoras .

				MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe	S E G U E T A L R O C A N A L T R O U A R Z B N / E M C C N C F R E S A D O C O P I A D O R E C T D I F I C A P O T R I L L E S / C o a d o A I Z A D M E T C O A T N O L A S M A P L A S M A P U N Z O N A D O A N C G A O U T R L I T O N E / A P L D E S T D O B L A A R L I J A L T O T A L T O T A L T O T A L																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Fuente: Autor.

Ilustración 23. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de UCBEs .

			MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA
FAMILIA DEL PRODUCTO	TIPO	REFERENCIA	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe																										
picapastos	trapiches	desgranadoras	tritadoras																										
bombas y tractobombas	TODOS LOS PRODUCTOS																												
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	ROBUSTA	1,67	4,59	1,18	0,66	3,19	19,53	8,83	2,19	1,20	7,60	1,75	52,40	5,76	2,83	5,00	4,50	2,10	4,50	2,09	26,78	154,00	9,50	13,35				
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	UCBE-10000	4,67	7,59	4,18	3,66	10,00	58,30	11,83	5,19	4,20	10,60	4,75	124,98	30,00	50,00	60,00	30,00	10,00	20,00	8,00	208,00	705,50	19,00	100,00				
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	UCBE-1500	1,68	4,18	1,18	0,50	3,24	21,30	5,80	1,44	1,20	4,56	1,05	46,13	4,76	1,83	4,00	3,50	1,10	3,50	1,09	19,78	127,50	6,50	8,35				
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	UCBE-20000	7,67	10,59	7,18	6,66	20,00	125,00	22,00	8,19	7,20	13,60	16,00	244,09	60,00	100,00	120,00	60,00	20,00	40,00	16,00	416,00	1411,00	27,00	200,00				
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	UCBE-2500	1,67	4,59	1,18	0,66	3,19	19,53	8,83	2,19	1,20	7,60	1,75	52,40	5,76	2,83	5,00	4,50	2,10	4,50	2,09	26,78	154,00	9,50	13,35				
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	UCBE-5000	2,67	5,59	2,18	1,66	5,30	36,30	9,83	3,19	2,20	8,60	2,75	80,28	9,00	3,83	12,00	9,00	3,10	5,50	3,09	45,52	200,50	13,50	17,68				
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	UCBE-500-DP	0,90	2,18	0,22	0,45	0,00	7,15	2,00	1,87	1,56	0,72	0,27	17,32	2,50	0,83	3,20	1,92	0,50	1,99	1,50	12,43	73,80	4,50	4,35				
EQUIPOS PARA CAFÉ	UCBE	UCBE-7500	3,67	6,59	3,18	2,66	5,19	48,50	10,83	4,19	3,20	9,60	3,75	101,36	14,50	4,83	21,00	14,50	4,10	9,00	4,09	72,02	266,50	16,00	22,18				

Fuente: Autor.

Ilustración 24. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de trapiches .

			MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA
FAMILIA DEL PRODUCTO	TIPO	REFERENCIA	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe																										
picapastos	trapiches	desgranadoras	tritadoras																										
bombas y tractobombas	TODOS LOS PRODUCTOS																												
MAQ AGRICOLA	TRAPICHE	TH-16												0,00									0,00						
MAQ AGRICOLA	TRAPICHE	TH-6	0,35	4,36	2,78	0,94	14,47	21,76	0,00	8,64	0,00	0,00	2,85	56,15	0,88	0,25	0,31		0,31	0,39		2,14	29,68	7,29	2,50				
MAQ AGRICOLA	TRAPICHE	TH-8	1,00	6,00	3,00	1,00	16,00	25,00	0,00	9,00	0,00	0,00	4,00	65,00	2,00	0,30	0,50	0,00	0,50	0,80	0,00	4,10	44,00	9,00	2,00				
MAQ AGRICOLA	TRAPICHE	TV-122	0,50	1,50	1,00	0,00	4,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,12	16,00	0,75	1,00				

Fuente: Autor.

Ilustración 25. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de molinos .

				MECANIZADO												METALISTERIA												NSAMBL	PINTURA	BODEGA
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe	S E G U E T A L R O C A N T R O U A T O R N E A D O	D A D S C A L N / E O M C	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T			
picapastos	trapiches	desgranadoras	trituradoras	U E T A	D R C A	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T			
bombas y tractobombas	TODOS LOS PRODUCTOS																													
FAMILIA DEL PRODUCTO			TIPO	REFERENCIA	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT			
EQUIPOS PARA CAFÉ			MOLINO	MDP-60	0,00	1,00	0,30	0,00	1,00	2,00	3,00	0,50	0,60	0,00	0,00	8,40	0,50	0,00	0,50	0,00	0,30	0,50	0,20	2,00	7,00	0,50	0,50			

Fuente: Autor.

Ilustración 26. Captura de H.I. tiempos de proceso de la línea de desgranadoras .

				MECANIZADO												METALISTERIA										NSAMBL	PINTURA	BODEGA
despulpadoras	ecoline	molinos	ucbe	S E G U E T A L R O C A N T R O U A T O R N E A D O	D A D S C A L N / E O M C	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	U N I T	(G C U O I N R L A T L E O T I	P L A S M A	P U N Z O N A D O	A N C G A S O U T R L I J T O N E / A P L	D E S T D O J E R A	D O B L A D O	L I J A R	T O T A L	T O T A L	T O T A L	T O T A L			
picapastos	trapiches	desgranadoras	trituradoras																									
bombas y tractobombas		TODOS LOS PRODUCTOS																										
FAMILIA DEL PRODUCTO		TIPO		REFERENCIA		UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT	UNIT		
MAQ AGRICOLA		DESGRANADORA		DC-4000		0,33	6,39	0,00	0,50	0,00	63,48	2,24	1,91	0,00	0,00	74,86	20,00	3,81	14,50	20,00		5,00	3,00	66,31	112,00	34,12	9,16	
MAQ AGRICOLA		DESGRANADORA		DM-10		0,19	0,00	0,00	0,04	0,00	2,01	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	2,32	3,17	0,11	0,99	0,36	0,07	1,03	0,39	6,11	11,80	3,01	1,00
MAQ AGRICOLA		DESGRANADORA		DM-2		0,20	0,51	0,08	0,12	0,72	3,12	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	5,14	1,12	0,06	0,34	0,28		0,39	0,39	2,58	18,88	2,66	1,00
MAQ AGRICOLA		DESGRANADORA		DM-20		0,52	0,23	0,08	0,08	0,00	3,06	2,61	0,20	0,00	0,00	0,00	6,77	4,66	0,26	1,55	0,68	0,08	1,06	0,44	8,74	31,25	6,80	2,00
MAQ AGRICOLA		DESGRANADORA		DM-40												0,00								0,00				

Fuente: Autor.

ANEXO 4

LISTA DE CHEQUEO DEL CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS DEL USUARIO.

LISTA DE VERIFICACIÓN HERRAMIENTA INFORMÁTICA DE PENAGOS HERMANOS				
No	ASPECTO A EVALUAR	GRADO DE CUMPLIMIENTO		
		CUMPLIMIENTO TOTAL (2)	CUMPLIMIENTO PARCIAL (1)	NO CUMPLE (0)
1	Estetica y presentación	x		
2	Facilidad de ingreso a la herramienta	x		
3	Correcto ingreso a las aplicaciones	x		
4	Creación y asignación del componente de requisitos de ventas	x		
5	Creación y asignación del componente de fechas de entrega	x		
6	Creación y asignación del componente de recursos disponibles	x		
7	Creación y asignación del componente de producción	x		
8	Generación de reportes de programación de la producción	x		
9	Generación de reportes de registro histórico	x		
10	Generación de reportes del sistema de indicadores	x		
11	Generación de diagramas de gantt	x		
12	Generación de la programación de la producción en una gráfica tipo calendario	x		
13	Enlaces Correctos		x	
14	Comprensión de la interfaz	x		
15	El lenguaje utilizado es el indicado en los reportes que arroja la herramienta.	x		
TOTAL PUNTOS		31		
% DE CUMPLIMIENTO		97%		