

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADUACIÓN

SERVICIO DE IMPRESOS FÉNIX S.A.



**ESTABLECIMIENTO DE MEJORAS EN LA GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN
PARA REDUCIR LOS RETRASOS EN LA ENTREGA DE PEDIDOS DE LAS
FAMILIAS DE IMPRESIÓN EN NEGRO Y COLOR**

REALIZADO POR:

KAREN DANIELA SÁNCHEZ RAMÍREZ

PROFESOR ASESOR:

ING. DENNIS ARIAS RAMÍREZ. MEng

ASESOR INDUSTRIAL:

LIC. RICARDO MATAMOROS HERNÁNDEZ

NOVIEMBRE, 2018

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

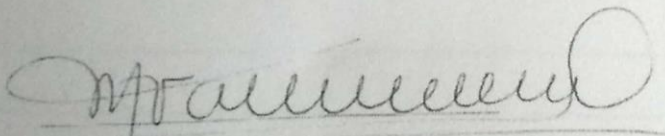
El presente Proyecto de Graduación titulado “Establecimiento de mejoras en la Gestión de la Producción para reducir los retrasos en la entrega de pedidos de las familias de impresión en negro y color” y realizado en la empresa “Servicio de Impresos Fénix S.A.”, durante el II Semestre de 2018, ha sido defendido, ante el Tribunal Examinador integrado por los profesores Ing. Marco Alvarado Peña e Ing. Jonathan Morales Arias; como requisito para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La orientación y supervisión del proyecto desarrollado por el estudiante, estuvo a cargo del profesor asesor Ing. Dennis Arias Ramírez, MEng.

Este documento y su defensa ante el Tribunal Examinador han sido declarados:

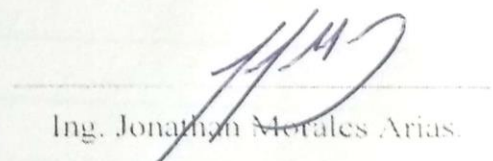
Públicos

Confidenciales



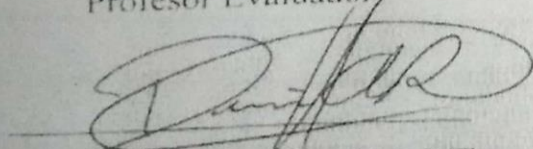
Ing. Marco Alvarado Peña.

Profesor Evaluador



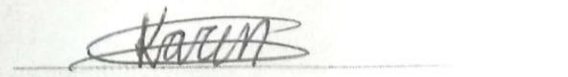
Ing. Jonathan Morales Arias.

Profesor Evaluador



Ing. Dennis Arias Ramírez, MEng

Profesor Asesor Estudiante



Srta. Karen Daniela Sánchez Ramírez

Estudiante

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme acompañado en cada parte de este largo proceso, por ser mi guía y mi apoyo en todo momento.

A mis padres le agradezco enormemente por su apoyo, amor y educación ya que me permitieron llegar a ser la persona que soy hoy y también agradezco su esmero para enfrentar conmigo todo este proceso para llegar a ser una profesional.

Quiero dejar presente mi agradecimiento a Fabián Castro, mi fiel compañero y apoyo durante cada etapa de este proyecto.

De igual forma, agradezco de forma especial al Ing. Dennis Arias Ramírez, MEng., profesor asesor de mi proyecto por sus consejos y apoyo brindado durante este período.

A Servicio de Impresos Fénix S.A. por abrirme las puertas para realizar mi Proyecto de Graduación con ellos y estar disponibles para cualquier duda o consulta.

DEDICATORIA

A mis padres, Isabel y Mario, por su apoyo incondicional durante toda mi vida y en especial en mis años de estudio.

INDICE GENERAL

Página

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN...	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Identificación de la empresa	1
1. Visión y misión de la empresa	1
2. Antecedentes históricos.....	1
3. Ubicación geográfica	2
4. Estructura organizativa.....	2
5. Número de empleados.....	4
6. Tipos de productos	4
1. Mercados de exportación	4
2. Descripción general del proceso productivo	6
B. Justificación	7
C. Objetivos.....	8
1. Objetivo General	8
2. Objetivos Específicos.....	8
D. Alcances y limitaciones	8
1. Alcances	8
2. Limitaciones.....	9
II. MARCO TEÓRICO	11
A. Administración y Gestión de la Producción	11
1. Gestión del Proceso.....	11
2. Gestión de la Calidad	17
B. Otras herramientas relacionadas con el proyecto	20
C. Fases de la metodología DMADV	21

III. METODOLOGÍA	23
A. Definir.....	24
B. Medir.....	25
C. Analizar.....	26
D. Diseñar.....	26
E. Verificar.....	26
IV. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	30
A. Desarrollo del proyecto.....	30
B. Análisis de partes interesadas.....	30
C. Descripción del proceso productivo.....	34
D. Familias de productos en estudio.....	39
E. Determinación de variables y factores relacionados con el Control de Producción..	41
F. Medición de la importancia de variables y factores relacionados con la Gestión de Producción.....	45
G. Mapa de Flujo de Valor (VSM).....	47
1. Muestreo preliminar para tiempo de Producción.....	48
2. Registro de tiempos completo para la operación de Producción.....	50
3. Muestreo de trabajo.....	51
H. Análisis del Diagrama de VSM y demás mediciones.....	52
V. CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL	58
VI. SOLUCIONES AL PROBLEMA PLANTEADO	59
A. Parámetros de control de las variables determinadas.....	59
B. Diseño de propuestas de mejora basadas en el análisis.....	62
1. Modelo de priorización de los pedidos de acuerdo con las variables.....	64
2. Propuesta para la organización de los sobres de trabajo.....	75
VII. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES	77
A. Evaluación económica del proyecto.....	83
B. Plan de implementación de las propuestas.....	86
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
A. Conclusiones.....	89
B. Recomendaciones.....	89
IX. BIBLIOGRAFÍA	91
A. Libros y documentos.....	91

B. Referencias de internet.....	93
APÉNDICES	95
Apéndice No.1: Acta de Constitución del Proyecto.....	96
Apéndice No.2: Diagrama de Gantt del proyecto.	97
Apéndice No.3: Formato de multivoto realizado.	98
Apéndice No.4: Pruebas de normalidad para los tiempos de muestreo preliminar.	99
Apéndice No.5: Tiempos de muestreo preliminar.	100
Apéndice No.6: Tiempos de muestreo de tiempos completo.....	101
Apéndice No.7: Tiempos de muestreo de trabajo de tareas de producción.	103
Apéndice No.8: Combinaciones de las variables de entrada del modelo con su respectivo valor de la variable de salida.....	107
Apéndice No.9: Datos históricos tomados para la simulación en Arena®.	109
Apéndice No.10: Manual de usuario de la herramienta.	112
Apéndice No.11: Bitácoras.	117
ANEXOS	122
Anexo No.1: Referencias sobre compra y capacitación del software LabVIEW®.	123
Anexo No.2: Referencias sobre compra de hardware computacional.	124
Anexo No.3: Referencias sobre compra del software Visual Studio®.	126
Anexo No.4: Referencias sobre compra de estanterías para la propuesta de organización de los sobres de trabajo.	127

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Página
Cuadro No. 1.	Cantidad de colaboradores por departamento.	4
Cuadro No. 2.	Resumen de la metodología utilizada en el proyecto.	27
Cuadro No. 3.	Resumen de la metodología utilizada en el proyecto (continuación).	28
Cuadro No. 4.	Resumen de la metodología utilizada en el proyecto (continuación).	29
Cuadro No. 5.	Análisis de partes interesadas.	33
Cuadro No. 6.	Análisis del estado de las partes interesadas.	33
Cuadro No. 7.	Datos de pedidos y ventas para los meses desde Octubre de 2017 hasta Junio de 2018 para la familia “Pequeño formato negro”.	40
Cuadro No. 8.	Datos de pedidos y ventas para los meses desde Marzo hasta Mayo de 2017 para la familia “Pequeño formato color”.	40
Cuadro No. 9.	Matriz de relaciones de Influencia vs Dependencia entre variables.	45
Cuadro No. 10.	Datos para el cálculo de tiempo takt de las familias en estudio.	47
Cuadro No. 11.	Datos para el cálculo de tiempo medio de los procesos mediante criterio experto.	48
Cuadro No. 12.	Parámetros obtenidos con el muestreo preliminar para la operación “Producción” de la familia “Pequeño formato negro”.	49
Cuadro No. 13.	Parámetros obtenidos con el muestreo preliminar para la operación “Producción” de la familia “Pequeño formato color”.	50
Cuadro No. 14.	Tiempo medio e intervalo de confianza para “Producción” de la familia “Pequeño formato negro”.	50
Cuadro No. 15.	Tiempo medio e intervalo de confianza para “Producción” de la familia “Pequeño formato color”.	51
Cuadro No. 16.	Parámetros obtenidos con el muestreo de trabajo preliminar para la familia “Pequeño formato negro”.	51
Cuadro No. 17.	Parámetros obtenidos con el muestreo de trabajo preliminar para la familia “Pequeño formato color”.	52
Cuadro No. 18.	Parámetros de control de las variables/factores.	59
Cuadro No. 19.	Parámetros de control de las variables/factores (continuación).	60
Cuadro No. 20.	Valores de prioridad individual para los niveles de las variables.	65
Cuadro No. 21.	Intervalo de prioridad para los niveles de la variable de salida.	65
Cuadro No. 22.	Costos relacionados con la implementación del modelo de LabVIEW®.	70
Cuadro No. 23.	Rangos de valores para cada nivel de las variables.	70
Cuadro No. 24.	Costos relacionados con la implementación del modelo de Visual Studio®.	74
Cuadro No. 25.	Comparación de características de las estanterías cotizadas.	76
Cuadro No. 26.	Costos relacionados con la instalación de la estantería en el taller de producción.	76
Cuadro No. 27.	Porcentajes determinados según datos históricos para cada una de las variables en estudio.	77
Cuadro No. 28.	Costos relacionados con la realización e implementación del proyecto.	83

Cuadro No. 29. Beneficios económicos relacionados con la realización e implementación del proyecto.....	83
Cuadro No. 30. Datos para determinar el PR del proyecto.....	86
Cuadro No. 31. Plan de implementación de mejoras del proyecto.....	87

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Página
Figura No. 1.	Ubicación geográfica de Servicio de Impresos Fénix S.A.....	2
Figura No. 2.	Organigrama de Servicio de Impresos Fénix S.A.....	3
Figura No. 3.	Ejemplo del servicio de tampografía.	4
Figura No. 4.	Ejemplo del servicio de diseño gráfico.	5
Figura No. 5.	Ejemplo del servicio de impresión digital.	5
Figura No. 6.	Ejemplo del servicio de gigantografía.	5
Figura No. 7.	Diagrama de proceso productivo Servicio de Impresos Fénix S.A.	6
Figura No. 8.	Diagrama de jerarquía de temas para fundamento teórico del proyecto.....	10
Figura No. 9.	Matriz de poder vs interés.....	19
Figura No. 10.	Partes de la casa de la calidad.....	20
Figura No. 11.	Metodología del proyecto.	23
Figura No. 12.	Partes interesadas del proyecto.	30
Figura No. 13.	Matriz de partes interesadas del proyecto.	31
Figura No. 14.	Diagrama de proceso productivo.	38
Figura No. 15.	Gráfico de pastel para los porcentajes de ventas promedio mensuales de las diferentes familias.	39
Figura No. 16.	Pareto de los datos recolectados con el multivoto.	42
Figura No. 17.	Diagrama de Ishikawa.	43
Figura No. 18.	Gráfico de cuadrantes para Influencia vs Dependencia de las variables.	46
Figura No. 19.	Mapa de Flujo de Valor para la familia “Pequeño formato negro”.	54
Figura No. 20.	Mapa de Flujo de Valor para la familia “Pequeño formato color.	55
Figura No. 21.	Tipos de variables según su influencia y dependencia.	57
Figura No. 22.	Casa de la Calidad para las variables requerimientos del Control de la Producción.	61
Figura No. 23.	Ejemplo de organizador para sobres de trabajo.	64
Figura No. 24.	Ingreso de la variable Tipo de acabado.....	66
Figura No. 25.	Ingreso de la variable Tiempo de entrega.	67
Figura No. 26.	Ingreso de la variable Costo total del pedido.....	67
Figura No. 27.	Ingreso de la variable Máquina.....	68
Figura No. 28.	Ingreso de la variable Prioridad.	68
Figura No. 29.	Sistema de predicción de la variable Prioridad.....	69
Figura No. 30.	Interfaz para ingreso de valores de variables.	71
Figura No. 31.	Código utilizado para categorizar los valores ingresados.....	72
Figura No. 32.	Ejemplo de la forma en que se muestran las categorías según los valores ingresados.	73
Figura No. 33.	Fragmento de código generado para las reglas de decisión.	73
Figura No. 34.	Ejemplo de la determinación de la prioridad para los valores digitados.....	74
Figura No. 35.	Separación del proceso para las máquinas estudiadas.	78
Figura No. 36.	Asignación de atributo de entrada para el proceso de Producción del modelo propuesto.....	78
Figura No. 37.	Asignación de atributo de entrada para el proceso de Producción del modelo actual.	79
Figura No. 38.	Asignación de prioridad individual y total para el pedido.	79

Figura No. 39. Asignación de tiempo estimado proceso de Priorización del modelo actual.	80
Figura No. 40. Asignación de tiempo estimado proceso de Priorización del modelo propuesto.....	80
Figura No. 41. Diagrama completo elaborado para simular modelo actual y propuesto.	81
Figura No. 42. Resultados de pedidos procesados con el modelo actual.	82
Figura No. 43. Resultados de pedidos procesados con el modelo propuesto.	82
Figura No. 44. Flujo de efectivo del proyecto.	84
Figura No. 45. Diagrama de Gantt para la implementación de mejoras.....	88

RESUMEN

Sánchez, Karen. Octubre, 2018. Establecimiento de mejoras en la Gestión de la Producción para reducir los retrasos en la entrega de pedidos de las familias de impresión en negro y color., Proyecto de Graduación. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Profesor Asesor: Ing. Dennis Arias Ramírez. MEng.

El presente proyecto fue desarrollado en la empresa Servicio de Impresos Fénix S.A. y consistió en un estudio para detectar y establecer mejoras relacionadas con las variables que afectan el Control de la Producción para las familias de productos “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color”. El objetivo del proyecto fue reducir los retrasos en la producción de pedidos de estas dos familias para mejorar los tiempos de entrega brindados a los clientes debido a que existe un retraso del 28.31% de pedidos, esto incurre en un costo de oportunidad cercano a los seis millones de colones.

En el diagnóstico de la situación actual se cuantificaron 4 variables que influyen en el Control de la Producción en las familias mencionadas, estas son: Máquina, Tiempo de entrega, Tipo de acabado y Costo total del pedido. Asimismo, se establecieron dos áreas de mejora principales en la etapa de producción de las familias en estudio que están dadas por la forma en la que se ingresan los pedidos a producción y la organización de los sobres de trabajo.

La primera propuesta de solución consiste en una herramienta elaborada en el software Visual Studio® para ingresar los datos de las variables clave determinadas en el diagnóstico y que esta calcule la prioridad del pedido realizado de acuerdo con estas variables, con el establecimiento de esta prioridad se mejora el sistema de forma que se puedan procesar 6 pedidos más por semana que son equivalentes a ₡4,626,977.73 mensuales. Por otra parte, se propone la compra de una estantería metálica con el fin de ordenar los sobres de trabajo en el área de producción que permite la reducción de tiempos muertos.

Con la evaluación de las propuestas, se concluyó que las mejoras planteadas son factibles económicamente generan un beneficio económico elevado con una inversión recuperable en un tiempo corto debido a que su período de recuperación de la inversión es de un mes solamente.

Palabras clave: *retrasos, Control de la Producción, tiempos de entrega, negro, color.*

ABSTRACT

Sánchez, Karen. October, 2018. Establishment of improvements in the Management of Production to reduce the delays in the delivery of orders of printing families in black and color., Graduation Project. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Consulting Professor: Ing. Dennis Arias Ramírez. MEng.

The present project was developed in the company Servicio de Impresos Fénix S.A. and consisted of a study to detect and establish improvements related to the variables that affect Production Control for the families of products "Small black format" and "Small format color". The objective of the project was to reduce the delays in the production of orders of these two families to improve the delivery times given to customers because, at present, there is a delay of 28.31% of orders, this incurs an opportunity cost close to six millions of colones. In the diagnosis of the current situation, 4 variables were quantified that influence the Control of Production in the families mentioned, these are: Machine, Delivery time, Finish type and Total cost of the order. Likewise, two main improvement areas were established in the production stage of the families under study, that are given by the way in which orders are entered into production and the organization of work envelopes.

The first solution proposal consists of a tool developed in the Visual Studio® software to enter the data of the key variables determined in the diagnosis that calculates the priority of the order made according to these variables, with the establishment of this priority improves the system so that 6 more orders per week can be processed, which are equivalent to ₡ 4,626,977.73 per month. On the other hand, the purchase of a metal shelving is proposed in order to sort the work envelopes in the production area that allows the reduction of dead times.

With the evaluation of the proposals, it was concluded that the proposed improvements are economically feasible, and generate a high economic benefit with a recoverable investment in a short time because their recovery period of the investment is only one month.

Keywords: *delays, production control, delivery times, black, color.*

I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se abarcan los principales datos de la empresa donde se realizó el presente proyecto junto con los aspectos generales del mismo.

A. Identificación de la empresa

A continuación, se presentan los datos principales de la empresa Servicio de Impresos Fénix S.A.

1. Visión y misión de la empresa

Visión

“Ser su impulsador de negocio de manera permanente, haciendo que su empresa crezca con nosotros.”

Misión

“Brindar total satisfacción y asesoramiento a nuestros clientes en todos nuestros servicios, comprometidos con los más altos estándares de calidad, responsabilidad e inmediatez.”

2. Antecedentes históricos

Servicio de Impresos Fénix S.A. se fundó como sociedad el 26 de noviembre del 2001; sin embargo, inició sus labores como empresa de artes gráficas en el año 1996. Sus fundadores Daniel y Guillermo Matamoros, dos visionarios empresarios, decidieron dejar de lado su negocio textil y aventurarse en un campo completamente nuevo, el de las artes gráficas. En el año 2002 fue publicado un artículo en la revista llamada Revista Gráfica de Centroamérica y El Caribe donde se habla de la empresa, en ese entonces esta se dedicaba a los servicios de litografía, artes, diseño y pre prensa digital; contaba con nueve personas trabajando y un equipo Hamada 600, Hamada 880 y una KORD 64. En el artículo, Daniel menciona que partieron de cero ya que antes se dedicaban a una profesión diferente y que iniciaron sin saber ni qué era un arte, pero convencidos de que saldrían adelante.

En los siete años transcurridos desde que la empresa inició labores hasta la fecha en que fue publicado el artículo habían logrado actualizar su equipo de cómputo, matrizadora, guillotina, quemador de plancha y otros; de esta forma adquirieron importantes clientes.

Actualmente, la empresa tiene un amplio sector de negocio, ofreciendo servicios muy diversos como lo son la gigantografía, tampografía, impresión digital de pequeño y gran formato, entre otros. Además, la empresa cuenta con 18 colaboradores en total.

3. Ubicación geográfica

La empresa se ubica en San Cayetano, San José específicamente Calle 3 entre las Avenidas 24 y 26.



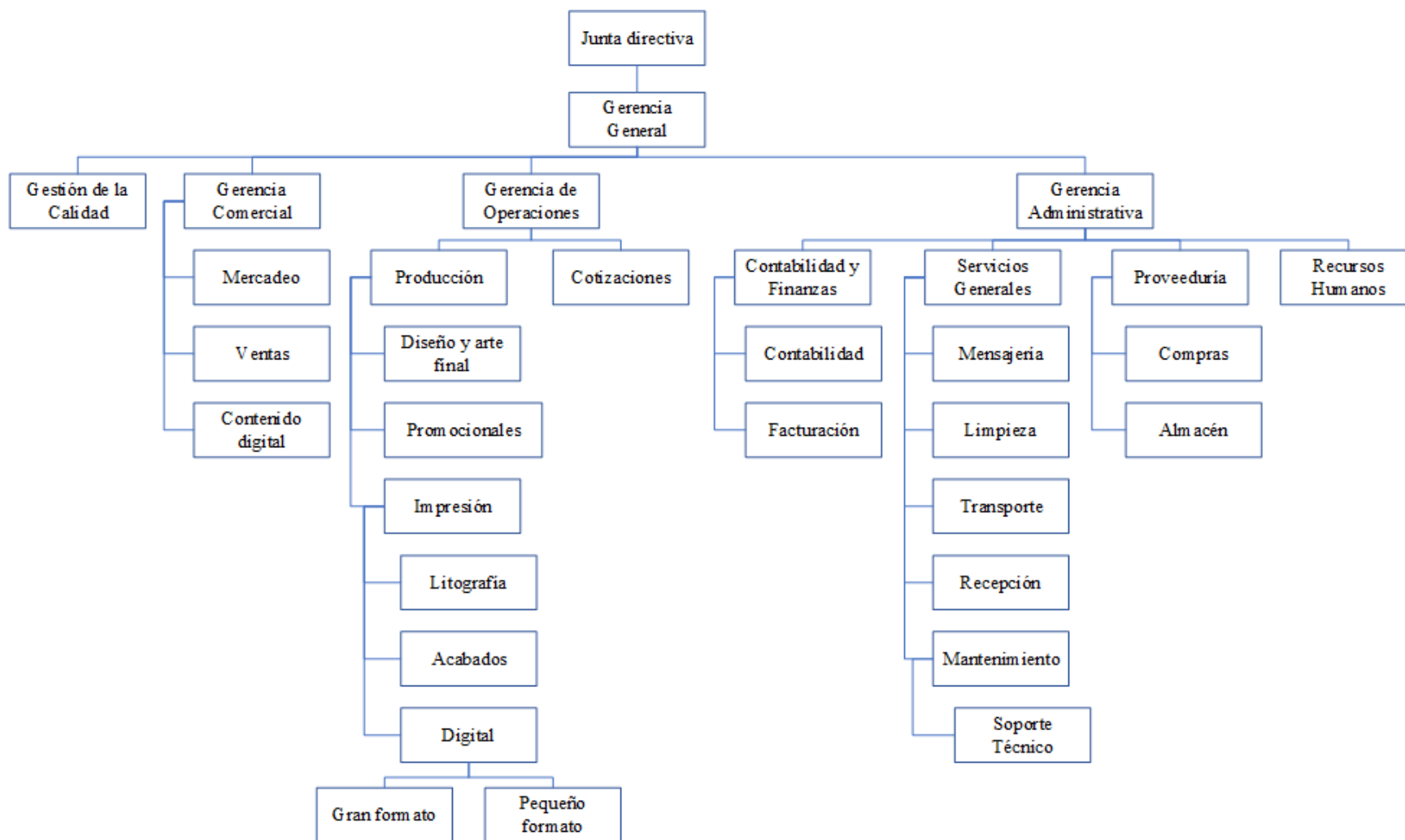
Fuente: Recuperado de Google Maps.

Figura No. 1. Ubicación geográfica de Servicio de Impresos Fénix S.A.

4. Estructura organizativa

En la Figura No.2 se muestra el organigrama completo de Servicio de Impresos Fénix S.A.

La gestión a nivel general está dada por la Junta Directiva de la empresa conformada por personas de los puestos más altos de la misma. En el segundo nivel se encuentra la Gerencia General de la empresa que coordina a nivel general el funcionamiento de todas las áreas principales; estas áreas se encuentran en el tercer nivel de jerarquía. Por último, en los niveles cuarto y quinto se encuentran los departamentos y subdepartamentos de la empresa.



Fuente: Departamento Administrativo de Servicio de Impresos Fénix S.A.

Figura No. 2. Organigrama de Servicio de Impresos Fénix S.A.

5. Número de empleados

La planilla de la empresa Servicio de Impresos Fénix S.A. cuenta con 21 colaboradores; además, la empresa se puede clasificar por áreas principales, las cuales incluyen colaboradores de producción, administrativos y de diseño. Para especificar se presenta el Cuadro No.1 con la asignación de los colaboradores por área.

Cuadro No. 1. Cantidad de colaboradores por departamento.

Área	Cantidad de colaboradores
Administrativa	3
Diseño	2
Calidad	1
Comercial	2
Operaciones	2
Producción	10
Limpieza	1

Fuente: Elaboración propia.

6. Tipos de productos

Debido a que la empresa maneja productos muy variados ya que estos se encuentran sujetos a los deseos personalizados de cada cliente y cada pedido, no se tiene una cantidad de productos con características específicas, pero si se tiene una gama de servicios los cuales son ejemplificados mediante las Figuras No.3-6.

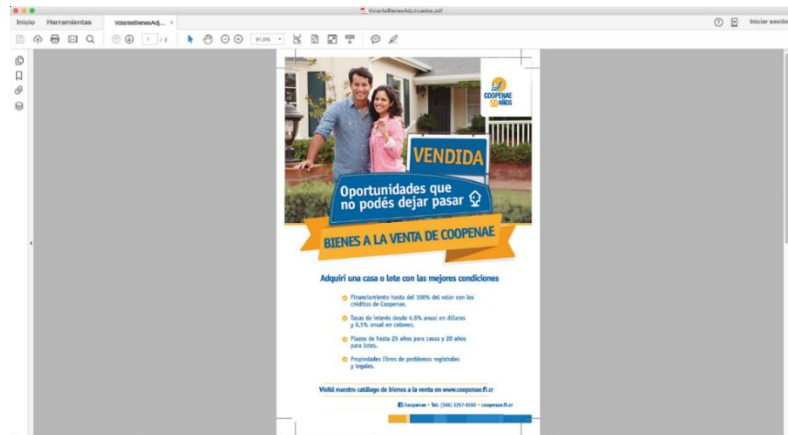
1. Mercados de exportación

Actualmente la empresa se dedica solamente a la producción a nivel nacional por lo que no posee mercados de exportación.



Fuente: Recuperado de fenix-cr.com.

Figura No. 3. Ejemplo del servicio de tampografía.



Fuente: Recuperado de fénix-cr.com.

Figura No. 4. Ejemplo del servicio de diseño gráfico.



Fuente: Recuperado de fénix-cr.com.

Figura No. 5. Ejemplo del servicio de impresión digital.



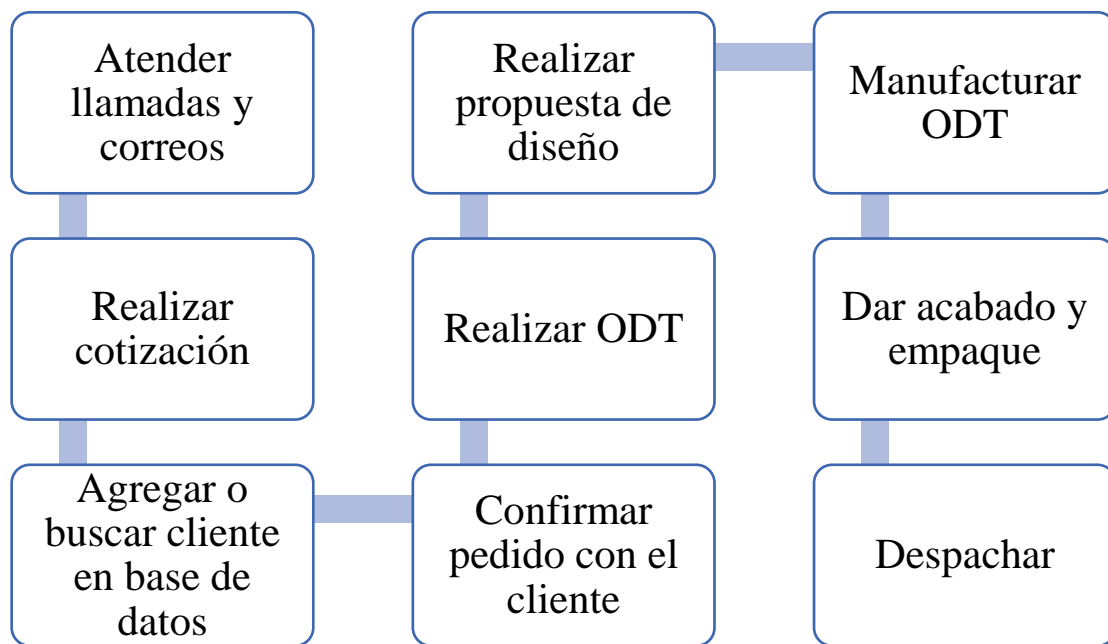
Fuente: Recuperado de fénix-cr.com.

Figura No. 6. Ejemplo del servicio de gigantografía.

2. Descripción general del proceso productivo

El proceso productivo de la empresa inicia cuando se genera el requerimiento por parte del cliente (ya sea por medio de un correo electrónico o de una llamada telefónica), de acuerdo con este requerimiento se genera una cotización con los parámetros establecidos mediante una plantilla de Excel; posteriormente se ingresa o busca el cliente en la base de datos de acuerdo a si este es nuevo o existente. Cuando el cliente confirma la cotización se genera una orden de trabajo nueva de acuerdo con el requerimiento o pedido solicitado, en esta orden de trabajo se especifican todos los aspectos técnicos relacionados con el diseño (si este es requerido), el proceso de producción y el acabado de lo solicitado en la orden de trabajo; cuando la orden de trabajo está adecuadamente llena por parte de los encargados de cotizaciones se procede a crear un sobre de trabajo que contiene la cotización, el diseño y la orden de trabajo que luego es trasladada al departamento de producción donde se sigue con lo especificado dicha orden, en esta parte cada orden de trabajo toma una ruta de acuerdo con la máquina o máquinas con la que se debe manufacturar el producto; es decir, a la familia a la que pertenece. Posteriormente, se traslada el producto al departamento de acabado para dar detalles finales y empacarlo para su despacho y facturación.

En la Figura No.7 se puede observar un diagrama de flujo del proceso productivo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 7. Diagrama de proceso productivo Servicio de Impresos Fénix S.A.

B. Justificación

La empresa actualmente realiza cerca de 209 pedidos al mes para entregar a sus clientes, entre estos pedidos las familias que cuentan con mayor cantidad son las de “Litografía”, “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color”; con 30%, 27% y 15%, respectivamente, los retrasos en los pedidos entregados afectan directamente la imagen de la empresa para con sus clientes debido a que uno de los principales compromisos es ingresar un pedido realizado por un cliente a producción en un período menor a 24 horas.

Actualmente, Servicio de Impresos Fénix S.A cuenta con un porcentaje relacionado con retrasos en la entrega de pedidos de aproximadamente 28.31% y un modelo de Control de la Producción que genera un promedio de 13 pedidos procesados por semana, si esta capacidad pudiera ser aumentada mediante un modelo de Control de la Producción nuevo, se agilizaría del sistema contribuyendo a mitigar los retrasos debidos a esta causa; además, los retrasos son de 11 días aproximadamente, en este período de tiempo se podrían procesar cerca de 36 pedidos; por lo anterior, se genera un costo de oportunidad aproximado a ₡6,411,516.48.

La finalidad este proyecto es proporcionar un modelo base que permita obtener una serie de criterios para el proceso de Control de la Producción tomando en cuenta todos los aspectos que podrían afectar la fecha de entrega de los pedidos y de esta forma mitigar su impacto negativo y generar un menor costo de oportunidad. Además, de que estos criterios proporcionen un modelo para la toma de decisiones sobre tiempos de entrega y demás.

C. Objetivos

1. Objetivo General

Reducir los retrasos en la producción de pedidos de impresión en negro y color para el mejoramiento de los tiempos de entrega brindados a los clientes de la empresa Servicio de Impresos Fénix S.A.

2. Objetivos Específicos

Para el cumplimiento del objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Cuantificar los requerimientos de las partes interesadas e información recolectada para la determinación de las características técnicas del modelo que satisfagan las necesidades y expectativas de los interesados.
- Analizar las características técnicas para el establecimiento de su importancia en el diseño de las propuestas de mejora.
- Diseñar una propuesta para la gestión de la producción que incluya las variables relacionadas al ingreso a producción de las órdenes de trabajo y los requerimientos de los interesados.
- Comparar el modelo de producción actual con el propuesto para su evaluación económica y de eficiencia.
- Elaborar un plan de implementación de la propuesta planteada para la puesta en marcha en la empresa.

D. Alcances y limitaciones

1. Alcances

El presente proyecto abarca el desarrollo de propuestas para la adecuada gestión de la producción de las órdenes de trabajo de las familias “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color” en el taller de producción de Servicio de Impresos Fénix S.A, estas familias se definieron con base en los planteamientos generales de las necesidades y problemática de la empresa mencionadas en la reunión inicial con el Gerente General, el Gerente de Ventas y el Ejecutivo de Mercadeo. El trabajo se enfoca solamente en estas dos familias de productos debido a que estas representan el segundo y tercer lugar de acuerdo con la cantidad de pedidos realizados mensualmente en la empresa; además, son las máquinas de mayor interés debido

a que el estudio servirá para ordenar la producción en las dos máquinas más nuevas de la empresa, de esta forma mejorar el desempeño de estas.

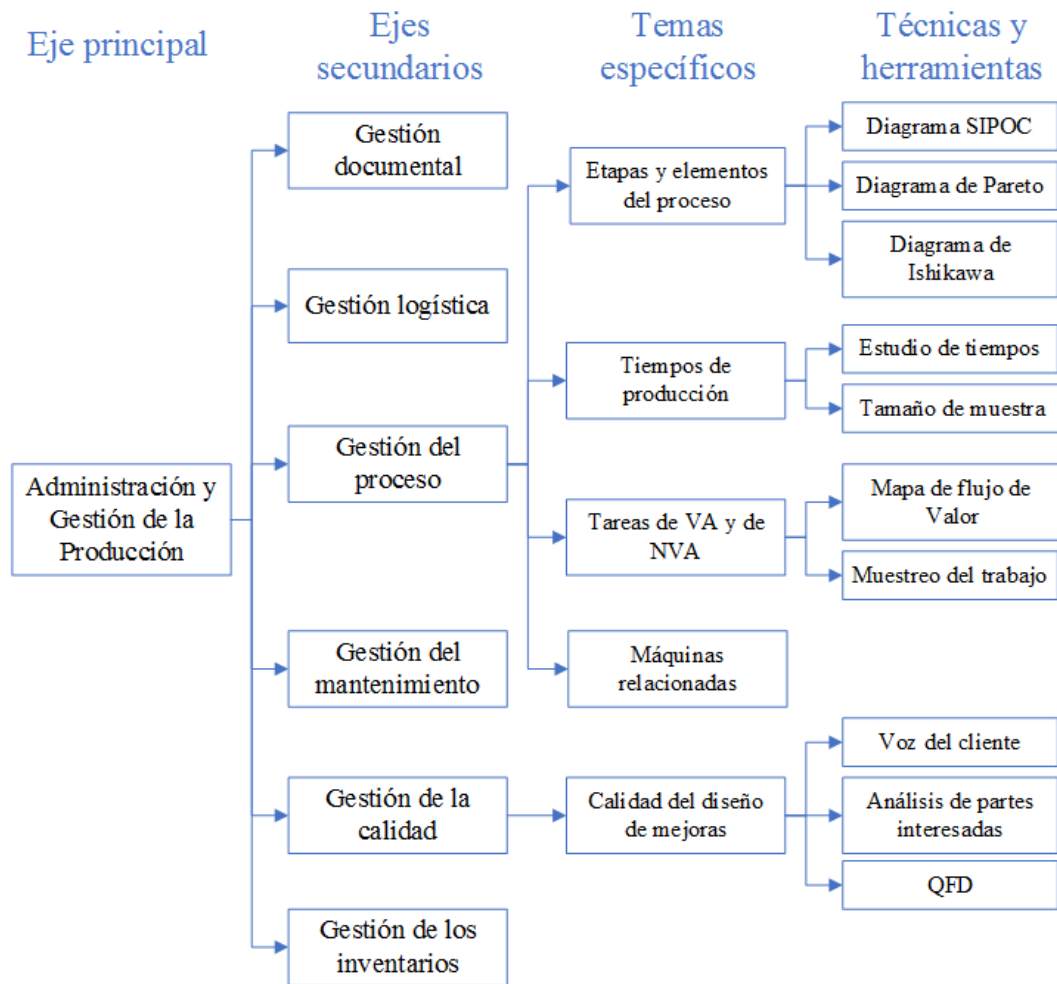
Además, este proyecto abarca una simulación de la implementación de la propuesta para evaluar que su desempeño es el esperado. La máquina que realiza las impresiones en negro es una marca Ricoh modelo Pro 8200s y la máquina que realiza las impresiones a color es una Ricoh Pro c5100s. Además, el proyecto cuenta con una limitación de tiempo total de ejecución de 13 semanas.

2. Limitaciones

Uno de los aspectos más limitantes es que las órdenes de trabajo utilizadas en el taller de producción son almacenadas solamente por un mes; es decir, se cuenta con las órdenes de trabajo completas del mes anterior al inicio del estudio, con lo cual no se posee un registro histórico de los aspectos técnicos relacionados con los tiempos de los pedidos de las familias “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color”. Por otra parte, es importante mencionar que la familia que posee mayor cantidad de pedidos es la de “Litografía”; sin embargo, no se realizó el estudio para esta familia debido a que las tres máquinas relacionadas con esta se encuentran en estudio ya que probablemente serán reemplazadas en los próximos meses. Por lo anterior, no se recomendó realizar el estudio en esta familia ya que no existía la seguridad de que este pudiera ser completado debido a que podía haber paros futuros o incluso la eliminación de estas máquinas para ser reemplazadas por una más grande. En la herramienta del QFD utilizada en el Capítulo VI no se utilizó un Benchmarking para comparar el modelo con otras empresas debido a la dificultad para que las empresas proporcionen información sobre controles de procesos relacionados con las variables de producción.

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan una serie de conceptos y fundamentos teóricos relacionados con la elaboración del proyecto. En la Figura No.8 se muestra un diagrama que ejemplifica los temas tratados y su relación jerárquica.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 8. Diagrama de jerarquía de temas para fundamento teórico del proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

A. Administración y Gestión de la Producción

Según Becerra et al. (2) en las empresas no se le da suficiente importancia a la Gestión de la Producción, sino que la atención se desvía hacia otras áreas funcionales de la empresa dejando por fuera una de las partes más importantes de proceso productivo, la fabricación del producto.

Según Domínguez et al. (7) esto se ha cambiado en los últimos años y las organizaciones ya no perciben la actividad productiva como un sistema aislado o cerrado, sino que este interactúa y se relaciona de manera directa o indirecta con el entorno que la rodea. Dentro de las áreas que se relacionan con la actividad productiva se pueden mencionar las siguientes: Gestión documental, Gestión logística, Gestión del proceso, Gestión del mantenimiento, Gestión de la calidad y Gestión de los inventarios. Las anteriores son solo algunos ejemplos de las áreas funcionales que pueden relacionarse con la actividad productiva o la producción en sí; sin embargo, estas dependen del tipo de actividad y organización en la que se realiza.

De la mano con lo mencionado por Becerra et al (2), Pérez (16) dice que uno de los factores más importantes para las organizaciones con el fin de ser más productivas es la planificación, organización y control de la producción; este debe ser entorno al logro de los objetivos empresariales que pueden estar relacionados con calidad, tiempo o productividad. Además, Pérez (16) también menciona que un sistema de Gestión de la Producción inadecuado o enfocado indebidamente puede generar problemas en tiempos de entrega, inventarios, costos de producción, entre otros.

El presente trabajo se enfoca principalmente en dos áreas relacionadas con la Gestión de la Producción, estas son Gestión del Proceso y Gestión de la Calidad.

1. Gestión del Proceso

Según Bravo (5) la gestión de procesos contribuye en el proceso de dirección de la empresa mediante la identificación, representación, diseño, formalización, control, mejora y productividad de los procesos de la organización para la mayor satisfacción del cliente. Algunos de los principales beneficios de la Gestión de procesos están relacionados con el conocimiento completo de la actividad productiva en la que se enfoca el proceso, costo adecuado del proceso, mejora continua, entre otros.

Asimismo, Beltrán et al (3) señalan que un sistema adecuado de Gestión de Procesos ayuda a las organizaciones a establecer metodologías, responsabilidades, recursos, actividades, entre otros, que permiten un enfoque orientado a obtener buenos resultados que es sinónimo de cumplimiento de los objetivos establecidos.

1.1. Etapas y elementos del proceso

Un proceso generalmente consiste en una serie de etapas que se llevan a cabo para un fin en específico, según Mallar (12) los procesos poseen un conjunto de elementos descritos a continuación:

- **Entradas**

Estas se refieren a los recursos que se van a transformar, los materiales a procesar, personas a formar o cualquier ítem que sea necesario para iniciar y realizar el proceso.

- **Recursos**

Los recursos son los elementos que actúan sobre las entradas de forma que los transforman, dentro de los recursos se encuentran dos tipos principales: los factores dispositivos humanos, que son los que planifican y organizan las operaciones o actividades del proceso; y los factores de apoyo, que se refiere al equipo necesario para realizar estas operaciones o actividades como hardware, software, computadoras, máquinas, entre otros.

- **Flujo real de transformación**

Este elemento se refiere a que la transformación presente el proceso puede ser física, de lugar, una transacción, puede tratarse de una transferencia de conocimientos o almacenarlos; asimismo, se puede actuar sobre el cliente de forma física, transportarlo, entre otros.

- **Salidas**

Las salidas se dan de dos tipos principales: el primero es como un bien ya sea tangible, almacenable o transportable; el segundo es en forma de servicio que es intangible y es una acción realizada sobre el cliente.

- **Diagrama de Pareto**

Según Ruiz (20) el principio de Pareto se enuncia diciendo que el 80% de los problemas están producidos por un 20% de las causas. Por lo anterior, lo lógico es concentrar los esfuerzos en localizar y eliminar esas pocas causas que producen la mayor parte de los problemas. Para el caso del presente proyecto este diagrama se utiliza para ponderar las variables más importantes que influyen sobre el tiempo de maquinado de acuerdo y poder de esta forma estudiar las de mayor importancia.

- **Diagrama de Ishikawa**

Según Besterfield (4) este diagrama es una figura formada por líneas y símbolos que representan la relación entre un efecto y sus causas; también se le conoce con el nombre de diagrama de Ishikawa debido a su creador, Kaoru Ishikawa. Con este diagrama se identifican e investigan los efectos negativos y se realizan acciones para mitigar o eliminar sus causas, o los efectos positivos para determinar sus causas responsables y de esta forma potenciarlos. Las causas pueden ser determinadas mediante otras herramientas como la lluvia de ideas o el multivoto.

1.2. Máquinas relacionadas

Como se mencionan anteriormente, en un proceso entran en juego una serie de recursos que son indispensables para la transformación de insumos en un producto o servicio. Para el caso de este proyecto se trabajará con el proceso de producción de dos familias de productos; la primera de ellas es la de “Pequeño formato negro”, para esta familia se cuenta con una impresora digital Ricoh Pro 8200s que es una máquina para la producción en blanco y negro, posee características funcionales como una alta resolución y una gran flexibilidad para su alimentación de papel (35). Uno de los aspectos más importantes de esta máquina es que no genera un tiempo considerable de “*Set up*” y el operario que la maneje no debe poseer una gran experiencia ya que posee una interfaz de usuario simple. Por otra parte, la segunda familia en estudio es la de “Pequeño formato color”, para esta familia se cuenta con una impresora digital Ricoh Pro c5100s; esta es una máquina para la impresión digital a color (caso contrario a la máquina descrita anteriormente), es más pequeña que la impresora en negro, pero posee características altamente funcionales como una alta calidad a bajo costo y una permite una amplia gama de colores y tipos de papel (36).

1.3. Tiempos de producción

De acuerdo con lo mencionado anteriormente de que un proceso consiste en una serie de etapas que se llevan a cabo para un fin específico y estos poseen un conjunto de elementos también descritos por Mallar (11), Cuatrecasas (6) menciona que el proceso de la producción se define como una actividad económica de la empresa que tiene como objetivo obtener uno o más productos o servicios para satisfacer las necesidades de los clientes. Además, la producción es llevada a cabo mediante la ejecución de una serie de operaciones integradas por diferentes procesos. se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos. Por lo tanto, el tiempo que conlleva cada una de estas operaciones es el tiempo de producción del bien o servicio en cuestión.

En muchas ocasiones para la determinación y análisis de los tiempos se realizan estudios de tiempos, estudios de métodos y movimientos o muestreo del trabajo para determinar ciertas mediciones que impactan directamente en el proceso productivo de la empresa. (14)

- **Estudio de tiempos**

Estandarizar el tiempo de forma correcta hace posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, mientras que cuando se hace de forma incorrecta genera costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas en toda la empresa. (14)

Es de vital importancia cumplir ciertos requerimientos antes de iniciar el estudio, Niebel y Freivalds (14) mencionan que estos requerimientos se relacionan con la familiaridad del operario con el método de la actividad u operación a la que será estudiado el tiempo, el método debe ser estándar en todos los puntos donde se usa antes de iniciar el estudio; además, el supervisor debe verificar el método de trabajo para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, entre otros, cumplen con el estándar, como está establecido.

Un estudio de tiempos se hace con el fin de determinar el **tiempo estándar** de la operación que es “el tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación” (14), se le debe agregar una fracción que contempla las holguras. Esta relación se muestra en la ecuación 1.

$$TE = TN + TN * holgura \quad (1)$$

Donde,

TE = tiempo estándar

TN = tiempo normal

- **Determinación del tamaño de muestra**

Para un estudio de tiempos es importante determinar el tamaño de muestra necesario para obtener los resultados con una confianza y error determinados. Para establecer este tamaño de muestra de forma estadística se puede suponer que el tiempo se comporta de acuerdo con una distribución normal respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida, si se utiliza la media muestral \bar{X} y la desviación estándar muestral s , se llega al siguiente intervalo de confianza.

$$\bar{x} \pm \frac{zS}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Ahora bien, para determinar el tamaño de muestra n basta con despejar la ecuación 2 de la siguiente forma:

$$n = \left(\frac{zS}{\bar{x}} \right)^2 \quad (3)$$

Sin embargo, a la ecuación 3 se le debe agregar un elemento que considere el error presente en el cálculo, para esto se agrega en la ecuación de la siguiente forma:

$$n = \left(\frac{zS}{\bar{x}e} \right)^2 \quad (4)$$

Donde e es el error atribuible a la media.

Es importante resaltar que cuando se utiliza una muestra de tamaño menor a 30 se debe usar la distribución t y no la normal para obtener un mejor ajuste.

Para los estudios de variables individuales muchas veces se calcula el intervalo de predicción de dicha variable con el fin de conocer el comportamiento de muestras futuras. Para la determinación de este intervalo se utiliza la ecuación 5, utilizando lo mencionado por Luko y Dean (30).

$$\bar{x} \pm t_{\alpha/2} s \sqrt{1 + \frac{1}{n}}$$

(5)

1.4. Tareas de valor agregado (VA) y de no valor agregado (NVA)

Dentro de las operaciones o actividades relacionadas con un proceso productivo se tienen actividades de Valor Agregado y de No Valor Agregado, según Arroyave y Ávalos (1) las actividades se clasifican en dos tipos: primarias y de soporte; las primeras hacen referencia a las actividades que permiten agregarle valor a los insumos de forma que se satisfaga la necesidad existente por parte de los clientes (tareas de valor agregado), las segundas se refieren a aquellas actividades que son necesarias para dar apoyo o brindar soporte a las actividades primarias pero que no agregan valor a los insumos (tareas de no valor agregado).

Para analizar cuando las actividades son o no de valor agregado hay diferentes herramientas que permiten tanto identificarlas como cuantificarlas. A continuación, se describen dos de estas herramientas.

- **Mapa de flujo de Valor**

Uno de los aspectos fundamentales en el análisis de un proceso es conocerlo lo más profundamente posible, una de las herramientas útiles para esto es el Mapa de Flujo de Valor o VSM (Value Stream Map), Jiménez (27) menciona que para mejorar la productividad en una organización se deben contemplar todas las partes que coinciden en el proceso para entregar un producto a un cliente ya que estos poseen interés en la empresa debido al producto o servicio que se les pueda brindar.

Salazar (37) también menciona que esta es una herramienta utilizada para conocer a profundidad los procesos; además, este autor indica que el objetivo principal de un VSM es

que este permite identificar las actividades que no agregan valor al proceso y conocer el tiempo asociado a estas actividades.

Según Sánchez (21) este diagrama permite representar e identificar dónde se encuentra el valor y dónde el desperdicio; además, permite crear un flujo que relaciona los materiales y la información con las actividades que se realiza en el proceso.

Para realizar un VSM es necesario plantearse interrogantes relacionadas con la capacidad del sistema de producción, los cuellos de botella del proceso, la tasa de compra del cliente, las restricciones del proceso, entre otras. (37)

- **Muestreo del trabajo**

El muestreo del trabajo es una técnica utilizada para determinar las proporciones o porcentajes del tiempo total dedicados a una tarea o situación específica; en muchas ocasiones sus resultados sirven para determinar la utilización de una máquina, el personal, las holguras que se deben aplicar al trabajo y los estándares de producción. (14)

Cuando se realiza un muestreo de trabajo, al igual que con estudios similares, se debe realizar una serie de tomas que representen estadísticamente el proceso con un nivel de confianza y error dados. Para determinar este tamaño de muestra se utiliza la ecuación 6.

$$n = p * q * \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{e}\right)^2 \quad (6)$$

Donde,

p: porcentaje verdadero de ocurrencia del elemento que se observa, expresado como decimal.

e: error deseado o supuesto para la medición, expresado como decimal.

2. *Gestión de la Calidad*

Uno de los aspectos fundamentales en un adecuado sistema organizacional y la Gestión de la Producción es la Gestión de la Calidad, García, Quispe y Ráez (8) mencionan que la Gestión de la Calidad cuenta con ocho principios fundamentales, estos principios son los siguientes:

- Organización enfocada al cliente.
- Liderazgo.
- Participación del personal.

- Enfoque a los procesos.
- Sistema enfocado hacia la gestión.
- Mejoramiento continuo.
- Toma de decisiones basada en hechos.
- Relación mutuamente benéfica con proveedores.

Lo anterior viene a reforzar el concepto de que para brindar una calidad total a los clientes es indispensable hacerlo sin enfocarse en la gestión adecuada de los procesos y en la mejora continua de los mismos.

2.1. Calidad del diseño de mejoras

El concepto de Gestión de la Calidad también se traspone sobre las mejoras que se deseen realizar a un proceso o actividad dentro de la organización; por lo anterior, las mejoras deben estar enfocadas en el cumplimiento de los principios mencionados por García, Quispe y Ráez (8) para que se genere una mayor satisfacción del cliente a que vaya dirigida la mejora, ya se el cliente externo de la empresa o los departamentos o partes interesadas internas a la empresa.

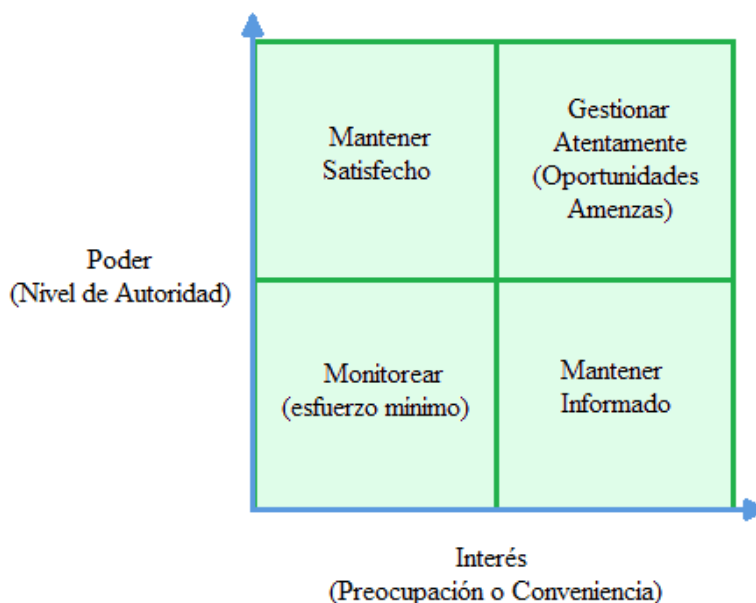
Para esto existen diferentes herramientas que permiten tanto identificar, recolectar y analizar los requerimientos de calidad que poseen las diferentes partes interesadas, entre estas herramientas se encuentran el Análisis de partes interesadas, la Voz del Cliente, el QFD, entre otras.

- **Análisis de partes interesadas**

Según el Project Management Institute, Inc (18) un interesado o parte interesada es un individuo, grupo u organización que pueda ser afectado por un proyecto o afecte al proyecto en sí. Estos interesados pueden participar en el proyecto de forma activa o tener interés positivo o negativo en el mismo. Cada interesado puede tener expectativas e influencia diferentes acerca del proyecto por lo que cada uno debe ser estudiado de forma individual y diferenciada.

Para gerenciar el proyecto adecuadamente es de vital importancia realizar un análisis de estos interesados para saber cómo tratarlos de forma que el proyecto se lleva a cabo de la mejor forma complaciendo las expectativas.

Para un análisis de partes interesadas el primer paso es identificarlas adecuadamente para saber su influencia e interés en el proyecto, con estas dos características se realizan matrices para saber cómo gestionar a los interesados de acuerdo con el cuadrante al que pertenecen. Una de estas es la matriz mostrada en la Figura No.9.



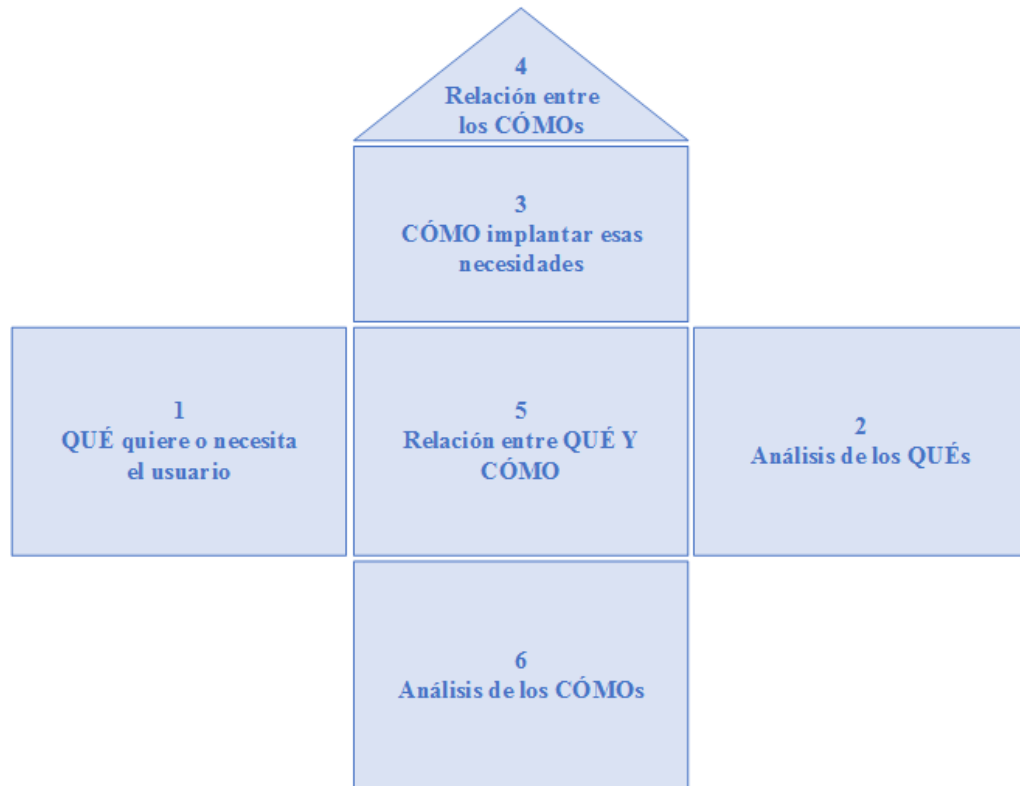
Fuente: (15).

Figura No. 9. Matriz de poder vs interés.

- **Despliegue de la función de calidad (QFD)**

Luego de obtener los requerimientos del cliente mediante herramientas de recolección de la Voz del Cliente (VOC) se procede a utilizar la herramienta de QFD, esta sirve para vincular la voz del cliente directamente con los procesos internos de la empresa. (28)

El QFD es impulsado por el cliente dado que sirve para planificar los productos y servicios que serán brindados a estos. Esta herramienta utiliza matrices llamadas "la casa de la calidad", estas son representaciones gráficas de los requerimientos recolectados; además, varían dependiendo de lo que se quiera mostrar. (28)



Fuente: Elaboración propia basado en (19).

Figura No. 10. Partes de la casa de la calidad.

B. Otras herramientas relacionadas con el proyecto

- **Lluvia de ideas**

Una herramienta utilizada en reuniones para diversos temas es la lluvia o tormenta de ideas, según la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (22) esta es una técnica de grupo que sirve para generar ideas en un ambiente relajado, es un proceso no estructurado donde las personas que participan piensan de forma independiente sobre un objetivo común.

Se utiliza cuando existe una necesidad de liberar creatividad de los equipos, se quiera generar un número extenso de ideas, para involucrar a todos en el proceso o para identificar oportunidades de mejora.

- **Multivoto o multivotación**

Según Pérez (17) esta técnica se utiliza para reducir una larga lista de ítems a otra más pequeña, pueden ser ideas, conceptos o temas que se deseen filtrar para obtener los de mayor

importancia para el grupo; generalmente, esta técnica se utiliza luego de una lluvia de ideas para poder priorizarlas.

- **Sistemas de lógica difusa**

En este proyecto se utilizan conceptos relacionados con la lógica difusa, esta es una técnica o método de predicción de variables de salida con respecto a un conjunto de variables de entrada, se diferencia de otros métodos matemáticos debido a que permite valores imprecisos, intermedios o aproximados de dichas variables (11).

Por otra parte, Zatarain (24) menciona que la teoría de conjuntos difusos provee una herramienta matemática para aproximar el razonamiento de diferentes términos cuando la información disponible es incierta, incompleta, imprecisa o vaga; en la lógica difusa se utilizan conceptos relacionados con grados y variables de pertenencia, de forma que estos sigan patrones de razonamiento similares a los del pensamiento humano.

C. Fases de la metodología DMADV

Debido a que el proyecto es de la temática de diseño de una propuesta para la priorización de las órdenes de trabajo y la asignación de cargas de trabajo relacionadas con la familia de productos “Pequeño formato negro”, la metodología implementada en este proyecto es la DMADV (Definir-Medir-Analizar-Diseñar-Verificar).

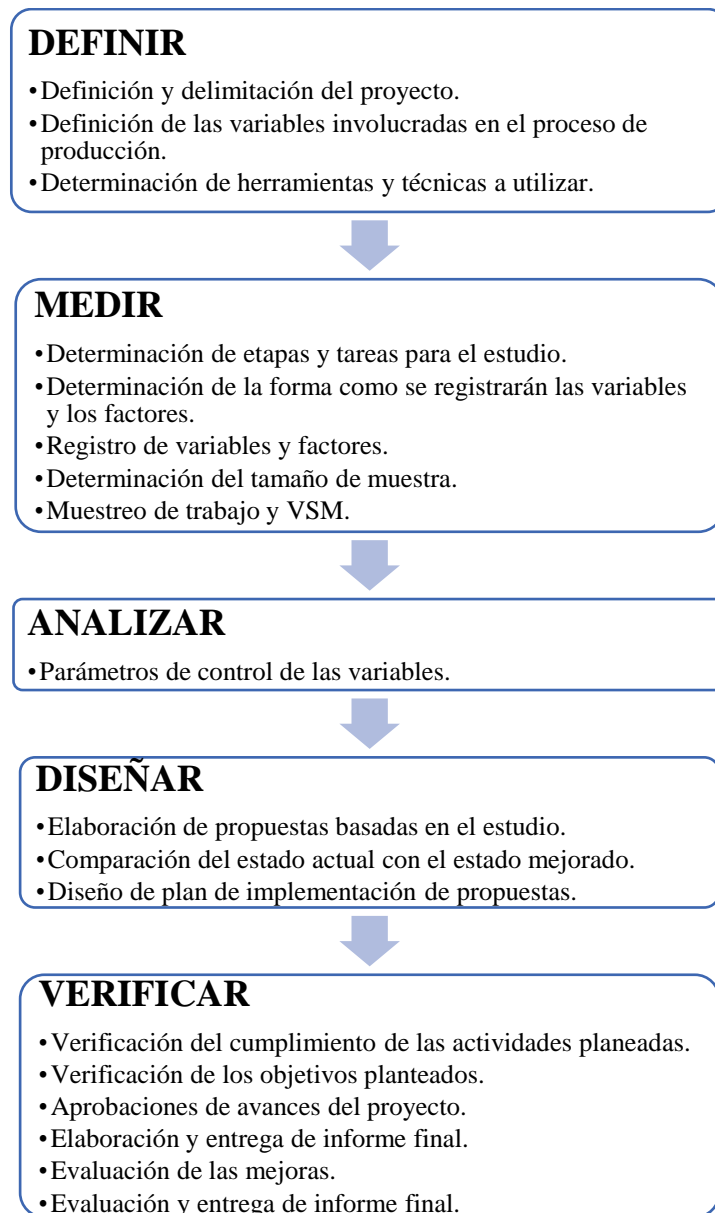
Según Garro (9) la primera etapa de esta metodología, Definir, consiste en desarrollar claramente la definición del proyecto que se va a realizar con sus respectivas partes interesadas, metas propuestas, alcances y limitaciones; además, en esta etapa se busca determinar las variables que se van a estudiar, los factores involucrados con estas variables y los resultados esperados de cada entregable del proyecto. La siguiente etapa es la de Medir, esta se basa en la recolección de datos, parámetros, necesidades y requerimientos relacionados con la variable en estudio; esto se hace con el fin de poder determinar de manera cualitativa y cuantitativa los requerimientos y necesidades que se abordarán en el proyecto. Posterior a la recolección de datos se realiza la etapa de Analizar que es donde se evalúan los resultados de las mediciones para tomar decisiones con respecto a las necesidades del cliente y las partes interesadas.

Luego de la etapa de análisis se inicia con la de Diseño, esta se basa en el desarrollo del diseño conceptual de forma completa y detallada del prototipo que contemple las necesidades del cliente y las partes interesadas; es decir, el producto que se desea obtener. Este diseño puede ser el de un proceso, un producto, un servicio, una metodología o herramienta que solvente los requerimientos del proyecto en estudio. Con la etapa de diseño concluida se procede a realizar la fase Verificar, esta consiste en la implementación del diseño construido y su evaluación mediante alguna prueba piloto o herramienta similar. En esta etapa se verifica que el diseño cumpla con lo especificado por los interesados y que se realice la adecuada transición si se evalúa que el diseño debe ser implementado de forma permanente.

III. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología utilizada en el proyecto con sus respectivas etapas principales y las actividades realizadas en cada una de estas etapas.

Como se menciona anteriormente, la metodología utilizada en este proyecto es la DMADV (Definir-Medir-Analizar-Diseñar-Verificar). En la Figura No.11 se muestra la estructura general del proyecto utilizada para visualizar qué actividades se realizan en cada una de las etapas mencionadas anteriormente.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 11. Metodología del proyecto.

A. Definir

En esta etapa se describen todas las actividades ejecutadas en la etapa de planeación del proyecto, las cuales son las siguientes:

1. Definición y delimitación del proyecto

En esta actividad se determinó la causa principal del proyecto para ver si este se realiza en respuesta a una necesidad o a un problema presente en la empresa; además, se determinan las razones estratégicas de las partes interesadas por las cuáles es importante realizar en proyecto y los resultados que se esperan del mismo; es decir, los requerimientos principales del mismo. Asimismo, se determinaron los alcances y limitaciones del proyecto con el fin de delimitarlo de forma que se puedan cumplir con los requerimientos en el tiempo estimado.

Por otra parte, se evaluaron las diferentes metodologías para llevar a cabo un proyecto de forma que se seleccionara la más adecuada al contexto y tipo de proyecto.

Por último, se determinó el tipo de estudio a realizar para cumplir con los requerimientos del proyecto.

2. Definición de las variables involucradas en el proceso de producción

En esta parte se definieron la variables o factores involucrados en las familias de productos en estudio, también se determinaron cuáles de estas son las de mayor importancia para definir cuáles son los puntos que se van a medir y analizar posteriormente de cada una de estas.

3. Determinación de herramientas y técnicas a utilizar

En esta parte se determinaron las herramientas y técnicas a utilizar en cada etapa de la ejecución del proyecto para poder generar los resultados esperados de la forma más rápida y simple posible. Entre estas técnicas se encuentran:

- Mapa de flujo de valor.
- Multivoto.
- Diagrama de Ishikawa.
- Gráfico de Pareto.
- Diagrama SIPOC.
- Estudio de tiempos.
- Determinación de tamaños de muestra.

- Análisis de partes interesadas.
- Diagrama de barras o Gantt.
- QFD.
- Otras.

B. Medir

Posterior a la etapa de definición se procedió a ejecutar las mediciones y la recolección de datos.

1. Determinación de etapas y tareas para el estudio

En esta actividad se realizó un levantamiento del proceso general de producción y de esta forma determinar las etapas a las cuales se les iba a aplicar el estudio y; además, se determinaron los elementos en los cuales se dividía la etapa o etapas seleccionadas para su toma de datos y características específicas.

2. Determinación de la forma como se registrarán las variables y los factores

Se elaboró un registro para almacenar la información recolectada de las diferentes variables y factores definidos en la etapa anterior.

3. Registro de variables y factores

Con la información recolectada se utilizaron diferentes herramientas para agrupar y categorizar las variables con respecto a su importancia en el desarrollo del proyecto.

4. Determinación del tamaño de muestra

Para las características cuantitativas se realizó un muestreo preliminar y, posteriormente, se registraron los parámetros necesarios para medir el tamaño de muestra requerido para las mediciones con un nivel de confianza y el error deseados.

5. Muestreo de trabajo y VSM

De acuerdo con los datos recolectados se realizó un muestreo de trabajo para medir el porcentaje de tiempo invertido en tareas de valor agregado y de no valor agregado.

C. Analizar

1. Parámetros de control de las variables

Con los datos obtenidos de las variables y factores determinados en las etapas de definición y medición se establecen los puntos de control del proceso para el adecuada Control de la Producción para las familias en estudio debido a que el proyecto se enfoca en esta área en particular.

D. Diseñar

1. Elaboración de propuestas basadas en el estudio

Con los resultados del estudio se elaboraron propuestas de mejora para el Control de la Producción tomando en cuenta las variables y factores de mayor impacto en el tiempo de producción.

2. Comparación del estado actual con el estado mejorado

Se procedió a comparar el modelo actual de Control de la Producción con el escenario mejorado si se aplican los controles necesarios para cada una de las variables y factores de mayor importancia.

3. Diseño de plan de implementación de propuestas

Posterior a que las propuestas fueron realizadas se elaboró el plan de implementación de dichas propuestas en la empresa considerando los recursos disponibles.

E. Verificar

1. Verificación del cumplimiento de las actividades planeadas

Finalizada la etapa de diseño se verificó que las actividades de cada etapa fueran ejecutadas completamente en el tiempo planificado y se determinó que dichas actividades ejecutadas obtuvieran los resultados esperados.

2. Verificación de los objetivos planteados

Posteriormente, se evaluó si los objetivos fueron cumplidos en su totalidad y se verificó que los objetivos cumplieran con la meta establecida para el proyecto.

3. Aprobaciones de avances del proyecto

Cada vez que se llegaba a un punto clave en el desarrollo del proyecto se realizaba un registro por medio de una bitácora digital y los avances dados en la bitácora son aprobados por el

Encargado de Operaciones, el Supervisor de Producción y el Gerente de Ventas, lo anterior con el fin de que el estado del proyecto y su enfoque fueran de conocimiento de las partes interesadas y aprobados por estas.

4. Evaluación de las mejoras

Para evaluar que las propuestas de mejora son válidas para ser implementadas en el futuro se realizó una simulación y una evaluación económica para comparar sus beneficios con respecto al método actual de Control de la Producción específicamente el de las órdenes de trabajo.

5. Elaboración y entrega de informe final

Por último, se generaron las conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados del estudio, se entregó el documento con el proyecto a la empresa y demás partes involucradas, y se entregó a la empresa la hoja de evaluación del proyecto.

En los Cuadros No.2-4 se muestra un resumen de la metodología del estudio.

Cuadro No. 2. Resumen de la metodología utilizada en el proyecto.

Etapa	Actividades a realizar	Resultados esperados	Herramientas	Relación con los objetivos específicos
DEFINIR	Definición y delimitación del proyecto.	Causa principal del proyecto.	Análisis de partes interesadas. Diagrama de Gantt. Acta de constitución del proyecto. Lluvia de ideas. Multivoto. Mapa de Flujo de Valor.	- Cuantificar los requerimientos de las partes interesadas e información recolectada para la determinación de las características técnicas del modelo que satisfagan las necesidades y expectativas de los interesados.
		Razones estratégicas de las partes interesadas.		
		Requerimientos del proyecto.		
		Alcances y limitaciones.		
		Metodología del proyecto.		
		Tipo de estudio a realizar.		
	Definición de las variables involucradas en el proceso de producción.	VARIABLES Y FACTORES.		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 3. Resumen de la metodología utilizada en el proyecto (continuación).

Etapa	Actividades a realizar	Resultados esperados	Herramientas	Relación con los objetivos específicos
DEFINIR	Determinación de herramientas y técnicas a utilizar.	Herramientas definidas para cada etapa.		
MEDIR	Determinación de etapas y tareas para el estudio.	Levantamiento del proceso general. Elementos de cada etapa en estudio.	Diagrama de Pareto. Estudio de tiempos. Tamaños de muestra. Formas de Excel. Software de análisis estadístico o similar.	- Cuantificar los requerimientos de las partes interesadas e información recolectada para la determinación de las características técnicas del modelo que satisfagan las necesidades y expectativas de los interesados.
	Determinación de la forma como se registrarán las variables y los factores.	Forma de registro.		
	Registro de variables y factores.	Variables y factores registrados.		
		Importancia de cada variable y factor.		
	Determinación del tamaño de muestra.	Parámetros de los datos.		
	Muestreo de trabajo y VSM.	Tareas de VA y de NVA.		
Diagrama de VSM.				
ANALIZAR	Parámetros de control de las variables.	Puntos de control.	Diagrama de Ishikawa.	-Analizar las características técnicas para el establecimiento de su importancia en el diseño de las propuestas de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 4. Resumen de la metodología utilizada en el proyecto (continuación).

Etapa	Actividades a realizar	Resultados esperados	Herramientas	Relación con los objetivos específicos
DISEÑAR	Elaboración de propuestas basadas en el estudio.	Propuestas de mejora.	Despliegue de la Función de Calidad (QFD) Herramientas de diseño. Lluvia de ideas. Análisis económico.	- Diseñar una propuesta para la gestión de la producción que incluya las variables relacionadas al ingreso a producción de las órdenes de trabajo y los requerimientos de los interesados.
	Comparación del estado actual con el estado mejorado.	Estado actual y estado mejorado.		
	Diseño de plan de implementación de propuestas.	Plan de implementación.		
VERIFICAR	Verificación del cumplimiento de las actividades planeadas.	Actividades verificadas.	Simulación de procesos. Análisis económico.	- Comparar el modelo de producción actual con el propuesto para su evaluación económica y de eficiencia. - Elaborar un plan de implementación de la propuesta planteada para la puesta en marcha en la empresa.
		Resultados de actividades determinados.		
	Verificación de los objetivos planteados.	Objetivos evaluados.		
		Cumplimiento de meta evaluado.		
	Aprobaciones de avances del proyecto.	Bitácoras		
	Evaluación de las mejoras.	Propuestas validadas.		
	Elaboración y entrega de informe final.	Conclusiones y recomendaciones.		
Documento de proyecto.				
Evaluación de la empresa.				

Fuente: Elaboración propia.

IV. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se detalla el análisis realizado de la situación actual de la empresa tomando en cuenta tanto el proceso productivo como cada una de las partes que intervienen o se relacionan con este para una mejor comprensión del problema en estudio.

A. Desarrollo del proyecto

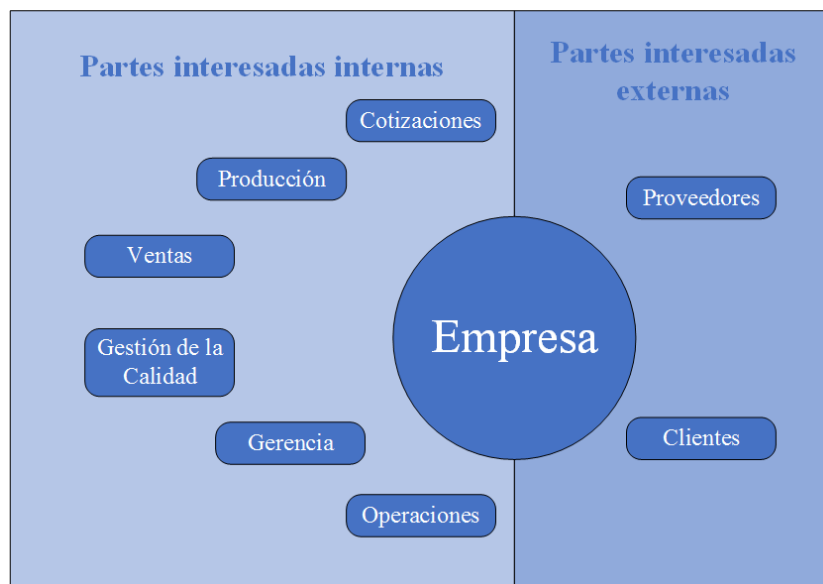
Como parte de la planificación del tiempo y requerimientos del proyecto se realizó el Acta de Constitución del Proyecto donde se aprecia un resumen de los aspectos que tiene el estudio como lo son las partes interesadas, los tiempos para cada etapa, el problema y la meta. Esta acta se muestra en el Apéndice No.1.

Para resaltar el aspecto de los tiempos de cada etapa y los principales hitos del proyecto es importante realizar una planificación adecuada de los tiempos por actividad, para esto se elaboró un Diagrama de Gantt que muestra las fechas de inicio y final de cada etapa y cada actividad. Este diagrama se muestra en el Apéndice No.2.

B. Análisis de partes interesadas

Es importante resaltar que en este proyecto se encuentran diferentes partes interesadas; entre estas se encuentran áreas principales de la empresa, departamentos y subdepartamentos.

En la Figura No.12 se muestran específicamente cuáles son estas partes interesadas.

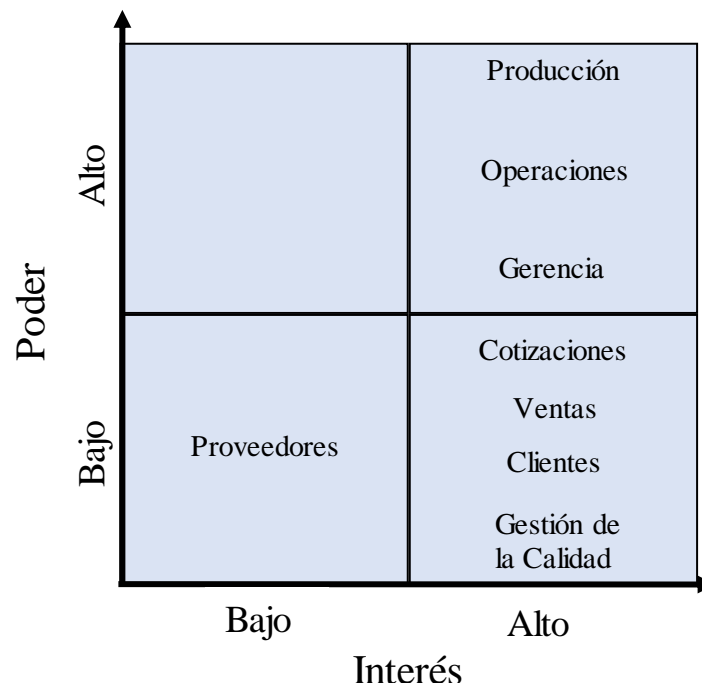


Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 12. Partes interesadas del proyecto.

Al tener identificadas las partes interesadas del proyecto se procede a realizar un análisis de su estado actual relacionado con el proyecto. Esta información se puede observar en el Cuadro No.5. Con respecto a la columna llamada “Importancia”, esta se refiere al grado de importancia de acuerdo con los beneficios esperados del desarrollo del proyecto para cada parte interesada con el fin de visualizar el impacto que tendría en los diferentes departamentos de la empresa, la columna “Poder” establece la influencia que tiene cada parte para realizar cambios o interferir con el desarrollo del proyecto, la “Influencia” representa qué tan influyente es la parte para dar a conocer su punto de interés con respecto a las demás partes interesadas, ligada con esta influencia se tiene la “Legitimidad” que es la percepción que tienen las demás partes interesadas con respecto a una en particular; la columna de “Requisito” se refiere al producto que necesita o requiere la parte del proyecto, “Proximidad” es la relación física de distancia de la parte con el proyecto y, por último, la columna “Interés” representa si la parte interesada obtiene un beneficio del proyecto y por esto se encuentra interesada o no.

Con la información del Cuadro No.5 se realiza una matriz de partes interesadas según su influencia e interés en el proyecto (ver Figura No.13)



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 13. Matriz de partes interesadas del proyecto.

Además, de la matriz mostrada en la Figura No.14 se realizó un análisis del estado actual de cada una de las partes interesadas (internas) y del estado deseado relacionado con el proyecto, lo anterior se muestra en el Cuadro No.6.

Cuadro No. 5. Análisis de partes interesadas.

Parte interesada	Importancia	Poder	Urgencia	Legitimidad	Requisito	Proximidad	Interés
Cotizaciones	Media	Bajo	Baja	Baja	Costos	Cercano	Alto
Producción	Alta	Alto	Alta	Alta	Tiempos	Cercano	Alto
Ventas	Baja	Bajo	Baja	Baja	Tiempos	Cercano	Alto
Gestión de la Calidad	Media	Bajo	Media	Media	Tiempos y costos	Cercano	Alto
Gerencia	Alta	Alto	Alta	Alta	Tiempos y costos	Cercano	Alto
Operaciones	Media	Alto	Alta	Media	Tiempos	Alta	Alto
Proveedores	Baja	Bajo	Baja	Baja	Tiempos	Lejano	Bajo
Clientes	Baja	Bajo	Baja	Baja	Tiempos	Lejano	Alto

Fuente: Elaboración propia basado en Busque (25).

Cuadro No. 6. Análisis del estado de las partes interesadas.

Parte interesada	A	B	C	D	E
Cotizaciones			O →	X	
Producción		O →			X
Ventas			O →	X	
Gestión de la Calidad				O →	X
Gerencia			O →	X	
Operaciones				O →	X

Fuente: Elaboración propia basado en Sejzer (38).

Simbología:

A: Fuertemente en contra de hacer que suceda.

B: Moderadamente en contra de hacer que suceda.

C: Deja que suceda.

D: Ayuda a que suceda.

E: Hace que suceda.

O: Estado actual.

X: Estado deseado.

Con el análisis anterior se pudo determinar que los departamentos que tienen mayor importancia son Producción, Operaciones y Gerencia; por lo anterior, es indispensable que los requerimientos de estos interesados para con el proyecto sean satisfechos.

C. Descripción del proceso productivo

Debido a que el presente proyecto se centra en el estudio de tiempos de proceso de manufacturado de órdenes de trabajo es de vital importante describir el proceso productivo detalladamente para la comprensión y delimitación de este. A continuación, se presenta una descripción de cada una de las etapas del proceso:

1. Atención de llamadas y correos a clientes

En esta actividad se atienden todas las solicitudes de los clientes a través de correo electrónico y llamadas telefónicas; asimismo, se toman los datos necesarios para generar la cotización.

2. Calcular costos y precio para el cliente

Utilizando una plantilla de Excel se calculan los costos de producción y demás de acuerdo con los requerimientos solicitados por el cliente. Las plantillas son utilizadas dependiendo del producto o servicio a realizar; por ejemplo, para los trabajos de blocks se utiliza la plantilla llamada CITIZAC2 POLIESTER.

Para realizar los cálculos se necesitan los siguientes datos:

- Cantidad de productos, hojas y copias.
- Montaje.
- Tipo de papel.
- Costo del tipo de papel (se utiliza una tabla de costos dada en la misma plantilla).

- Si es necesario se debe contactar a proveedores para servicios que deben ser contratados.

3. Realizar cotización de acuerdo con el formato

Con los cálculos realizados en la etapa anterior se realiza la cotización con el formato establecido por la plantilla llamada COTIFENI para que esta sea enviada al cliente, esta debe ser guardada en formato PDF en la carpeta respectiva y con el número consecutivo correspondiente.

4. Enviar cotización al cliente

Posterior a la realización y guardado de la cotización esta se envían a cliente por correo electrónico.

5. Recibir aprobación de la oferta

En esta actividad el cliente analiza la oferta y decide si la rechaza o la acepta.

6. Recalcular costos

Si el cliente rechaza la oferta se procede a variar los costos para generar una oferta más atractiva.

7. Aprobar recálculo

La reducción en los costos debe ser aprobada por la gerencia.

8. Verificar si es cliente nuevo

Posterior a que se acepta la oferta por parte del cliente se verifica si este es nuevo o existente.

9. Solicitar información

Si el cliente es nuevo se solicita la siguiente información para introducirlo a la base de datos de clientes:

- A nombre de quién se debe facturar.
- Número de cédula (física o jurídica).
- Teléfono.
- Correo electrónico.

10. Recibir confirmación

Si se recibe la confirmación por parte del cliente (mediante correo electrónico) se procede a gestionar la orden de trabajo y si no el proceso finaliza.

11. Llenar orden de trabajo

Cuando ya se tienen todos los datos necesarios se procede a llenar la boleta de orden de trabajo utilizando la plantilla de Excel respectiva.

12. Generar sobre de orden de trabajo

Cuando ya está correctamente llenada la orden de trabajo se imprime y se incluye en un sobre que será utilizado para el “tracking” de producción, en el sobre se incluye lo siguiente:

- Hoja de cálculo para generar la cotización.
- Cotización formal.
- Observaciones.
- Referencias de trabajos similares anteriores (si existen).

13. Ingresar a hoja de Google Drive

Cuando ya está realizada la orden de trabajo esta se ingresa a una hoja en Google Drive llamada “Servicio de Impresos Fénix S.A.”, en la hoja llamada “Consecutivo ODT” y en la hoja correspondiente a la máquina donde se va a realizar con el consecutivo respectivo.

14. Trasladar a diseño

Posterior a la elaboración del sobre de la orden de trabajo se procede a trasladarlo al departamento de diseño.

15. Cliente aporta diseño

Se verifica si el cliente aportó el diseño del trabajo o no.

16. Montar propuesta

Si el cliente no aportó el diseño del trabajo se realiza una propuesta de diseño para este.

17. Enviar propuesta

Cuando la propuesta de diseño está hecha se envía a cliente para su aprobación.

18. Aprobación de propuesta

Se recibe la aprobación o el rechazo por parte del cliente. Nota: si la propuesta es rechazada se vuelve a montar una propuesta.

19. Incluir diseño en el sobre de orden de trabajo

Cuando el cliente aprueba el diseño, este se imprime y se incluye en el sobre de la orden de trabajo.

20. Enviar sobre a taller de producción

Cuando el sobre está completo se envía al taller de producción para iniciar con el proceso de manufactura.

21. Maquinado

En esta actividad se procede con el maquinado propiamente realizado en cada una de las máquinas correspondientes a cada familia, el tiempo de esta etapa depende de la familia a la cual pertenece la orden de trabajo ya que cada familia está asociada directamente a una máquina en específico.

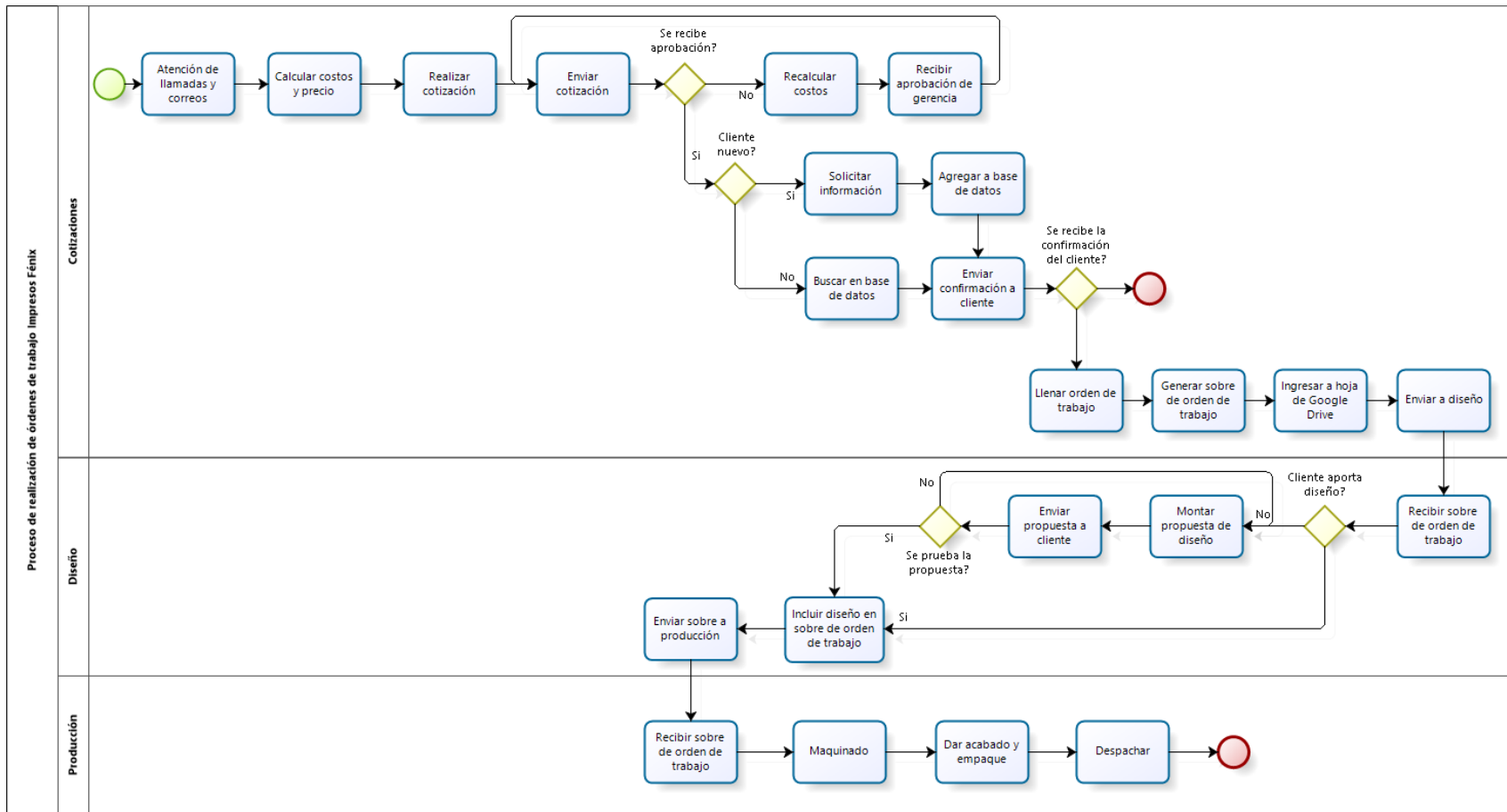
22. Dar acabado y empaque

Si es requerido se realiza el acabado solicitado por el cliente y se empaca el producto.

23. Despachar

Cuando ya el pedido es empacado se procede a despacharlo de acuerdo con la prioridad que tenga ya que si es un pedido retrasado se despacha primero.

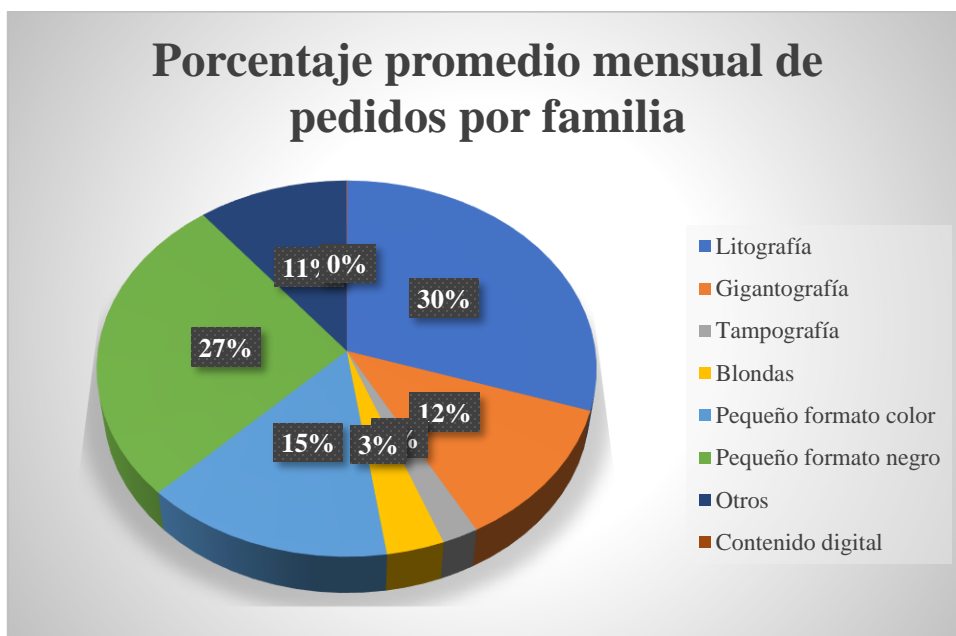
En la Figura No.15 se muestra un diagrama del proceso con su respectiva división por departamentos involucrados en el mismo y la secuencia de realización de las operaciones. Este diagrama fue realizado en el software Bizagi Modeler® y utiliza la notación BPM 2.0.



Fuente: Elaboración propia basado en Manual de Procedimientos Cotizaciones de Servicio de Impresos Fénix S.A.

Figura No. 14. Diagrama de proceso productivo.

D. Familias de productos en estudio



Fuente: Elaboración propia basado en registros históricos de Servicio de Impresos Fénix S.A.

Figura No. 15. Gráfico de pastel para los porcentajes de ventas promedio mensuales de las diferentes familias.

Debido a que una de las etapas que consume mayores recursos es la producción de los pedidos es importante resaltar que el tiempo de esta etapa depende de la máquina donde se vaya a confeccionar el producto de la orden de trabajo; por lo anterior cada producto tiene relacionada una o varias máquinas dependiendo de la familia a la cuál pertenezca. Como se menciona anteriormente, en el presente proyecto se estudian solamente las familias “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color” debido a que su producción corresponde a los segundo y tercer lugar más elevados en cuanto a cantidad de pedidos.

En estas familias se clasifican todos los trabajos que sean realizables mediante impresión de pequeño formato digital, todos los trabajos pertenecientes a estas familias se realizan en dos máquinas muy similares, pero con la diferencia de que una solamente puede imprimir en negro. Estas máquinas son la que fueron adquiridas más recientemente en la empresa por lo que se desea conocer si estas se desempeñan de la forma deseada y cuáles son los factores que afectan el tiempo de producción generando retrasos.

En los Cuadros No.7 y 8 se presentan los datos de ventas de las familias “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color” de los últimos meses registrados.

Cuadro No. 7. Datos de pedidos y ventas para los meses desde Octubre de 2017 hasta Junio de 2018 para la familia “Pequeño formato negro”.

Año	Mes	Cantidad de pedidos	Ventas (€)
2017	Octubre	51	€3,533,580.98
	Noviembre	75	€3,512,722.86
	Diciembre	89	€6,563,858.52
2018	Enero	44	€1,722,336.80
	Febrero	67	€2,532,114.15
	Marzo	13	€1,140,347.40
	Abril	40	€2,880,252.65
	Mayo	69	€3,677,055.94

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 8. Datos de pedidos y ventas para los meses desde Marzo hasta Mayo de 2017 para la familia “Pequeño formato color”.

Año	Mes	Cantidad de pedidos	Ventas (€)
2018	Marzo	85	€4,149,373.61
	Abril	73	€4,576,983.17
	Mayo	89	€5,020,275.53

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro No.7 en el mes de Marzo se presenta una baja considerable en los pedidos realizados para la familia “Pequeño formato negro”, esto se debe en que en este mes se realizó la compra de la impresora que trabaja a color; por lo anterior, una gran cantidad de pedidos que antes se realizaban en negro se trasladan a la máquina a color para una mayor satisfacción de los clientes. Sin embargo, luego de la adecuación de la máquina nueva para impresión en negro se aumentó la cantidad de pedidos destinados a esta máquina para disminuir costos. Por esta situación es que los pedidos de la familia de impresión a color solamente se registran a partir de marzo de 2018.

E. Determinación de variables y factores relacionados con el Control de Producción

Para determinar las variables principales a analizar con el estudio se realizó una lluvia de ideas donde se relacionan una serie de aspectos y características que se comportan como variables en el proceso productivo de la empresa, esta lluvia de ideas se hizo con el Gerente General de la empresa, la encargada del departamento de Gestión de la Calidad, el Ejecutivo de Mercadeo y personal de producción.

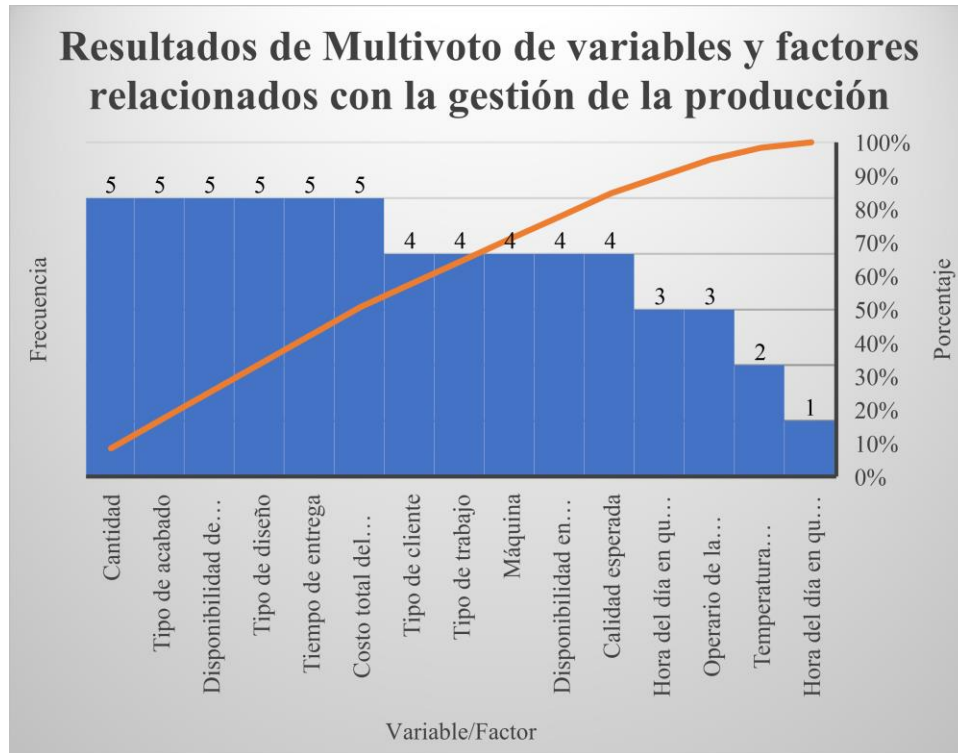
Dentro de estas variables y factores se encuentran las siguientes:

- Tipo de cliente (nuevo, existente...).
- Tipo de trabajo.
- Cantidad.
- Máquina (rango de tiempo).
- Disponibilidad en producción.
- Tipo de acabado.
- Disponibilidad de materiales.
- Tipo de diseño (existente o nuevo).
- Tiempo de entrega.
- Temperatura ambiental.
- Hora del día en que se solicitó el pedido.
- Hora del día en que se realizará el pedido.
- Operario de la máquina.
- Costo total del pedido.
- Calidad esperada.

Con las variables y factores anteriores se procedió a validarlas para determinar si estas poseen la misma importancia para todos los interesados, esta validación se realizó mediante un Multivoto, esta herramienta lo que permite es realizar una votación múltiple de las variables que cada interesado considera importante y; además, agregar otras que considera importantes. En el Apéndice No.3 se encuentra la boleta utilizada para la recolección de los datos del multivoto.

Para este multivoto se limita a que la persona que lo llena solamente puede indicar las siete variables que considera más importante debido a que quiere reducir la lista al menos a la mitad de los ítems.

Posteriormente, se recolectaron los datos de los multivotos y se realizó un Pareto para determinar cuáles variables representan el 80% de las votaciones; es decir, las considerados más importantes.

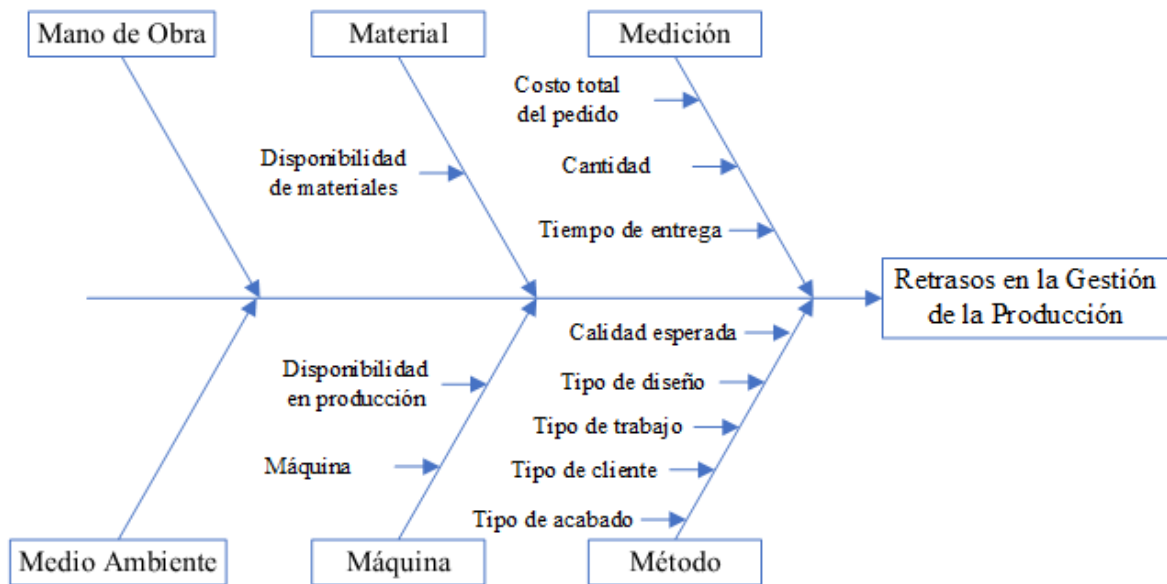


Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 16. Pareto de los datos recolectados con el multivoto.

Como se muestra en la Figura No.16 las variables que corresponden a las de menor importancia son Hora del día en que se solicitó el pedido, Operario de la máquina, Temperatura ambiental y Hora del día en que se realizará el pedido; por lo anterior, el estudio excluirá la determinación de los parámetros para estas variables sino solamente para las demás.

Además, para categorizar cada una de estas variables se utiliza el diagrama de Ishikawa presentado en la Figura No.17.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 17. Diagrama de Ishikawa.

Es importante definir a qué corresponden cada una de estas variables para, posteriormente, establecer sus valores de medición en la etapa siguiente.

Tipo de cliente: Este factor se refiere a si el cliente es uno existente en la base de datos de la empresa o es uno completamente nuevo, este factor se considera importante debido a que cuando es un cliente nuevo se trata de que la atención sea perfecta para que este cliente se sienta completamente satisfecho y vuelva a adquirir los productos y servicios proporcionados por la empresa.

Tipo de trabajo: Esta variable se refiere a si el trabajo es de un diseño complejo o es algo un poco más simple o sencillo, dado que la calidad del producto brindado debe ser la más alta posible es indispensable considerar si este llevará una inversión de tiempo y conocimiento mayor.

Cantidad: La mayoría de los pedidos realizados a la empresa son de cantidades medianas o grandes, por lo tanto, esta variable influye en el tiempo y monto total del pedido; además, cuando son grandes cantidades se deben considerar aspectos relacionados con el descuento al cliente.

Máquina: Como se menciona anteriormente, el estudio se enfoca en dos familias de productos específicas; por lo tanto, para un adecuado modelo de gestión de la producción para estas dos familias es indispensable saber las características de la máquina en la que se va a producir el pedido, lo anterior debido a que el tiempo de impresión depende directamente del tipo de máquina en la que se realiza el pedido.

Disponibilidad en producción: Esta variable se refiere a que la máquina y el personal necesario para la producción de un pedido esté disponible cuando se desea confeccionar dicho pedido.

Tipo de acabado: Este factor influye en el tiempo total del proceso productivo en ambas familias debido a que si es un acabado complejo el tiempo de este proceso puede llegar a consumir gran parte del tiempo total y si no se realiza adecuadamente se pueden generar retrasos considerables en el tiempo de entrega.

Disponibilidad de materiales: Para la confección del pedido es importante revisar si se cuenta con la disponibilidad de los materiales necesarios para esta labor, si no se debe incurrir en la compra de materiales que permitan cumplir con los requerimientos del pedido.

Tipo de diseño: Esta variable influye directamente en el tiempo total de ciclo y en el ingreso a producción debido a que muchos de los diseños son “reciclados” para no tener que construir el arte nuevamente; por lo tanto, si el diseño es uno nuevo consume mayor tiempo en el proceso de Diseño.

Tiempo de entrega: Esta variable se refiere a la fecha que fue dada al cliente para la entrega final del pedido, está dada por los días hábiles contados desde el momento que el cliente cotiza hasta que el pedido puede ser entregado sin recurrir a retrasos para el cliente.

Costo total del pedido: Esta variable es de vital importancia porque si el pedido cuenta con un monto total muy bajo se le resta prioridad comparándolo con pedidos de montos más elevados ya que generan mayor utilidad a la empresa.

Calidad esperada: Como cada pedido conlleva un diseño especializado es importante tomar en cuenta la calidad esperada por el cliente, debido a que si se desea un acabado un poco más simple se tendrá un tiempo mucho menor, pero si se desea que sea un producto de alta calidad con un diseño más complicado, su tiempo de elaboración será mucho mayor.

Posterior a la definición de todos los aspectos relacionados con las variables y factores ligados con la gestión de la producción de las dos familias en estudio se procede a la medición de parámetros cualitativos y cuantitativos de los mismos.

F. Medición de la importancia de variables y factores relacionados con la Gestión de Producción

En el diagrama de la Figura No.17 se refleja que siguen existiendo muchas variables para poder realizar un análisis de todas, para delimitarlo más se utiliza una Matriz de priorización definiendo las variables en términos de Dependencia e Influencia.

Para realizar esta matriz se debe establecer la relación entre cada una de las variables en estudio para luego clasificarlas según su puntuación total. Para establecer esta relación se utilizarán los siguientes valores:

9: Relación fuerte.

6: Relación media.

3: Relación débil.

0: Relación nula.

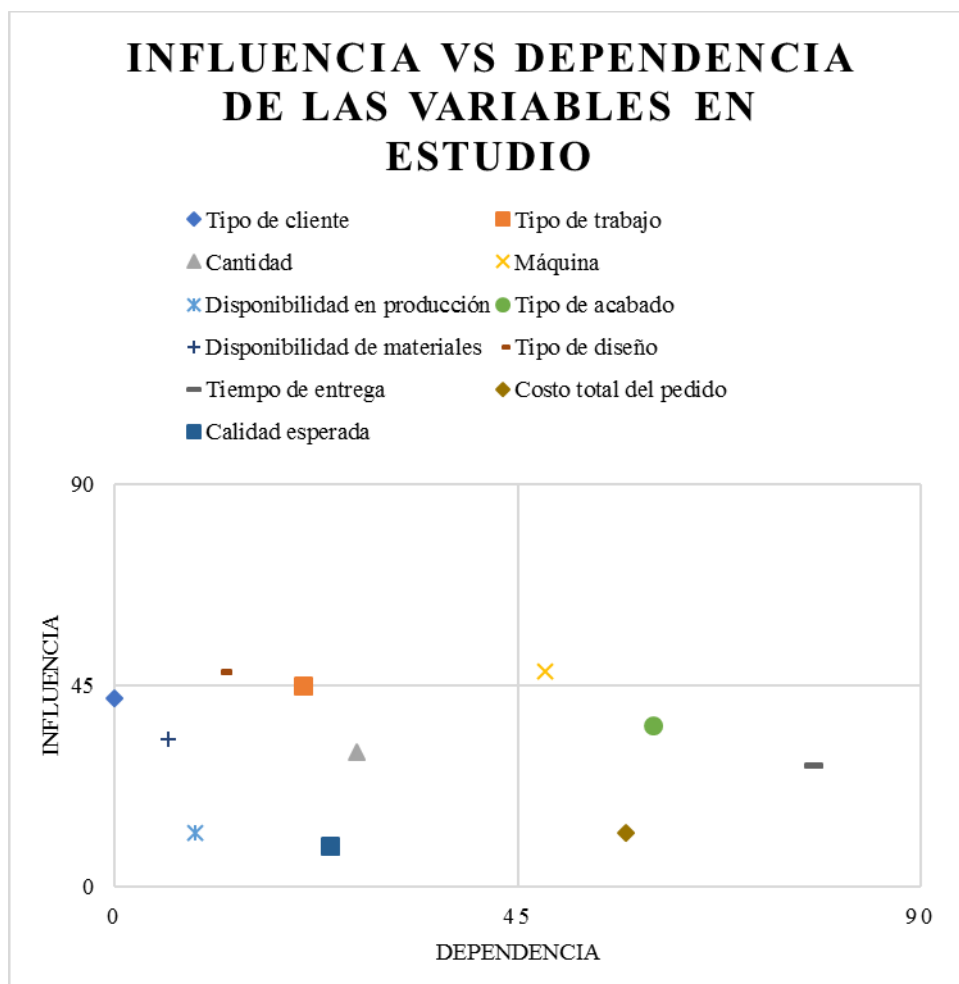
Cuadro No. 9. Matriz de relaciones de Influencia vs Dependencia entre variables.

Variable		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Influencia	1 Tipo de cliente		3	3	6	0	6	0	6	9	6	3	42
	2 Tipo de trabajo	0		0	9	0	9	0	6	9	9	3	45
	3 Cantidad	0	0		6	0	6	0	0	9	9	0	30
	4 Máquina	0	0	6		9	9	0	0	6	9	9	48
	5 Disponibilidad en producción	0	0	0	0		3	0	0	9	0	0	12
	6 Tipo de acabado	0	6	6	6	0		0	0	9	6	3	36
	7 Disponibilidad de materiales	0	0	6	6	0	6		0	9	3	3	33
	8 Tipo de diseño	0	9	0	6	0	9	6		6	9	3	48
	9 Tiempo de entrega	0	0	6	9	0	6	0	0		6	0	27
	10 Costo total del pedido	0	0	0	0	0	6	0	0	6		0	12
	11 Calidad esperada	0	3	0	0	0	0	0	0	6	0		9
TOTAL		0	21	27	48	9	60	6	12	78	57	24	

Dependencia

Fuente: Elaboración propia.

Con la información del Cuadro No.9 se realiza un gráfico de cuadrantes para determinar los grupos de variables más importantes y las cuáles serán tratadas con mayor profundidad para el estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 18. Gráfico de cuadrantes para Influencia vs Dependencia de las variables.

La matriz anterior se hace con el fin de filtrar las doce variables que quedaron luego de realizar el Multivoto, esto debido a que el estudio de todas las variables para contemplarlas en un modelo de priorización llevaría un tiempo considerable comparado con el establecido para el proyecto. En la Figura No.18 hay cuatro variables que se encuentran diferenciadas de las demás que se agrupan en el área de Baja Influencia y Baja Dependencia; por esta razón se determinó que estas cuatro variables son las que se tomarán en cuenta para las mejoras en el ingreso de pedidos a producción.

Posteriormente, se presenta la medición y el análisis realizado mediante un Mapa de Flujo de Valor y exponer los puntos débiles del proceso productivo y enfocar las mejoras en estos puntos junto con las variables determinadas anteriormente.

G. Mapa de Flujo de Valor (VSM)

De acuerdo con Salazar (37) para realizar un VSM hay una serie de indicadores que son relevantes para el adecuado uso y comprensión del mismo.

El primero de estos indicadores es el **tiempo takt**, este lo que hace es una referencia a la frecuencia de compra del cliente.

Para calcular este tiempo se debe conocer la demanda del producto en cuestión y el tiempo disponible para trabajar por día. La ecuación 7 representa como se calcula este tiempo.

$$Tiempo\ takt = tiempo\ disponible\ para\ operación / demanda \quad (7)$$

Utilizando esta ecuación se determina el tiempo takt del proceso de producción de las familias en estudio, para esto se tienen los datos mostrados en el Cuadro No.10.

Cuadro No. 10. Datos para el cálculo de tiempo takt de las familias en estudio.

Parámetro	Pequeño formato negro	Pequeño formato color
Jornada laboral	48 horas semanales	
Tiempo de comidas	5 horas semanales (30 min al día de almuerzo y dos meriendas de 15 min)	
Semanas hábiles al mes	4.33	
Demanda mensual	56 pedidos	82 pedidos
Tiempo disponible	$(48\text{ horas/sem}) - (5\text{ horas/sem}) = 43\text{ horas/sem}$ $43\text{ horas/sem} * 4.33\text{ sem/mes} = 186.19\text{ horas/mes}$	$(48\text{ horas/sem}) - (5\text{ horas/sem}) = 43\text{ horas/sem}$ $43\text{ horas/sem} * 4.33\text{ sem/mes} = 186.19\text{ horas/mes}$
Tiempo takt	$186.19\text{ horas/mes} / 56\text{ pedidos} = 3.32\text{ horas/pedido} = (199\text{ min/pedido})$	$186.19\text{ horas/mes} / 82\text{ pedidos} = 2.27\text{ horas/pedido} = (136\text{ min/pedido})$

Fuente: Elaboración propia.

Con el tiempo takt calculado se tiene que un pedido de “Pequeño formato negro” debería durar elaborándose menos de **199 minutos** y un pedido de la “Pequeño formato color” debería durar menos de **136 minutos**.

De igual forma, Salazar (37) menciona que el segundo indicador del VSM es el **tiempo de ciclo individual**, este corresponde al tiempo dedicado a cada operación del proceso productivo, debido a que para determinar los tiempos de cada operación del proceso de cada familia en estudio implica una considerable cantidad de muestras e inversión de tiempo, este indicador solamente se determinó estadísticamente para la operación “Producción”, y para las demás operaciones se utilizaron tiempos máximos dados por los dirigentes de los diferentes departamentos involucrados.

En el Cuadro No.11 se muestran los tiempos determinados para los procesos del VSM mediante criterio experto. Es importante mencionar que se decidió utilizar este criterio debido a que un estudio completo de tiempos para estos procesos abarcaría un lapso de tiempo considerablemente grande para poder realizar el muestreo que generaría el fundamento estadístico para obtener el valor estándar para el tiempo de estos procesos. Por consecuencia, se tomó el tiempo dado por los jefes especializados de cada departamento a cargo de estos procesos como un tiempo aproximado.

Cuadro No. 11. Datos para el cálculo de tiempo medio de los procesos mediante criterio experto.

Proceso	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo medio (min)
Recepción de solicitud	3	15	6	11.50
Cotización	30	180	120	145.00
Diseño	30	300	180	235.00
Acabado y empaque	30	90	45	72.50
Despacho	15	30	20	25.83

Fuente: Elaboración propia.

1. Muestreo preliminar para tiempo de Producción

Para determinar el tamaño de muestra necesario para cuantificar el tiempo de ciclo individual de la operación de Producción se realizó un muestreo preliminar de 15 datos para que los

tiempos de cada máquina sean ajustados con un nivel de confianza y un error establecidos, esto para ambas familias en estudio.

Dentro del proceso productivo de las familias en estudio no se contemplan tiempos de “*set up*” o configuración de las máquinas en la etapa de producción debido a que las máquinas donde se realiza el proyecto poseen tiempos muy pequeños para estas actividades y no se presentan siempre ya que son máquinas de impresión digital donde el diseño se imprime sin necesidad de invertir tiempo en calibración y preparación previa de dicha máquina.

Para efectos de la empresa se estableció trabajar los tiempos con un nivel de confianza de 90% ($\alpha=0.1$, generalmente se utiliza un $\alpha=0.05$ y esto implica que aumenta la probabilidad de rechazar una hipótesis nula que no debe ser rechazada; es decir, de cometer error Tipo 1, por limitaciones del muestreo se corre este riesgo pero si se tiene en cuenta su implicación) y un error del 10% sobre la media para el caso de la familia “Pequeño formato color” ya que los datos del muestreo son normales y sobre la mediana para el caso de la familia “Pequeño formato negro” debido a que los datos del muestreo no son normales (ver Apéndice No.4); el uso de la mediana se realiza debido a que esta representa mejor una medida de tendencia central cuando los datos no son normales y se desea “devolver” la tendencia central de los datos, pero implica que se calcule el tamaño de muestra basado en el valor que se encuentra a la mitad del rango de datos y no la que representa realmente dichos datos. Además, para calcular los tamaños de muestra se utilizó una distribución t debido a que el muestreo preliminar era menor a 30 datos. En los Cuadros No.12 y 13 se muestran los parámetros calculados para la determinación del tamaño de muestra con respecto al muestreo preliminar y los tiempos de dicho muestreo se pueden observar en el Apéndice No.5.

Cuadro No. 12. Parámetros obtenidos con el muestreo preliminar para la operación “*Producción*” de la familia “Pequeño formato negro”.

Parámetro	Valor
e	3.50
$\alpha/2$	0.05
$t_{(\alpha/2)}$	-1.76
s	16.99 min
Mediana	35.00 min
n	74 muestras

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 13. Parámetros obtenidos con el muestreo preliminar para la operación “Producción” de la familia “Pequeño formato color”.

Parámetro	Valor
e	0.54
$\alpha/2$	0.05
$t_{(\alpha/2)}$	-1.76
s	1.99 min
Media	5.40 min
n	42 muestras

Fuente: Elaboración propia.

2. Registro de tiempos completo para la operación de Producción

Con el tamaño de muestra determinado en el muestreo preliminar se realizó la toma de tiempos completa para la operación de Producción de ambas familias en estudio, los tiempos completos se muestran en el Apéndice No.6 para cada familia. En los Cuadros No.14 y 15 se muestra un resumen del tiempo promedio por familia con su respectivo intervalo de predicción, es importante resaltar que para la determinación de este intervalo se utilizó un nivel de confianza de 90% ($\alpha = 0.1$) dado por una distribución normal ya que eran más de treinta datos. Para ambas familias se calculó el intervalo de predicción de datos utilizando la ecuación 5 dada en el Capítulo II, lo anterior debido a que es importante conocer el comportamiento futuro del tiempo de producción de las dos familias estudiadas en el proyecto.

Cuadro No. 14. Tiempo medio e intervalo de confianza para “Producción” de la familia “Pequeño formato negro”.

Parámetro	Valor (min)
Promedio	55.81
Límite inferior del intervalo	0.00 ¹
Límite superior del intervalo	114.75

Fuente: Elaboración propia.

Con lo anterior, se determina que el tiempo de Producción de la familia de productos “Pequeño formato negro” es de (55.81 ± 58.94) minutos.

¹ Se establece en un valor de 0 dado que los tiempos no pueden ser negativos.

Cuadro No. 15. Tiempo medio e intervalo de confianza para “Producción” de la familia “Pequeño formato color”.

Parámetro	Valor (min)
Promedio	5.88
Límite inferior del intervalo	0.53
Límite superior del intervalo	11.22

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se determina que el tiempo de Producción de la familia de productos “Pequeño formato color” es de (5.88 ± 5.35) minutos.

3. Muestreo de trabajo

Para determinar el porcentaje de tiempo invertido en tareas de valor agregado en la producción de los pedidos se realizó un muestreo de trabajo, este se definió utilizando como tareas de valor agregado las que están especificadas en el manual de puestos del operario que se encarga de las máquinas de impresión en negro e impresión a color respectivamente.

Para un muestreo de trabajo se requiere una cantidad de muestras necesarias para respaldar estadísticamente que los valores tomados se ajustan a la realidad. Debido a que no se cuenta con valores históricos de estos porcentajes se debe realizar un muestreo preliminar para determinar el tamaño de muestra necesario para el estudio.

En los Cuadros No.16 y 17 se muestra un resumen de los datos del muestreo preliminar y el tamaño de muestra para las dos familias en estudio. Es importante resaltar que al igual que para la determinación del tamaño de muestra para los tiempos de producción, se utilizó un error de 10% y un nivel de confianza de 90% ($\alpha=0.1$).

Cuadro No. 16. Parámetros obtenidos con el muestreo de trabajo preliminar para la familia “Pequeño formato negro”.

Parámetro	Valor
e	0.10
$\alpha/2$	0.05
$Z_{(\alpha/2)}$	1.64
p	0.64
q	0.36
n	63 muestras

Fuente: Elaboración propia.

El muestreo preliminar se realizó durante casi toda la jornada laboral y en total fue de 64 muestras (ver Apéndice No.7); posteriormente, se calculó el tamaño de muestra con los parámetros recolectados y dado que este es menor que el del premuestreo no es necesario recolectar más muestras para determinar p y q con el error y nivel de confianza deseados. Por lo tanto, se estima que el 64% del tiempo es invertido en tareas de valor agregado relacionadas con la producción de la familia “Pequeño formato color” mientras que el 36% es invertido en tareas que no agregan valor al producto como lo son los paros por reabastecimiento de la máquina o cuando la máquina tiene problemas con procesar el papel.

Cuadro No. 17. Parámetros obtenidos con el muestreo de trabajo preliminar para la familia “Pequeño formato color”.

Parámetro	Valor
e	0.10
$\alpha/2$	0.05
$Z_{(\alpha/2)}$	1.64
p	0.73
q	0.27
n	54 muestras

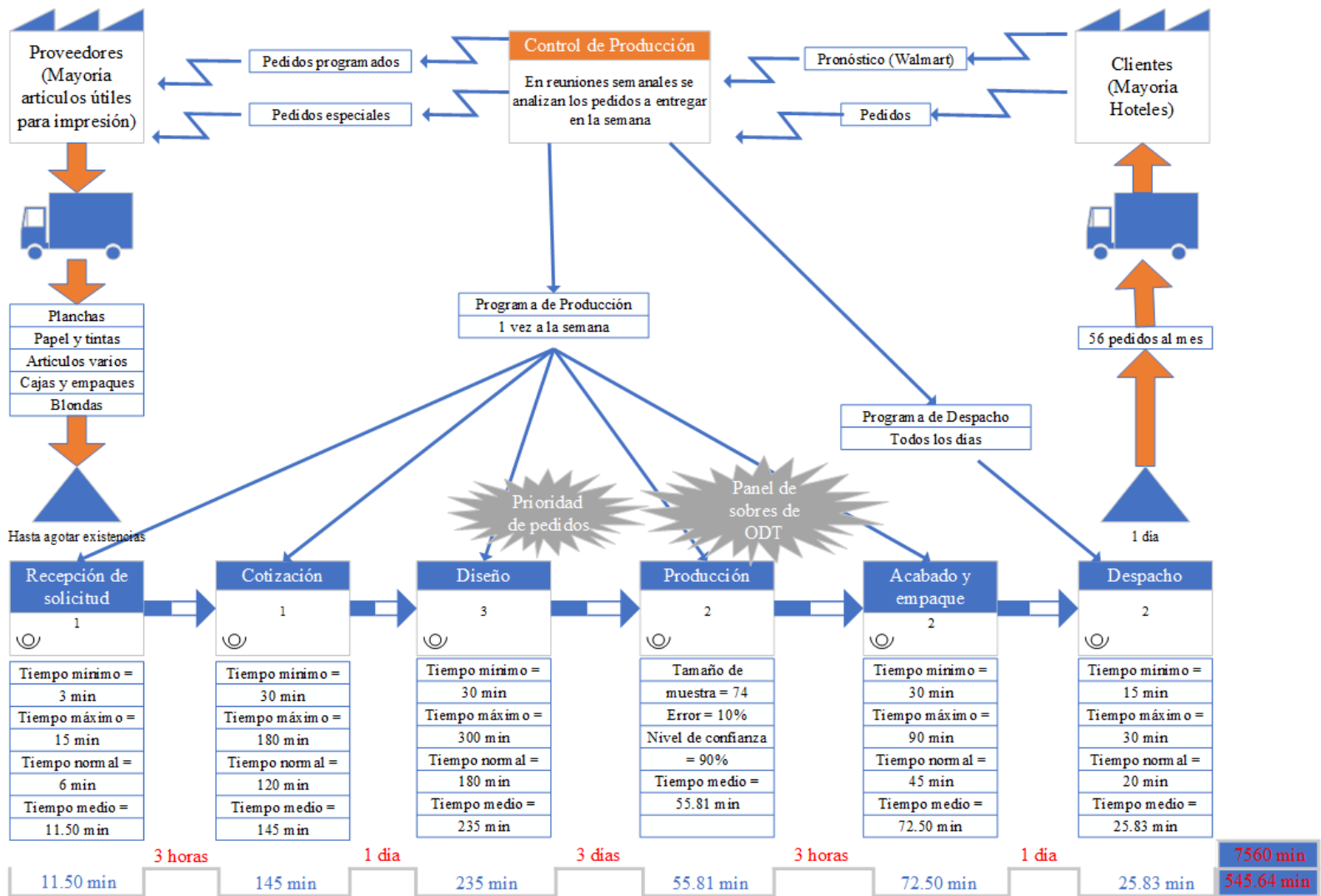
Fuente: Elaboración propia.

El muestreo preliminar para el caso de esta familia fue de 55 muestras (ver Apéndice No.7); de igual forma que para la familia de “Pequeño formato negro”, el tamaño de muestra calculado es menor que el del premuestreo y por esto no es necesario recolectar más muestras para determinar p y q con los parámetros de error y nivel de confianza. Es decir, el 73% del tiempo es invertido en tareas de valor agregado relacionadas con la producción y el 27% del tiempo es invertido en tareas de no valor agregado. Para esta familia las tareas de no valor agregado se relacionan al tiempo dado a las correcciones en el diseño para la impresión, agregando papel a la máquina o cambios de tinta.

H. Análisis del Diagrama de VSM y demás mediciones

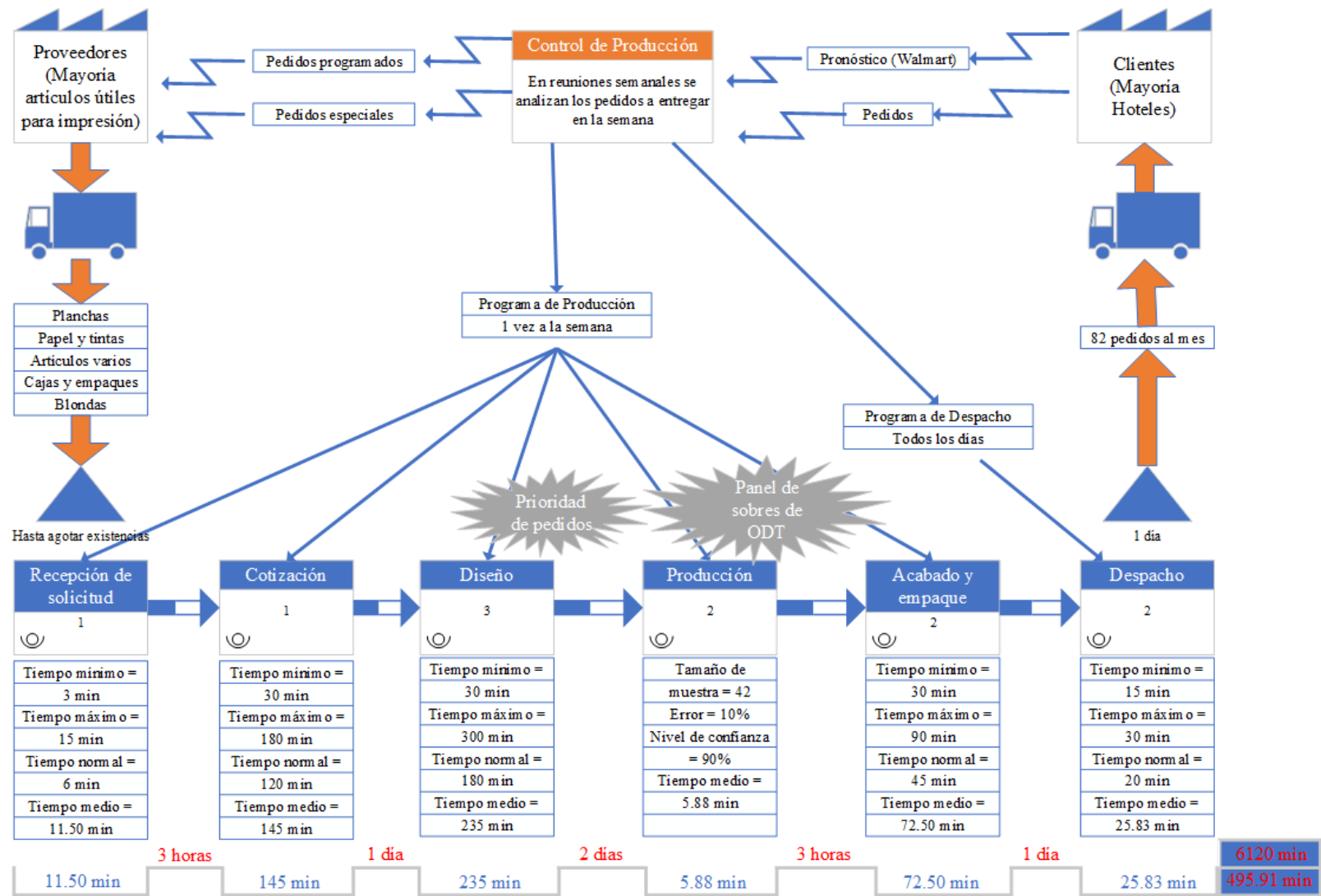
Dado que entre las dos familias en estudio solamente existen las diferencias dadas por la cantidad de pedidos que se realizan por mes para cada una de ellas y el tiempo de producción, el VSM es muy similar para ambas familias.

Con los datos determinados mediante la toma de tiempos de producción y el criterio experto para los procesos que no se realizó la toma, se construyen los Mapas de Flujo de Valor mostrados en las Figuras No.19 y 20.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 19. Mapa de Flujo de Valor para la familia “Pequeño formato negro”.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 20. Mapa de Flujo de Valor para la familia "Pequeño formato color."

En las Figuras No.19 y 20 mostradas anteriormente se destacan dos puntos importantes, estos son los siguientes:

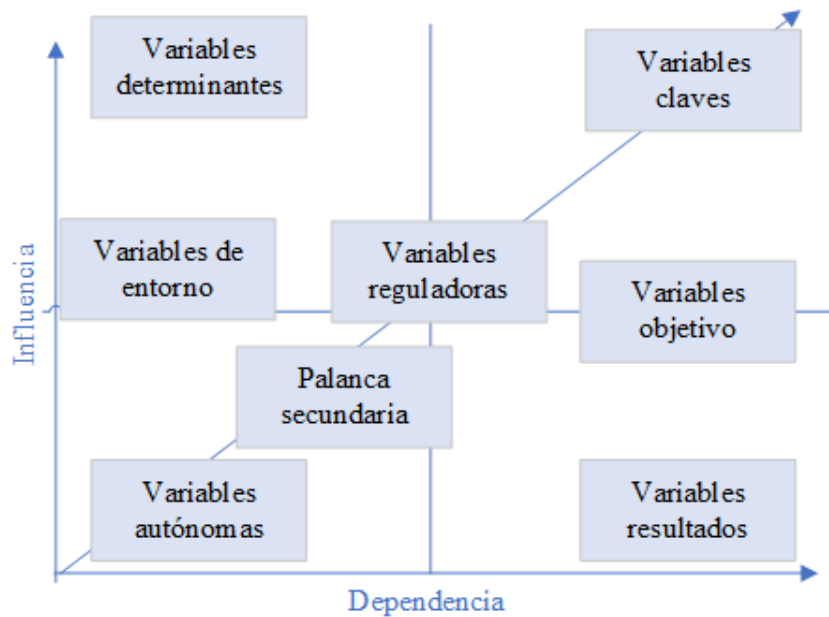
- Ingreso de pedidos a producción.
- Orden de los sobres de trabajo.

Existe una posibilidad de mejora para lo que es el ingreso de las órdenes de trabajo al departamento de producción, debido a que se desconoce un modelo para tomar decisiones tomando en cuenta las variables que afectan la priorización de los trabajos se generan retrasos en la entrega de los pedidos por la inadecuada distribución de estos de acuerdo con el tiempo disponible en el taller.

La forma en la que se manejan los sobres de trabajo con muestras una vez que estos ingresan a producción ya que se generan muchos reprocesos debido a la poca disposición de estar buscando y consultando las muestras aprobadas por los clientes de los diseños establecidos para los trabajos.

Además, con el muestreo de trabajo se determinó que hay un porcentaje considerable de tiempo que es dedicado a tareas que no agregan valor al proceso de producción de los pedidos y este se debe a las actividades ineficientes como agregar papel a las máquinas o esperar por los materiales para imprimir los trabajos. Es decir, si algunas de estas actividades fueran reducidas o eliminadas se tendría mucha más disponibilidad para la realización de los trabajos en las diferentes máquinas.

De la mano con lo anterior es importante determinar las variables que serán relevantes para la toma de decisiones en la gestión adecuada de las órdenes de trabajo. Según Godet (10), estas variables se pueden determinar de acuerdo con su disposición sobre la gráfica de Influencia vs Dependencia tomando como referencia su clasificación mostrada en la Figura No. 21.



Fuente: (10).

Figura No. 21. Tipos de variables según su influencia y dependencia.

Como se muestra en la Figura No.21 las variables de mayor importancia son las que tienen alta influencia y alta dependencia (variables claves), en la situación ideal estas son las variables que se deberían estudiar más a fondo; sin embargo, con los valores determinados de influencia y dependencia para las variables encontradas para este proyecto (ver Cuadro No. 9) y la posterior elaboración de la Gráfica de cuadrantes con estos valores se evidenció la carencia de variables clave, por la situación anterior se utiliza un criterio diferente para determinar cuáles variables serán estudiadas a mayor profundidad.

Este criterio se hizo con base en las variables que tienen influencia y dependencia media o alta, esto deja con cinco variables: Máquina, Tipo de acabado, Costo total del pedido y Tiempo de entrega.

V. CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL

- Se determinó y cuantificó que las variables de mayor importancia e influencia en el Control de la Producción de las familias “Pequeño formato color” y “Pequeño formato negro” son las siguientes: Máquina, Tipo de acabado, Tiempo de entrega y Costo total del pedido.
- Se determinó que los tiempos de producción de la familia “Pequeño formato negro” es de 55.81 minutos y para la familia “Pequeño formato color” es de 5.88 minutos que se utilizó para la elaboración de un VSM de ambas familias en estudio para la detección de puntos débiles del sistema productivo.
- Las áreas de mejora en el sistema de Control de la Producción se enfocan en el ingreso de los pedidos a producción y en el manejo del tablero de sobres de trabajo.
- La probabilidad relacionada con las tareas de valor agregado para la producción de la familia “Pequeño formato negro” es de 64% mientras que para la familia “Pequeño formato color” es de 73%.

VI. SOLUCIONES AL PROBLEMA PLANTEADO

En este capítulo se presentan las propuestas de solución para el problema determinado mediante la definición del proyecto y el diagnóstico de la situación actual de la empresa. Además, se presentan cuestiones relacionadas con el abordaje y elaboración de dichas propuestas.

A. Parámetros de control de las variables determinadas

Dado que se determinó que existen variables que son de vital importancia para el buen desempeño de un sistema de Control de la Producción de pedidos de las dos familias en estudio, hay que establecer los parámetros de control de cada una de estas variables, ya sean cualitativas o cuantitativas.

Cuadro No. 18. Parámetros de control de las variables/factores.

Variable/Factor	¿Cómo controlarlo?	¿Cómo medirlo?	Valores de medición
Tipo de acabado	Este está relacionado con el proceso de acabado que conlleva el trabajo, se mide con respecto a la dificultad de este.	Grado de complejidad de acuerdo con los pasos de acabado	Simple Complejo
Tiempo de entrega	Este factor se considera debido a que si no es un pedido con una fecha acordada muy corta se puede organizar la producción para que este no sea una prioridad y los que son urgentes sí lo sean.	Con el período de tiempo hasta la entrega del pedido	Corto plazo Mediano plazo Largo plazo
Costo total del pedido	Cada vez que se realiza la cotización y se tiene la cantidad del pedido se debe evaluar si es un pedido de utilidad alta o baja, debido a que los pedidos de mayor utilidad generan mayor importancia en los ingresos de la empresa.	Con el monto total a cobrar al cliente	Bajo Medio Alto

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 19. Parámetros de control de las variables/factores (continuación).

Variable/Factor	¿Cómo controlarlo?	¿Cómo medirlo?	Valores de medición
Máquina	Esta es una de las variables de mayor importancia debido a que el tiempo varía dependiendo de la máquina en la que se va a realizar el pedido ya que hay algunas que representan un mayor tiempo de alisto por su tipo de tecnología utilizada y su velocidad de impresión es diferente.	Tiempo de impresión de la máquina	Color Negro

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos anteriores se construye la Casa de la Calidad (QFD) mostrada en la Figura No.23. Para esta casa de calidad se utiliza la siguiente simbología:

-  : Relación fuerte.
-  : Relación media.
-  : Relación débil.
-  : Relación positiva.

Requerimientos técnicos <i>Importancia</i> Requerimientos del cliente		Verificar las características del trabajo para adecuarlo a la máquina correspondiente y su tiempo estándar	Evaluar tipo de acabado con disponibilidad de materiales y capacidad del área de acabados	Verificar plazo de entrega con respecto a la disponibilidad de producción	Evaluar monto total de acuerdo con los descuentos aplicables
				+	+
Fecha de entrega acordada	1	△	□	○	
Máquina	3	○			
Tipo de acabado	2		○		
Costo total del pedido	4	△		□	○
Métricas		Negro Color	Simple Complejo	Corto plazo Medio plazo Largo plazo	Bajo Alto

Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 22. Casa de la Calidad para las variables requerimientos del Control de la Producción.

Como se puede observar en la Figura No.22 para esta casa de la calidad no se utilizó Benchmarking para comparación con otras empresas respecto a estos requerimientos; esto se omitió debido a la dificultad para que las empresas proporcionen información sobre controles de procesos relacionados con las variables de su Control de la Producción y que en el tiempo

delimitado por el proyecto dificultaba de igual forma la investigación y recolección de dicha información y realizar un análisis comparativo que realmente sea útil para este estudio.

B. Diseño de propuestas de mejora basadas en el análisis

En este apartado del documento se tratan las cuestiones relacionadas con la descripción de las medidas a tomar para plantear las propuestas de mejora y su posterior diseño detallado mediante distintos software e investigaciones de los mismos.

En la realización y análisis del proceso productivo de ambas familias en estudio se determinó que los puntos a mejorar están presentes en los siguientes puntos:

- El ingreso de las órdenes al proceso de producción.
- Manejo de los sobres de trabajo.

Debido a lo anterior, las propuestas están enfocadas en estos dos puntos del proceso.

La primera propuesta de solución se basa en un modelo de toma de decisiones para evaluar la prioridad de los pedidos antes de ingresar a producción, este modelo genera una forma estándar de evaluar los pedidos de acuerdo con las cinco variables de mayor importancia determinadas en el diagnóstico de la situación actual representado en el Capítulo IV del presente documento. Para esta evaluación se utilizan los criterios mostrados en los Cuadros No.18 y 19.

Estos valores fueron definidos conforme al análisis específico del comportamiento de cada una de las variables, para este análisis se tomó como principal referencia el criterio del encargado de operaciones que es el empleado que asigna la prioridad de los pedidos de acuerdo con su experiencia, y también el criterio del gerente que desempeña la función de supervisor de producción.

Para esta propuesta del modelo de toma de decisiones sobre la priorización del ingreso de los pedidos a producción se analizó el comportamiento de las variables en el software de programación gráfica denominado LabVIEW®, este programa de la compañía National Instruments brinda un entorno de desarrollo integrado especializado en informática para las áreas industrial y científica. Una de las principales características de este programa es que se

basa en un lenguaje de programación gráfica, con él se pueden desarrollar programas informáticos complejos en un menor tiempo. (29)

En este software no se programa sobre líneas de código, sino que se hace con una serie de iconos que representan diversas funcionalidades y cables que representan los flujos de datos. Es similar a un esquema lo que facilita el entendimiento del concepto del programa. (29)

Debido a que este software permite un entorno más flexible en cuanto a los rangos de medición de las diferentes categorías de las variables debido a que utiliza funciones o distribuciones de diferentes tipos según como se desee modelar el comportamiento de las variables. Además, es importante resaltar que el modelo se basa en la lógica difusa, explicada en el Capítulo II, debido a que las variables son de diferentes tipos, unas se basan en atributos, otras son cualitativas y otras son cuantitativas; por lo anterior, se dificulta modelar su comportamiento con respecto a una variable de salida utilizando métodos matemáticos comunes como la regresión o modelos de predicción.

Por otra parte, para la segunda propuesta que es un poco menos robusta ya que servirá de apoyo para evitar retrasos, esta propuesta impacta indirectamente el Control de la Producción ya que se plantea implementar el uso de una estructura de panel de pared (tipo organizador) donde se encuentren los sobres dispuestos para la consulta de los distintos colaboradores del taller de producción, esto con el fin de disminuir los tiempos de traslado y búsqueda de los sobres de trabajo dentro del taller de producción.

Para esta segunda propuesta se realizarán investigaciones sobre costos y modelos disponibles en el mercado para que se incurra en el menor costo con una mayor eficacia. En la Figura No.23 se muestra un ejemplo del modelo que podría llegar a utilizarse.



Fuente: Imágenes de Google.

Figura No. 23. Ejemplo de organizador para sobres de trabajo.

1. Modelo de priorización de los pedidos de acuerdo con las variables

Para este modelo propuesto se utilizan los parámetros de control determinados para cada una de las cinco variables de mayor importancia establecidas en las etapas anteriores del estudio. Estas variables se utilizan con el fin de definir una variable de respuesta o de salida que involucra los diferentes niveles o clasificaciones de cada una de las variables de entrada.

Para definir el comportamiento de la variable de respuesta con respecto a los valores de las variables se asignó un valor de prioridad individual para cada uno de los niveles de las variables. En el Cuadro No.20 se muestra un resumen de los niveles de cada variable con su respectiva prioridad individual.

La variable de respuesta que es “Prioridad” se basa en la suma de cada una de las prioridades individuales correspondientes a cada combinación de niveles de las diferentes variables involucradas en el modelo, siendo 6 el valor más alto y 0 el valor más bajo.

Para “Prioridad” se establecen tres categorías o niveles dados por intervalos de acuerdo con los valores que puede tomar esta variable. En el Cuadro No.21 se presenta la clasificación de los niveles con sus respectivos intervalos de valores.

Cuadro No. 20. Valores de prioridad individual para los niveles de las variables.

Variable/Factor	Nivel	Prioridad individual
Tipo de acabado	Simple	0
	Complejo	1
Tiempo de entrega	Corto plazo	2
	Mediano plazo	1
	Largo plazo	0
Costo total del pedido	Bajo	0
	Medio	1
	Alto	2
Máquina	Negro	0
	Color	1

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 21. Intervalo de prioridad para los niveles de la variable de salida.

Nivel	Intervalo de Prioridad
Baja	[0-2[
Media	[2-4]
Alta]4-6]

Fuente: Elaboración propia.

Con los niveles de cada una de las variables de entrada para el modelo y la ayuda del software Minitab® se contabilizaron 36 combinaciones en total. En el Apéndice No.8 se muestran las tablas con las combinaciones dadas de forma cualitativa y cuantitativa para representar los valores que dan como resultado una prioridad específica de acuerdo con los intervalos del Cuadro No.21.

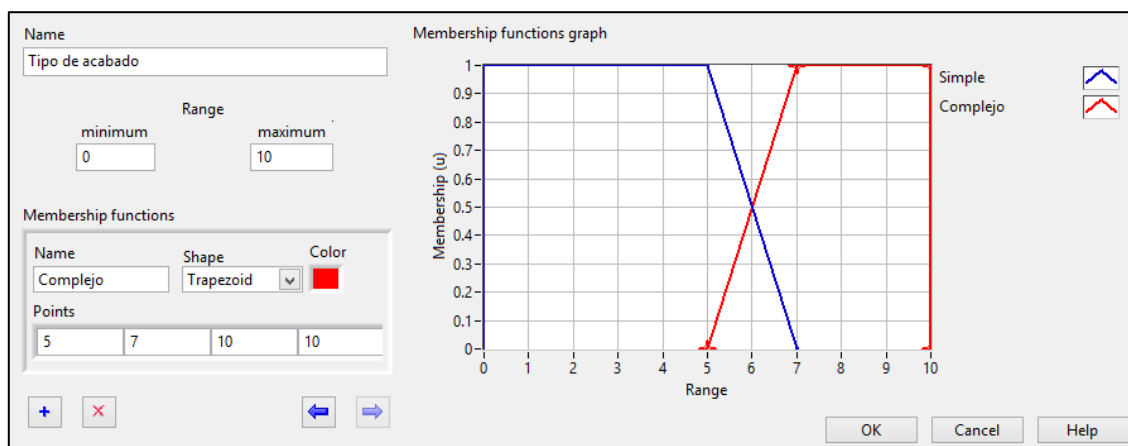
Además, para simplificar las reglas de decisión en el programa LabVIEW® se agrega una categoría especial de decisión, esta toma el Tiempo de entrega y para todas las combinaciones que tengan el nivel de Corto plazo se les da una prioridad Alta automáticamente porque estos son los pedidos que son más urgentes de entregar. Con esta regla especial 12 combinaciones de las variables son reducidas a una sola regla.

Es decir, el sistema difuso elaborado en el software contiene 25 reglas de decisión dadas por las 24 combinaciones y por la regla especial del plazo de entrega. Para ingresar estas variables

al sistema se hizo de forma señalada en las Figuras No.24-27, en la Figura No.28 se muestra el ingreso de la variable de salida.

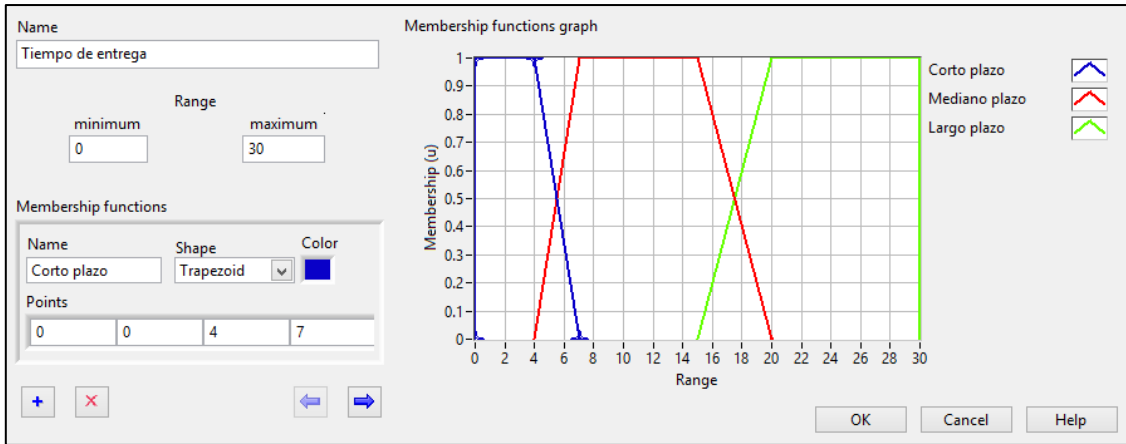
Es importante resaltar que para la variable Tipo de acabado se definió una escala de acuerdo con los pasos de acabado que se toman en cuenta para realizar la cotización del pedido. A continuación, se presenta el orden de la escala mediante la complejidad de cada paso; es decir, estos están ordenados de acuerdo con su complejidad para el trabajo.

1. Tiraje.
2. Numeración, pleca y refile.
3. Corte.
4. Doblado y pegado.
5. Engrapado.
6. Barniz.
7. Embozado y estampado.
8. Resorte.
9. Troquelado.
10. Otros.



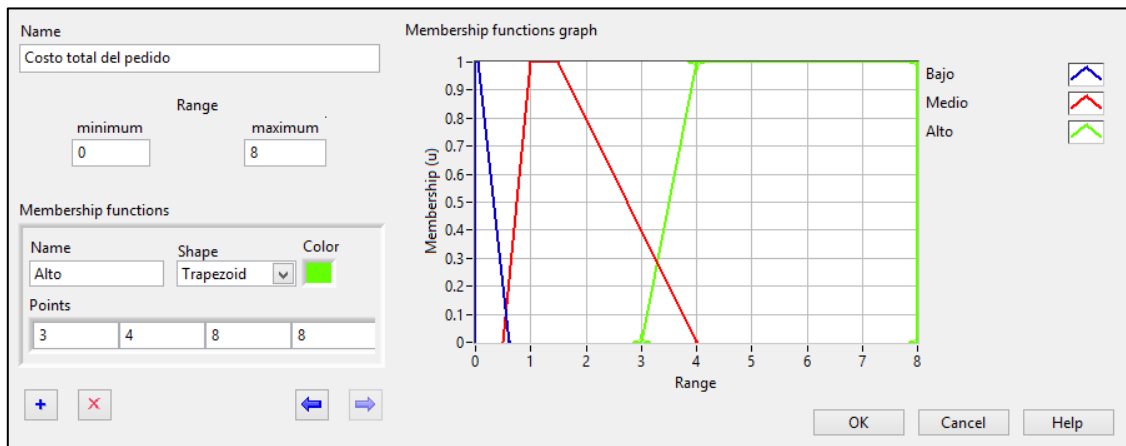
Fuente: Elaboración propia en LabVIEW®.

Figura No. 24. Ingreso de la variable Tipo de acabado.



Fuente: Elaboración propia en LabVIEW®.

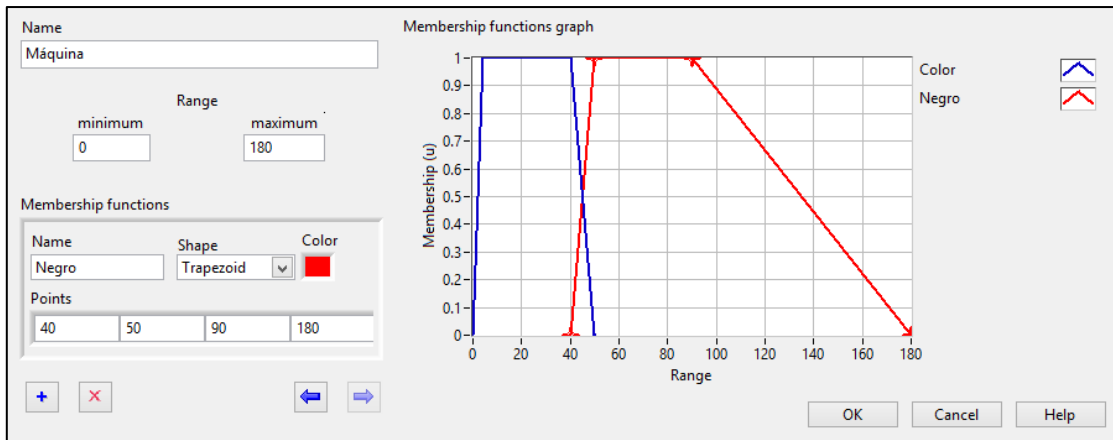
Figura No. 25. Ingreso de la variable Tiempo de entrega.



Fuente: Elaboración propia en LabVIEW®.

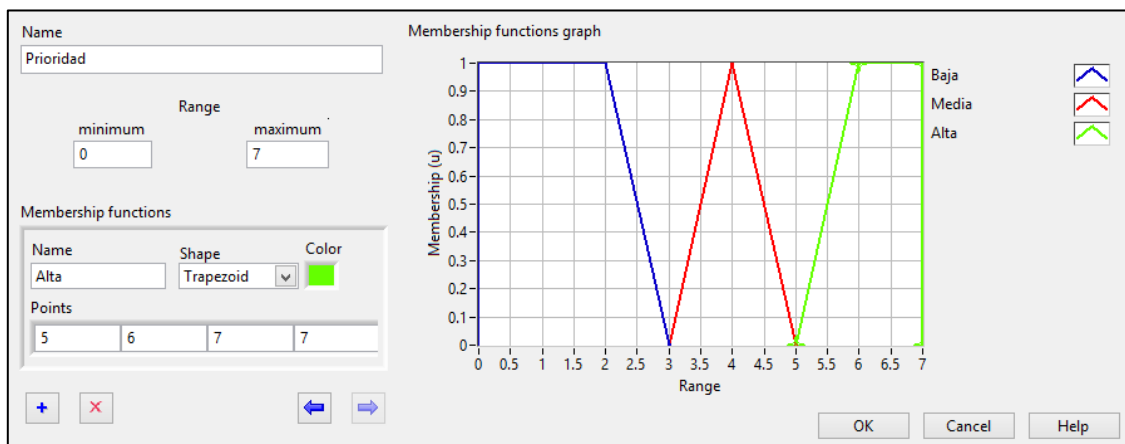
Figura No. 26. Ingreso de la variable Costo total del pedido.

Es importante resaltar que para la variable anterior (Costo total del pedido) se utilizó una numeración de 1 a 8, esto es el monto en millones de colones. Esto se realiza para simplificar la escala del eje X de la variable.



Fuente: Elaboración propia en LabVIEW®.

Figura No. 27. Ingreso de la variable Máquina.

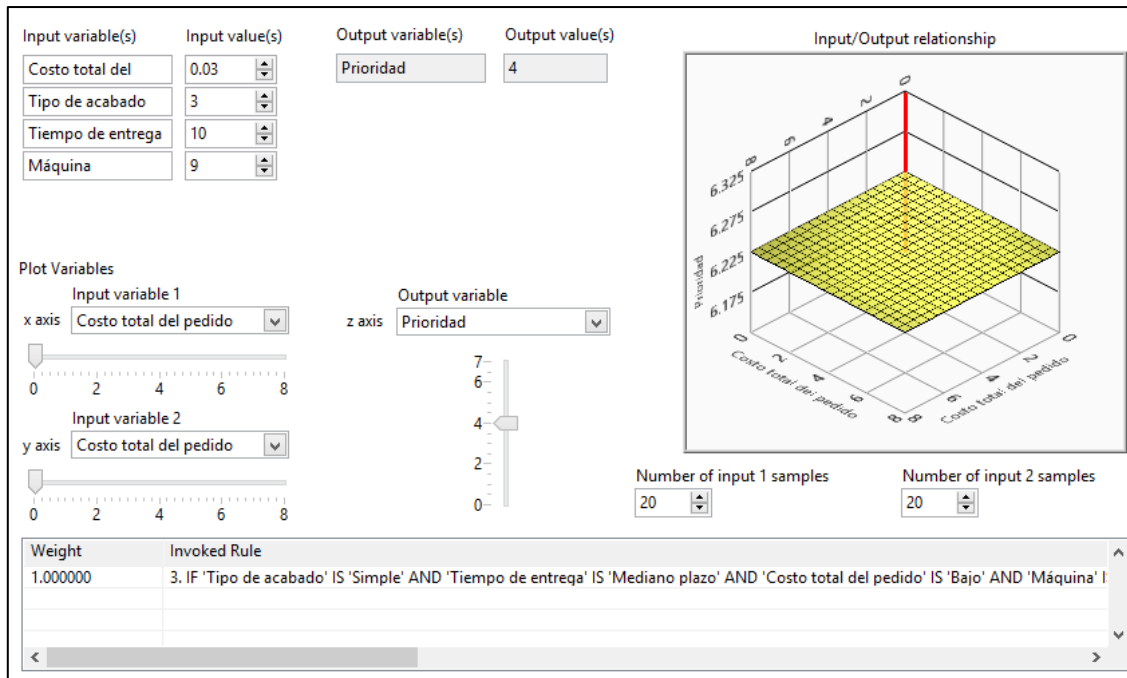


Fuente: Elaboración propia en LabVIEW®.

Figura No. 28. Ingreso de la variable Prioridad.

Con estas variables adecuadamente introducidas en el modelo se obtiene un sistema de predicción donde se pueden ingresar los valores específicos de las variables (utilizando los valores dentro de los rangos establecidos y en la escala de cada variable) y este las clasifica según los niveles establecidos para cada una de ellas y da como resultado un valor de prioridad que puede ser clasificado según los intervalos mostrados en el Cuadro No.21.

En la Figura No.29 se muestra un ejemplo de lo mencionado en el párrafo anterior.



Fuente: Elaboración propia en LabVIEW®.

Figura No. 29. Sistema de predicción de la variable Prioridad.

En el ejemplo anterior se introdujeron los siguientes valores:

Costo total del pedido = 30,000.00 colones

Tipo de acabado = 3 de complejidad

Tiempo de entrega = 10 días

Máquina = 9 minutos (negro)

Con estos datos el modelo proporciona un valor de Prioridad de 4; es decir, prioridad Media.

Para implementar este sistema de toma de decisiones con base en las variables en estudio es necesario incurrir en algunos costos de adquisición y mantenimiento del software. En el Cuadro No.22 se detallan los elementos necesarios para la implementación de esta propuesta en la organización.

Cuadro No. 22. Costos relacionados con la implementación del modelo de LabVIEW®.

Detalle	Monto
Adquisición del software	¢1,910,662.00 ²
Costo de capacitación	¢196,856.00 ³
Hardware	¢500,000.00 ⁴
TOTAL	¢2,607,518.00

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, debido a que la interfaz de este software no es tan amigable con el usuario; esta estructura del modelo de toma de decisiones será trasladado a una que sea más fácil para ser accedido por el usuario y que el ingreso de las variables sea más simple. Para esto se implementará una programación en el software Visual Studio®, como se menciona anteriormente LabVIEW® permite asignar una distribución específica para cada uno de los diferentes niveles o categorías de las variables; sin embargo, para programar la asignación de los rangos para cada nivel de las variables en Visual Studio® se realiza con rangos mutuamente excluyentes y que el software puede clasificar el valor introducido por el usuario en solamente un nivel y no haya posibilidad de errores por parte de la clasificación realizada por el software. En el Cuadro No.23 se muestran los rangos para cada uno de los niveles de las cuatro variables en estudio.

Cuadro No. 23. Rangos de valores para cada nivel de las variables.

Variable	Nivel	Rango	Unidades
Tipo de acabado	Simple	[0-5]	Nivel de complejidad
	Complejo	[6-10]	
Tiempo de entrega	Corto plazo	[0-7]	Días para la entrega desde el ingreso
	Mediano plazo	[8-15]	
	Largo plazo	[16-30]	
Costo total del pedido	Bajo	[0-50000]	Colones
	Medio	[50001-500000]	
	Alto	[500001-8000000]	
Máquina	Negro	[0-10]	Minutos
	Color	[10-180]	

Fuente: Elaboración propia.

² Tomado de la página de National Instruments, creador del software (original \$3300).

³ Curso en línea de 6 meses impartido por National Instruments (original \$340).

⁴ Tomado como un presupuesto para compra de computadora y accesorios.

Para el ingreso de estos datos se diseñó una herramienta mediante un formulario en Visual Studio®, para este formulario se creó una etiqueta de texto para cada variable y un espacio para introducir los valores, ya sea en forma digitada o seleccionando un valor de una serie previamente creada según los rangos establecidos. La interfaz se muestra en la Figura No.30.

The image shows a screenshot of a data entry form titled 'FENIX' (with a registered trademark symbol). The form is set against a dotted grid background. On the left side, there are three instructions: 'Paso 1: Rellenar espacios.', 'Paso 2: Dar click en "Mostrar categorías".', and 'Paso 3: Dar click en "Mostrar prioridad".'. The main area of the form contains several input fields and buttons:

- 'Tipo de acabado': A yellow button with a dropdown menu below it, labeled 'Seleccionar grado de complejidad'.
- 'Tiempo de entrega': A purple button with a dropdown menu below it, labeled 'Seleccionar días para la entrega'.
- 'Costo total': A blue button with a text input field below it, labeled 'Digitar monto total del pedido'.
- 'Máquina (tiempo en minutos)': A red button with a text input field below it, labeled 'Digitar tiempo en minutos aproximado'.
- 'Mostrar categorías': A pink button.
- 'Mostrar prioridad': A pink button.

The 'FENIX' logo is located in the bottom right corner of the form area.

Fuente: Elaboración propia en Visual Studio®.

Figura No. 30. Interfaz para ingreso de valores de variables.

El código utilizado para la categorización de las variables se muestra en la Figura No.31.

```

Private Sub Command1_Click()

t = Val(Combo1.Text)
If t < 6 Then
Label6.Caption = "Acabado Simple"
Else
Label6.Caption = "Acabado Complejo"
End If

f = Val(Combo2.Text)
If f <= 7 Then
Label7.Caption = "Corto plazo"
ElseIf f <= 15 Then
Label7.Caption = "Mediano plazo"
Else
Label7.Caption = "Largo plazo"
End If

c = Val(Text1.Text)
If c <= 50000 Then
Label8.Caption = "Monto Bajo"
ElseIf c <= 500000 Then
Label8.Caption = "Monto Medio"
Else
Label8.Caption = "Monto Alto"
End If

m = Val(Text2.Text)
If m <= 10 Then
Label9.Caption = "Máquina Color"
Else
Label9.Caption = "Máquina Negro"
End If

End Sub

```

Fuente: Elaboración propia en Visual Studio®.

Figura No. 31. Código utilizado para categorizar los valores ingresados.

Cuando el formulario es ejecutado y el usuario ingresa los valores se debe accionar el botón “Mostrar categorías” para que se generen las clasificaciones asignadas según los valores ingresados. En la Figura No.32 se muestra un ejemplo de lo descrito anteriormente.

Paso 1: Rellenar espacios.
Paso 2: Dar click en "Mostrar categorías".
Paso 3: Dar click en "Mostrar prioridad".

Selecciónar grado de complejidad
Tipo de acabado 4 Acabado Simple


Selecciónar días para la entrega
Tiempo de entrega 7 Corto plazo

Digitar monto total del pedido
Costo total 400000 Monto Medio

Digitar tiempo en minutos aproximado
Máquina (tiempo en minutos) 50 Máquina Negro

Mostrar categorías

Mostrar prioridad



Fuente: Elaboración propia en Visual Studio®.

Figura No. 32. Ejemplo de la forma en que se muestran las categorías según los valores ingresados.

Posterior a que se muestren las categorías se debe accionar el botón de mostrar prioridad, pero para esto se le debe indicar al programa qué tipo de prioridad se debe asignar según las categorías obtenidas. Para esto se utilizaron las mismas reglas que en la estructura de LabVIEW®. En la Figura No.33 se muestra un extracto del código utilizado.

```
Private Sub Command2_Click()

If Label7.Caption = "Corto plazo" Then
Label11.Caption = "Prioridad Alta"

'3
ElseIf Label7.Caption = "Mediano plazo" And Label6.Caption = "Acabado Simple"
Label11.Caption = "Prioridad Media"

'4
ElseIf Label7.Caption = "Mediano plazo" And Label6.Caption = "Acabado Simple"
Label11.Caption = "Prioridad Media"

'5
ElseIf Label7.Caption = "Largo plazo" And Label6.Caption = "Acabado Simple" An
Label11.Caption = "Prioridad Baja"
```

Fuente: Elaboración propia en Visual Studio®.

Figura No. 33. Fragmento de código generado para las reglas de decisión.

Con el código mostrado en la Figura No.33 debidamente ingresado al sistema ya este puede tomar una decisión basada en las reglas aplicables para el caso de los valores definidos por el usuario y se obtiene lo mostrado en la Figura No.34.

Paso 1: Rellenar espacios.
Paso 2: Dar click en "Mostrar categorías".
Paso 3: Dar click en "Mostrar prioridad".

Tipo de acabado

Tiempo de entrega

Costo total

Máquina (tiempo en minutos)

Mostrar categorías

Mostrar prioridad

Seleccionar grado de complejidad

4 Acabado Simple

Seleccionar días para la entrega

7 Corto plazo


Digitar monto total del pedido

400000 Monto Medio

Digitar tiempo en minutos aproximado

50 Máquina Negro

Prioridad Alta



Fuente: Elaboración propia en Visual Studio®.

Figura No. 34. Ejemplo de la determinación de la prioridad para los valores digitados.

Para implementar esta herramienta diseñada en Visual Studio® es necesario incurrir en una serie de costos que se muestran en el Cuadro No.24.

Cuadro No. 24. Costos relacionados con la implementación del modelo de Visual Studio®.

Detalle	Monto
Adquisición del software	¢233,000.00 ⁵
Costo de capacitación	¢20,000.00 ⁶
Hardware	¢500,000.00 ⁷
TOTAL	¢753,000.00

Fuente: Elaboración propia.

⁵ Tomado de la página web de la tienda Microsoft® (original \$399.758).

⁶ Tomando como base un día de capacitación brindada por un Técnico Medio en Educación Superior (salario mínimo ¢438,542.68 mensual)

⁷ Tomado como un presupuesto para compra de computadora y accesorios. Este equipo es el mismo utilizado para el uso del software LabVIEW®, por lo que se usa un monto para ambos softwares.

Es importante resaltar que la instalación del software no es estrictamente necesaria ya que hay diversas formas de ejecutar la herramienta mediante aplicaciones gratuitas; sin embargo, dado el caso de que esta se quiera modificar o amplificar de alguna forma sí es necesario la instalación del software Visual Studio.

Tanto con el modelo actual como con el propuesto, la comunicación con el cliente cuando se realiza el cambio de prioridad de un pedido no es informado ya que cuando la “Prioridad” cambia, el turno de trabajo es ajustado para trabajar horas extra y el cliente no es informado sobre el cambio de dicha prioridad debido a que se maneja de forma interna en la empresa, solamente se informa cuando el pedido se va a retrasar con respecto a su fecha de entrega y el cliente puede presentar una queja que es registrada y solucionada lo más rápido posible.

En el Apéndice No.10 se muestra el Manual de Usuario de la herramienta elaborada.

2. Propuesta para la organización de los sobres de trabajo

Debido a que uno de los problemas en el área de Control de la Producción se da en el orden de los sobres de trabajo y, además, enlazando esto con el nuevo modelo de priorización, se propone el uso de un estante que sirva para organizar los sobres de trabajo con sus materiales respectivos y según su prioridad establecida para cada trabajo, estando los trabajos de prioridad alta en el lugar del estante de más rápido acceso.

Para esta propuesta se realizó una investigación de diferentes estanterías que no abarcaran mucho espacio debido a las limitaciones del taller de producción y que fueran abiertas para manipular los trabajos de forma rápida y eficiente.

En el Cuadro No.25 se muestra una comparación entre los diferentes productos encontrados. En el Anexo No.1 se encuentran las imágenes de los productos y sus precios respectivos.

Cuadro No. 25. Comparación de características de las estanterías cotizadas.

Producto	Proveedor	Tamaño	Material	Precio
Estantería / Rack 5 / Entrepaños	Office Depot	Alto: 180 cm Ancho: 94 cm Profundidad: 44 cm	Metal y MDF	€56,990.00
Estante de 4 perfiles y 5 bandejas	Tecnimuebles	Alto: 200 cm Ancho: 92 cm Profundidad: 30-38 cm	Metal	€73,450.00
Exhibidor Cromado 5 niveles	Vértice	Alto: 180 cm Ancho: 91 cm Profundidad: 45 cm	Metal	€45,865.00

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro No.25 las tres opciones son muy similares en cuanto a características de materiales y tamaños; por lo anterior, la mejor opción es la de menor precio, esta es la estantería del proveedor Vértice; además, esta tiene una sucursal de distribución en San José, específicamente en la Avenida 10, calle 14, 100 m sur y 50 m oeste de la Cruz Roja. Por lo anterior, la propuesta consiste en la compra de esta estantería y su respectiva colocación en el taller de producción.

Cuadro No. 26. Costos relacionados con la instalación de la estantería en el taller de producción.

Detalle	Monto
Adquisición del producto	€45,865.00
Costo de instalación	€1,444.67 ⁸
Costo de transporte desde tienda	€5,000.00
TOTAL	€52,309,67

Fuente: Elaboración propia.

⁸ Tomando como base el salario de un Peón de bodeguero, una hora de trabajo (salario mínimo €300,255.79 mensual)

VII. IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES

Debido a que la metodología utilizada para el proyecto es una enfocada en el diseño de propuestas y su verificación, este capítulo del documento se enfoca en la etapa de Verificación de la metodología establecida. Para esta etapa se realizó una simulación en el software Arena® para comparación entre los resultados proporcionados por el modelo de priorización realizado en Visual Studio y los resultados dados por el criterio experto utilizado actualmente para ingresar los pedidos a producción. Para determinar los parámetros a introducir en la simulación se utilizaron datos históricos de pedidos realizados en el mes de Agosto del presente año; posteriormente, se estableció un rango para la simulación de 5 días (una semana laboral) con 9 horas por día. En el Apéndice No.9 se encuentran los datos mencionados.

Para simplificar los datos se realizó un resumen de porcentajes de cada una de las variables en estudio, este resumen se presenta en el Cuadro No.27.

Cuadro No. 27. Porcentajes determinados según datos históricos para cada una de las variables en estudio.

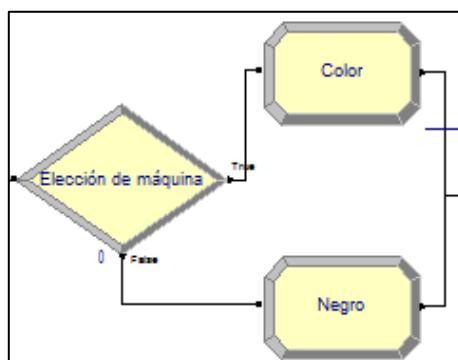
Variable	Nivel	Porcentaje
Tipo de acabado	Simple	86%
	Complejo	14%
Tiempo de entrega	Corto plazo	46%
	Mediano plazo	53%
	Largo plazo	1%
Costo total del pedido	Bajo	63%
	Medio	36%
	Alto	1%
Máquina	Negro	24%
	Color	76%

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, los tiempos para la simulación fueron tomados de la medición y análisis del VSM realizado en el capítulo de diagnóstico; además, para determinar la frecuencia de ingreso de pedidos al sistema se realizó con base en los porcentajes históricos de pedidos de las familias “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color”. Se tienen en promedio 209 pedidos al mes, de estos un 42% (27% color + 15% negro) corresponden a pedidos de ambas familias; es decir, 88 pedidos en promedio al mes corresponden a estas familias.

Haciendo las conversiones de unidades se tiene que en promedio ingresa un pedido cada 2.4 horas para las familias mencionadas.

Para el proceso de producción se utilizaron los tiempos determinados mediante el muestreo de tiempos realizado en la etapa de Medición del proyecto y para asignar estos tiempos de acuerdo con la máquina respectiva se hizo una separación del proceso utilizando los porcentajes dados por los registros históricos. En la Figura No.35 se muestra dicha separación.



Fuente: Elaboración propia en Arena®.

Figura No. 35. Separación del proceso para las máquinas estudiadas.

Para que el ingreso al proceso de producción fuera de acuerdo con la prioridad se utilizó la misma regla para determinar si la variable Prioridad era Baja, Media o Alta; sumando las prioridades individuales según los niveles de cada una de las variables de entrada del modelo, para el caso de la simulación de criterio experto se realizó conforme a la variable Tiempo de entrega solamente, dando prioridad a los pedidos de Corto plazo.

En las Figuras No.36 y 37 se muestran, respectivamente, la asignación de dichos parámetros a la cola de ingreso de entidades al proceso de Producción.

Cotización.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
Diseño.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
Producción.Queue	Highest Attribute Value	Prioridad	<input type="checkbox"/>
Empaque y acabado.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
Despacho.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia en Arena®.

Figura No. 36. Asignación de atributo de entrada para el proceso de Producción del modelo propuesto.

Cotización.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
Diseño.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
Producción.Queue	Highest Attribute Value	Entrega	<input checked="" type="checkbox"/>
Empaque y acabado.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>
Despacho.Queue	First In First Out	Attribute 1	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia en Arena®.

Figura No. 37. Asignación de atributo de entrada para el proceso de Producción del modelo actual.

De forma gráfica los modelos actual y propuesto se muestran iguales pero las diferencias están dadas por el tiempo de la actividad relacionada con la priorización (ver Figuras No.39 y 40) y la forma de que ingresen las entidades al proceso de Producción, como se mencionó anteriormente. En la Figura No.40 se muestra como el modelo asigna los valores de prioridad individual a las diferentes categorías de las variables y el cálculo de la “Prioridad” del pedido mediante la suma de las prioridades individuales.

Attribute, Entrega, DISC(0.01,0,0.54,1,1,2)
Attribute, Acabado, DISC(0.86,0,1,1)
Attribute, Costo, DISC(0.63,0,0.99,1,1,2)
Attribute, Máquina, 1
Attribute, Tiempo, 5.88
Attribute, Prioridad, Máquina+Costo+Acabado+Entrega
<End of list>

Fuente: Elaboración propia en Arena®.

Figura No. 38. Asignación de prioridad individual y total para el pedido.

En la Figura No.41 se puede observar el proceso completo que, como se menciona anteriormente, de forma visual es igual para ambas propuestas, pero contiene tiempos y asignaciones diferentes.

Name:		Type:
Priorización		Standard
Logic		
Action:	Priority:	
Seize Delay Release	Medium(2)	
Resources:		
Resource, Encargado de operaciones, 1		Add...
<End of list>		Edit...
		Delete
Delay Type:	Units:	Allocation:
Triangular	Minutes	Value Added
Minimum:	Value:(Most Likely):	Maximum:
10	15	30
<input checked="" type="checkbox"/> Report Statistics		
OK		Cancel Help

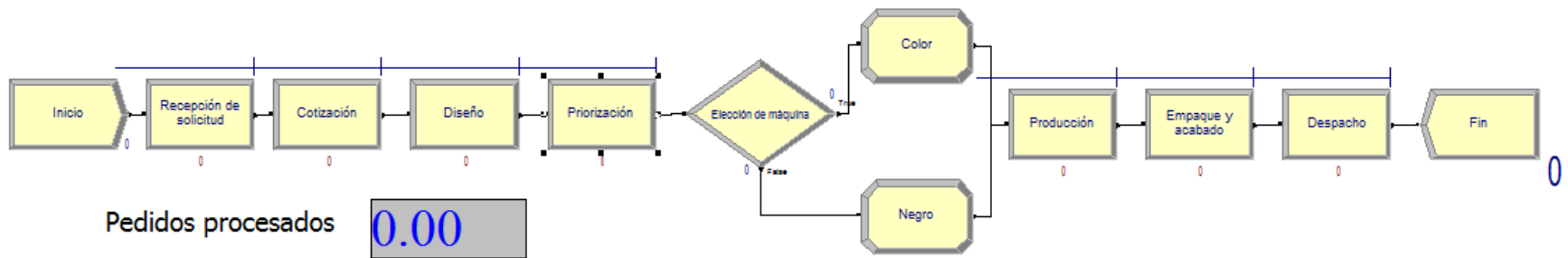
Fuente: Elaboración propia en Arena®.

Figura No. 39. Asignación de tiempo estimado proceso de Priorización del modelo actual.

Name:		Type:
Priorización		Standard
Logic		
Action:	Priority:	
Seize Delay Release	Medium(2)	
Resources:		
Resource, Encargado de operaciones, 1		Add...
<End of list>		Edit...
		Delete
Delay Type:	Units:	Allocation:
Triangular	Minutes	Value Added
Minimum:	Value:(Most Likely):	Maximum:
1	5	7
<input checked="" type="checkbox"/> Report Statistics		
OK		Cancel Help

Fuente: Elaboración propia en Arena®.

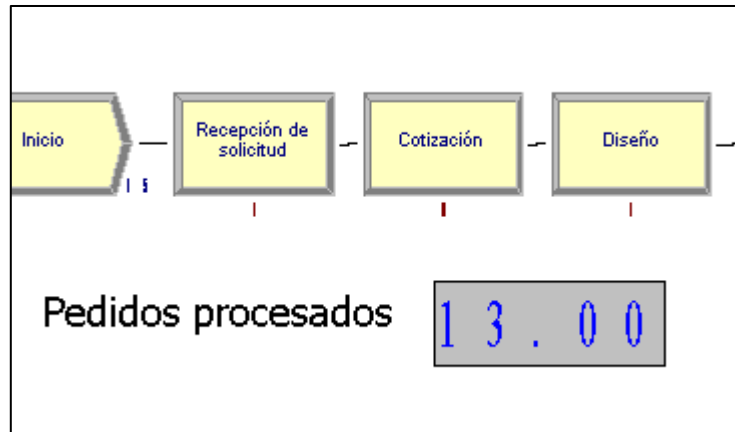
Figura No. 40. Asignación de tiempo estimado proceso de Priorización del modelo propuesto.



Fuente: Elaboración propia en Arena®.

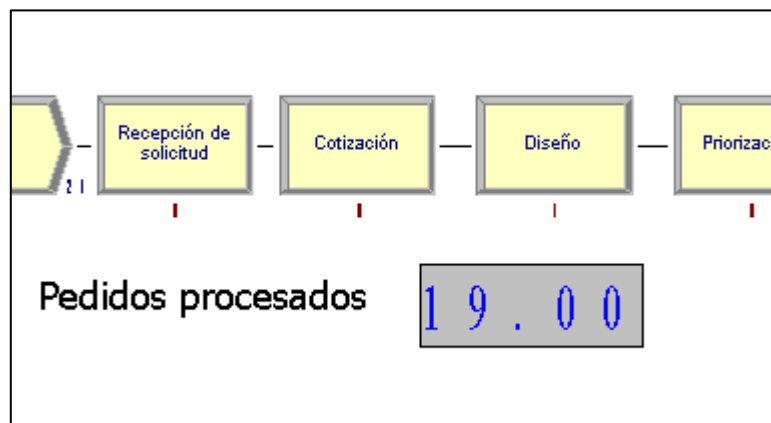
Figura No. 41. Diagrama completo elaborado para simular modelo actual y propuesto.

Posterior al ingreso de los tiempos respectivos para cada uno de los procesos se procedió a ejecutar ambos modelos (actual y propuesto) para comparar la cantidad de entidades que finalizan el proceso dadas las condiciones de ejecución; es decir, 5 días de 9 horas cada uno.



Fuente: Arena®.

Figura No. 42. Resultados de pedidos procesados con el modelo actual.



Fuente: Arena®.

Figura No. 43. Resultados de pedidos procesados con el modelo propuesto.

Como se puede observar en las Figuras No.42 y 43, efectivamente ingresan alrededor de 6 pedidos más a la semana si se implementa el nuevo modelo de priorización. Si al mes las ventas promedio son de ₡37,222,414.64 y se realizan cerca de 209 pedidos, cada uno de estos pedidos representa cerca de ₡178,097.68; es decir, si por semana se pudieran procesar aproximadamente 6 pedidos más (situación ideal), se incrementaría el ingreso en ₡1,068,586.08 (₡4,626,977.73 mensuales).

A. Evaluación económica del proyecto

Para determinar si el proyecto es rentable se deben tomar en cuenta una serie de costos relacionados con toda la planeación y realización de este; además, se debe contabilizar los costos relacionados con las propuestas proporcionadas por el proyecto y los beneficios económicos que se obtendrán con la implementación de las propuestas. En los Cuadros No.28 y 29 se muestran los costos y beneficios mencionados, respectivamente.

Cuadro No. 28. Costos relacionados con la realización e implementación del proyecto.

Costo por	Valor
Contratación de practicante	¢129,900.00 ⁹
Tiempo por encuestas a personal	¢2,584.88 ¹⁰
Compra de software	¢2,143,662.00
Capacitación sobre software	¢216,856.00
Compra de hardware	¢500,000.00
Compra de estantería metálica	¢45,865.00
Costo de instalación de estantería	¢1,444.67
Costo de transporte de estantería	¢5,000.00
TOTAL	¢3,045,312.55

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro No. 29. Beneficios económicos relacionados con la realización e implementación del proyecto.

Beneficio por	Valor
Pedidos extra percibidos	¢4,626,977.73 ¹¹
Ahorro por tiempo en priorización	¢44,545.48 ¹²
TOTAL	¢4,671,523.21

Fuente: Elaboración propia.

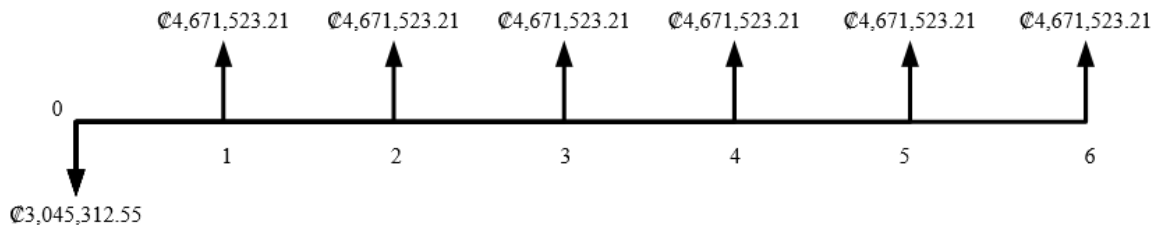
Con los datos de los Cuadros No.32 y 33 se realiza el flujo de efectivo mostrado en la Figura No.44, para un período de tiempo de seis meses.

⁹ Utilizando un monto de ¢30,000.00 semanales, 4.33 semanas al mes, durante 3 meses.

¹⁰ Utilizando salario base de un Licenciado Universitario de ¢644,689.30 mensual, 4.33 semanas al mes, 10 minutos por entrevista, 5 entrevistas en total.

¹¹ Monto mensual.

¹² Tomando un salario mensual promedio de ¢550,000.00 mensual, 4.33 semanas al mes, 10 minutos ahorrados por pedido, 101 pedidos al mes (88 en promedio+13 extra por el modelo), Monto mensual.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 44. Flujo de efectivo del proyecto.

Según Sullivan, Wicks y Luxhoj (23) para determinar si un proyecto es rentable se pueden utilizar varios indicadores y uno de estos es el Valor Presente (VP), este indicador se basa en el valor equivalente de los flujos de efectivo relacionados con un punto base o de inicio en el tiempo denominado presente.

La fórmula para determinar el VP de acuerdo con un flujo de efectivo es la mostrada en la ecuación 8.

$$VP = \sum_{k=0}^N F_k (1 + i)^{-k} \quad (8)$$

Donde,

i = tasa efectiva de interés o TREMA (Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable)

k = índice de cada período de composición, $0 \leq k \leq N$

F_k = flujo de efectivo al final del período k

N = número de periodos de capitalización en el horizonte de planeación

Utilizando la ecuación 11 y los datos de costos de inversión inicial y beneficios mensuales dados en los Cuadros No.32 y 33 se formula el VP del proyecto mostrado a continuación.

$$VP = \frac{-\text{€}3,045,312.55}{(1 + 0.2)^0} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.2)^1} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.2)^2} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.2)^3} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.2)^4} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.2)^5} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.2)^6}$$

$$VP = \text{€}12,489,885.14$$

Como se puede observar, el VP es positivo; es decir, el proyecto si es rentable en el período de seis meses y utilizando una TREMA de 20% definida por la empresa.

Otro indicador para determinar la factibilidad del proyecto es la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), esta tasa es la que iguala al valor equivalente de una alternativa de flujos de entrada de efectivo con el valor equivalente de flujos de salida de efectivo. Es decir, la TIR se calcula igualando el VP a 0 o intermediando el valor utilizando dos tasas diferentes que dan valores de VP con diferente signo. (23)

Si se utiliza $i=152\%$ entonces VP:

$$VP = \frac{-\text{€}3,045,312.55}{(1 + 0.74)^0} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.74)^1} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.74)^2} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.74)^3} \\ + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.74)^4} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.74)^5} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.74)^6}$$

$$VP = \text{€}16,057.14$$

Si se utiliza $i=153\%$ entonces VP:

$$VP = \frac{-\text{€}3,045,312.55}{(1 + 0.75)^0} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.75)^1} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.75)^2} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.75)^3} \\ + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.75)^4} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.75)^5} + \frac{\text{€}4,671,523.21}{(1 + 0.75)^6}$$

$$VP = -\text{€}3,671.84$$

Para encontrar TIR se hace de la siguiente forma (22):

$$TIR = 152\% + \frac{\text{€}16,057.14}{\text{€}16,057.14 - (-\text{€}3,671.84)}(153\% - 152\%)$$

$$TIR = 152.81\%$$

Debido a que la TIR es mucho mayor a la TREMA (20%) es proyecto es aceptable.

Por otra parte, es importante conocer el período de tiempo en el cual se recuperará la inversión inicial realizada por la empresa para el proyecto, para esto se utiliza el indicador económico denominado Período de Recuperación (PR). En el Cuadro No.30 se muestran los datos para determinar este indicador.

Cuadro No. 30. Datos para determinar el PR del proyecto.

Período	Flujo Neto de Efectivo	VP acumulado
0	-C\$3,045,312.55	-C\$3,045,312.55
1	C\$4,671,523.21	C\$1,626,210.66

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el Cuadro No.30, en el primer mes el signo del VP acumulado cambia a positivo; según Sullivan, Wicks y Luxhoj (23) cuando esto sucede ya se ha recuperado la inversión inicial realizada para el proyecto. Es decir, el PR del proyecto es de un mes.

B. Plan de implementación de las propuestas

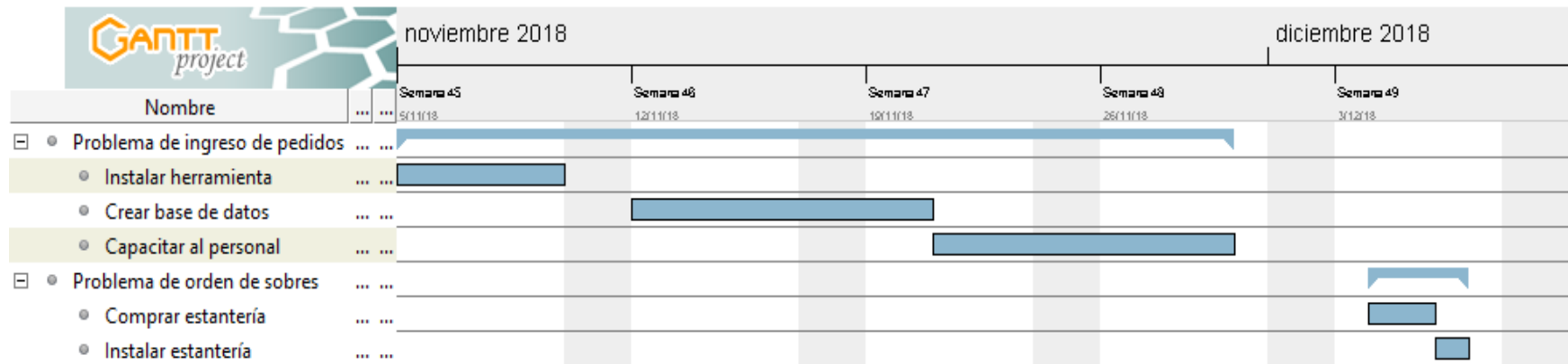
Dado que se determinó que las propuestas de mejora y el proyecto en sí son factibles y generarían un beneficio económico importante en la empresa, se procede a realizar un plan de implementación de las propuestas que permita ponerlas en marcha en la empresa. En el Cuadro No.31 se muestra un resumen de los aspectos generales relacionados con las dos propuestas de mejora.

Además, en la Figura No.45 se muestra un diagrama de Gantt para la implementación de las mejoras con su duración en semanas.

Cuadro No. 31. Plan de implementación de mejoras del proyecto.

Problema	Acciones	Responsable	Recursos	Acciones de control
Orden de ingreso en los pedidos a producción genera retrasos	Instalar herramienta para priorizar los pedidos	Encargado de Operaciones	Hardware y software para instalación	Establecer una revisión para detectar actualizaciones de software y hardware requerido
	Crear base de datos para almacenar datos del pedido y de la prioridad dada por la herramienta	Encargado de Operaciones	Hardware y software para la base de datos (Excel)	Establecer las personas que puedan modificar o manipular la base de datos para evitar alteraciones malintencionadas
	Capacitar al personal en el uso de la herramienta	Encargado de Operaciones	Ente o persona capacitador	Capacitar periódicamente sobre softwares similares
Colocación de los sobres de trabajo en área de producción	Comprar estantería metálica para ordenar sobre por prioridad y con sus materiales	Encargada de Compras	Monetario y medio de transporte	Verificar estado de estantería para cambiarla cuando sea necesario
	Instalar estantería en área de producción	Encargado de Mantenimiento	Herramientas manuales para armar estantería	

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 45. Diagrama de Gantt para la implementación de mejoras.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

1. Se definieron y cuantificaron cuatro variables que afectan el Control de la Producción de las familias “Pequeño formato negro” y “Pequeño formato color” las cuales corresponden al Tipo de acabado, Máquina, Costo total del pedido y Tiempo de entrega, para cada una de estas se establecieron sus métricas con sus rangos respectivos.
2. Se detectaron dos áreas de mejora en el Control de Producción de las familias en estudio que están enfocadas con el la forma de priorizar los pedidos al departamento de producción y en la forma en la que se organizan los sobres de trabajo físicos para su procesamiento en producción.
3. Se diseñaron dos propuestas de mejora, una que permite disminuir los retrasos en la entrega de pedidos mediante una programación adecuada de los pedidos y una que propicia la organización de los sobres de trabajo de acuerdo con su prioridad para un acceso más fácil y rápido de los pedidos de mayor urgencia.
4. Mediante una simulación se pudo verificar que el modelo de priorización propuesto mejora la capacidad del sistema para producir los pedidos, pasando de 13 pedidos semanales a 19 pedidos semanales; es decir, el sistema mejora su aprovechamiento de tiempo de producción, con lo que se disminuyen los retrasos en la entrega de los pedidos a los clientes.
5. Se creó un plan de implementación para las propuestas con los recursos asociados para cada propuesta y las acciones ordenadas de forma que se facilite su puesta en marcha en la empresa.

B. Recomendaciones

1. Se recomienda ampliar la herramienta de priorización para incluir más variables, ya que esto enriquece el modelo permitiendo casos especiales en los pedidos.
2. Se insta al personal directivo a implementar la metodología 5S para mejorar el orden de las áreas de producción y despacho para evitar pérdidas de insumos.
3. Se recomienda utilizar una base de datos donde se manejen los datos más importantes de todos los pedidos realizados por clientes, de forma que se puedan acceder desde cualquier dispositivo de una forma rápida.

4. Se recomienda realizar un estudio de tiempos de las demás etapas del proceso productivo y extenderlo para las demás familias de productos ofrecidos por la empresa.

IX. BIBLIOGRAFÍA

A. Libros y documentos

1. Arroyave, Gloria y Ávalos, Mayra. Identificando las tareas de valor. Agosto, 2018, <https://es.slideshare.net/universitaria2011/identificando-las-tareas-de-valor>
2. Becerra, Fredy, et al. *Gestión de la producción: una aproximación conceptual*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2008.
3. Beltrán, Jaime, et al. *Guía para una Gestión basada en Procesos*. España: Instituto Andaluz de Tecnología, 2002.
4. Besterfield, Dale. *Control de calidad*. México: PEARSON EDUCATION, 2009.
5. Bravo, Juan. *Gestión de Procesos (Alineados con la estrategia)*. Chile: Editorial Evolución S.A., 2011.
6. Cuatrecasas, Luis. *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2012.
7. Domínguez, José et al. *Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Madrid: MacGraw-Hill, 1995.
8. García, Manuel., Quispe, Carlos., y Ráez, Luis. “Mejora continua de la calidad en los procesos”. *Industrial Data*, 6, 1, pp. 92, Agosto, 2003.
9. Garro, Edwin. *Desarrollo de Proyectos de Innovación con Design for Six Sigma*. San José, Costa Rica: Ludovico, 2016.
10. Godet, Mitchel y Gavaldá, Jaime. *Prospectiva, Análisis estructural. Identificación de las cuestiones claves de futuro*. Bizkaia, España: Universidad de Deusto, 1993.
11. Hernández, Sergio. *Lógica difusa (fuzzy logic)*. Octubre, 2018, <https://es.slideshare.net/CrypticHernandezOrtega/lgica-difusa-fuzzy-logic>
12. Mallar, Miguel. (2010). “La Gestión por Procesos: un enfoque de gestión eficiente”. *Visión de futuro*, v.13, n.1, Junio, 2010, http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082010000100004&lng=es&tlng=es

13. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. *Lista de Salarios Mínimos 2018*. Octubre, 2018, http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_ocupacion_2018.pdf
14. Niebel, Benjamín., y Freivalds, Andris. *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México: The McGraw-Hill Companies. Inc, 2009.
15. Oré, Ángel. *Identificar y priorizar "stakeholders"*. Julio, 2018, <https://es.slideshare.net/angeloremu/identificar-y-priorizar-stakeholders-sedipro-untels>
16. Pérez, Marisol. *De la Gestión de la Producción a la Gestión de la Cadena de Suministro*. Septiembre, 2018, <https://www.monografias.com/trabajos21/gestion-produccion/gestion-produccion.shtml>
17. Pérez, Milena. *Multivoto*. Agosto, 2018, https://prezi.com/3_sg5e8g8zhh/multivoto/
18. Project Management Institute, Inc. *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. EE.UU.: Project Management Institute, 2013.
19. Pyzdek, Thomas. *The Six Sigma Handbook*. EE.UU.: McGraw-Hill Companies. Inc, 2003.
20. Ruiz, Arturo. *Mod 7 Herramientas de calidad*. Julio, 2018, <http://web.cortland.edu/matresearch/HerraCalidad.pdf>
21. Sánchez, Jesús. *Mapeo del Valor*. Agosto, 2018, <https://es.slideshare.net/jesussanval/mapeo-del-valor>
22. Sociedad Latinoamericana para la Calidad. *Lluvia de ideas (Brainstorming)*. Agosto, 2018, http://homepage.cem.itesm.mx/alesando/index_archivos/MetodolDisMejoraDeProcesos/LluviaDeIdeas.pdf
23. Sullivan, William; Wicks, Elin y Luxhoj, James. *Ingeniería Económica De DeGarmo*. México: PEARSON EDUCATION, 2004.
24. Zatarain, Oscar. *Lógica Difusa*. Octubre, 2018, https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icbi/asignatura/logicaDifusa.pdf

B. Referencias de internet

25. Busque, Sarah. *Mapeo de las partes interesadas: cómo identificar y evaluar a los grupos de interés de un proyecto*. Julio, 2018, <https://www.boreal-is.com/es/blog/mapeo-partes-interesadas-grupos-interes/>
26. Google. *Imágenes estanterías metálicas*. Septiembre, 2018, https://www.google.com/search?q=estanter%C3%ADas+met%C3%A1licas&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiRze5jPzdAhVs0FkKHT6DBWsQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=kE4Y-dXYD-pThM:
27. Jiménez, Daniel. *El Mapeo del Flujo de Valor (VSM) – Cómo poner los ojos en el proceso*. Agosto, 2018, <https://www.pymesycalidad20.com/mapeo-del-flujo-de-valor-vsm.html>
28. Jimeno, Jorge. *Despliegue de la función calidad (QFD): Guía de uso. Para qué sirve el QFD y cómo realizarlo*. Agosto, 2018, <https://www.pdcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/>
29. Jolly, Adrien. *LabVIEW, TestStand, LabWindows/CVI*. Septiembre, 2018, <http://www.ajolly.com.mx/es/desarrollo-consulta-sistema-supervisor-control-prueba-medida/19-LabVIEW-que-es.html>
30. Luko, Stephen y Neubauer, Dean. *Los intervalos estadísticos*. Noviembre, 2018, https://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPSO11/datapoints_sps011.html
31. Microsoft. *Visual Studio Professional 2017*. Septiembre, 2018, <https://www.microsoft.com/es-cr/p/visual-studio-professional-2017/dg7gmgf0dst5>
32. National Instruments. *Compra de LabVIEW Ediciones 2018*. Septiembre, 2018, <http://www.ni.com/es-cr/shop/labview/select-edition.html>
33. National Instruments. *Cursos de LabVIEW*. Septiembre, 2018, <http://sine.ni.com/tacs/app/overview/p/ap/of/lang/es/ol/es/oc/ec/pg/1/sn/n8:28,n24:12725/id/1582/>
34. Office Depot. *ESTANTERIA /RACK 5 ENTREPAÑOS*. Septiembre, 2018, <https://www.officedepot.co.cr/officedepotCR/en/Categor%C3%ADa/Todas/Muebles-y-Decoraci%C3%B3n/Archiveros%2C-libreros-y-gabinetes/Estanter%C3%ADa-y-racks/ESTANTERIA-RACK-5-ENTREPA%C3%91OS/p/26867>

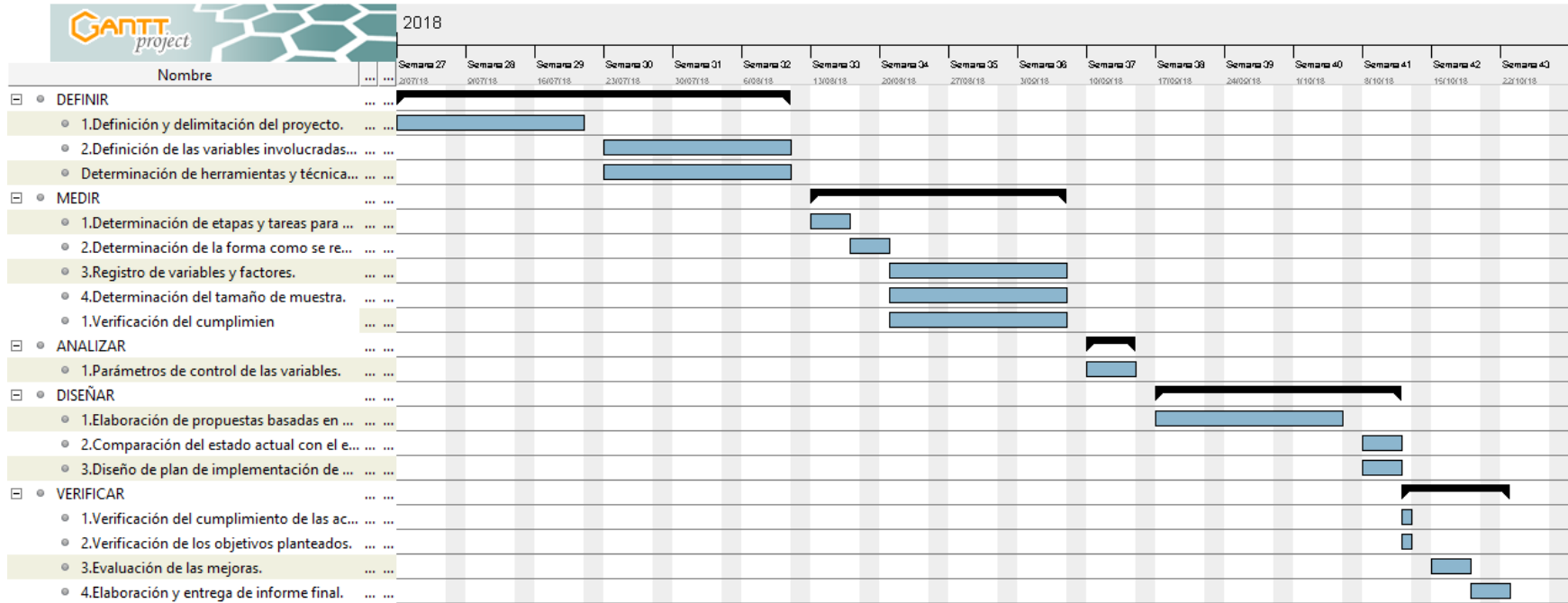
35. Ricoh. *Serie Pro™ 8200s*. Julio, 2018, <https://www.ricoh.es/productos/impresoras-de-produccion/impresoras-hoja-cortada/pro-8200s.html>
36. Ricoh. *Serie Pro™ c5100*. Julio, 2018, <https://www.ricoh-americalatina.com/es-cr>
37. Salazar, Bryan. *Mapas de Valor (VSM)*. Agosto, 2018, <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/>
38. Sejzer, Raúl. *10 herramientas “blandas” para el Six Sigma por Raúl Sejzer*. Julio, 2018, <https://qualityway.wordpress.com/2017/05/18/10-herramientas-blandas-para-el-six-sigma-por-raul-sejzer/>
39. Tecnimuebles. *Estante complete*. Septiembre, 2018, <http://www.tecnimuebles.com/productos/muebles-metalicos/estante-complete-182138/>
40. Vértice. *Exhibidor Cromado 5 niveles 45x91x180 cm*. Septiembre, 2018, <http://www.verticecr.com/producto/EEXKIT5>

APÉNDICES

Apéndice No.1: Acta de Constitución del Proyecto.

EMPRESA	Servicio de Impresos Fénix S.A.		
DEPARTAMENTO	Producción		
PROCESO	Gestión de la Producción		
PROYECTO	Establecimiento de mejoras en la Gestión de la Producción para reducir los retrasos en la entrega de pedidos de las familias de impresión en negro y color.		
CASO DE NEGOCIO	EQUIPO DE TRABAJO	PARTES INTERESADAS	
Se realizará un estudio que tiene como finalidad diseñar y establecer mejoras que permitan reducir los retrasos en la entrega de los pedidos a los clientes que generan un costo de oportunidad elevado e implican que la imagen de la empresa se vea afectada porque tiene como política una rápida entrega a los clientes. Para esto es necesario conocer los factores y variables que pueden afectar la adecuada gestión de la producción.	NOMBRE	PAPEL	Cotizaciones
	Ricardo Matamoros Hernández	Sponsor	Producción
	Karen Daniela Sánchez Ramírez	Analista	Ventas
	Ing. Dennis Arias Ramírez	Asesor	Gestión de la Calidad
			Gerencia
			Costos
			Operaciones
			Proveedores
		Cientes	
PROYECTO GOL			
Establecer mejoras en la Gestión de la Producción que permitan reducir los retrasos en la entrega de pedidos de las familias de productos de impresión en negro y color durante un período de aproximadamente 3 meses.	SITUACIÓN DEL PROYECTO		
	INICIO DEL PROYECTO	02/07/2018	
	FINALIZACIÓN DEL PROYECTO	22/10/2018	
	PROCESO DE IMPACTO	Producción	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Debido a que no se tiene una adecuada gestión de la producción se debe realizar un estudio para determinar las variables y factores que afectan la producción de forma que se establezcan mejoras que reduzcan los retrasos que representan un costo de oportunidad cercano a los 10 millones de colones mensuales.	PLAN PRELIMINAR		
		FECHA	
	ETAPA	INICIAL	FINAL
	DEFINIR	02/07/2018	10/08/2018
	MEDIR	13/08/2018	07/09/2018
	ANALIZAR	10/09/2018	18/09/2018
	DISEÑAR	20/09/2018	11/10/2018
VERIFICAR	12/10/2018	22/10/2018	
ALCANCES Y LIMITACIONES	PREPARADO POR		
El proyecto comprende el establecimientos de propuestas de mejora para reducir el retraso de los pedidos mediante un estudio de las variables relacionadas con la gestión de la producción, en las familias "Pequeño formato negro" y "Pequeño fomato color".	FECHA	Karen Daniela Sánchez Ramírez	
	FIRMA		
	APROBADO POR		
	FECHA	Ricardo Matamoros Hernández	
	FIRMA		

Apéndice No.2: Diagrama de Gantt del proyecto.



Apéndice No.3: Formato de multivoto realizado.

Cuestionario Multivoto

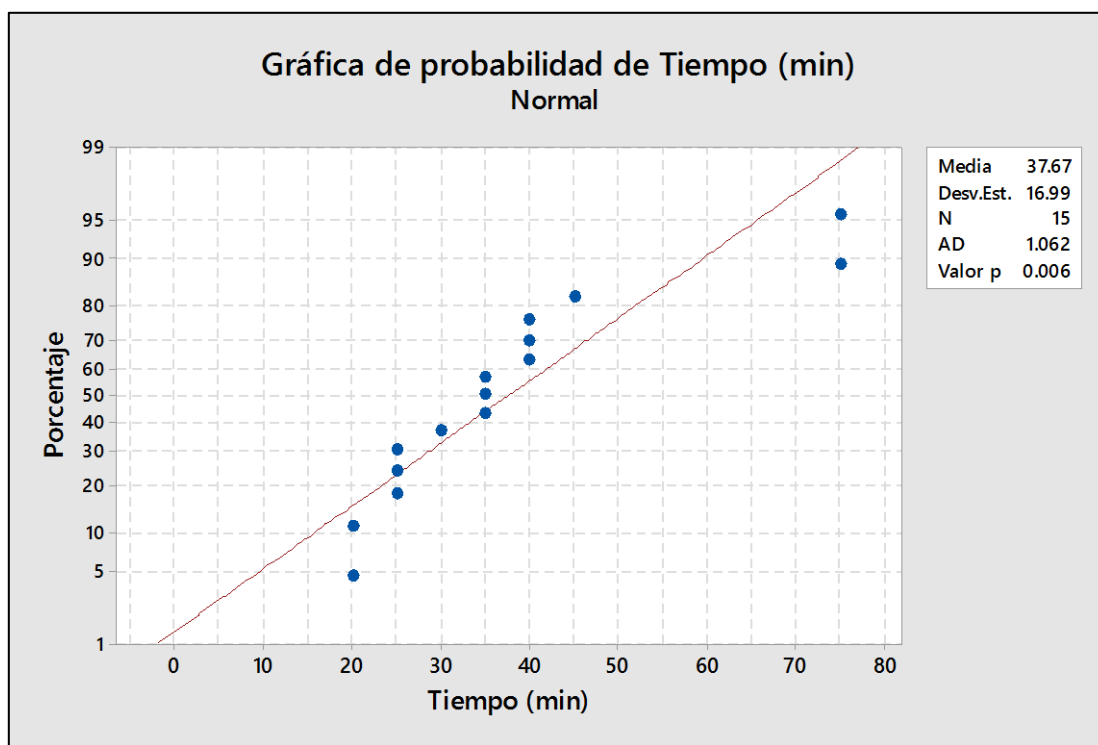
Objetivo: Seleccionar las variables y factores relacionados con el Control de la Producción de las órdenes de trabajo.

Seleccione solamente 12 de las siguientes opciones, las que considere de mayor importancia e influencia en el proceso productivo de las familias de impresión en negro y color.

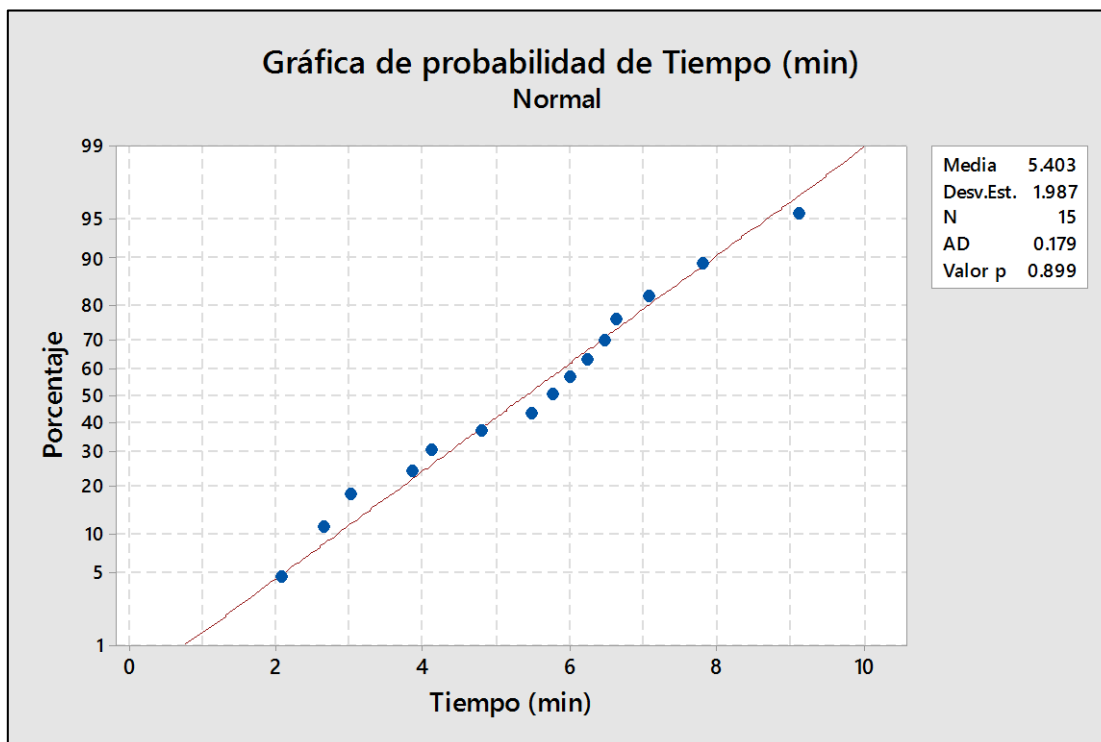
- Tipo de cliente (nuevo, existente...).
- Tipo de trabajo.
- Cantidad.
- Máquina (tiempo).
- Disponibilidad en producción.
- Tipo de acabado.
- Disponibilidad de materiales.
- Tipo de diseño (existente o nuevo).
- Tiempo de entrega.
- Temperatura ambiental.
- Hora del día en que se solicitó el pedido.
- Hora del día en que se realizará el pedido.
- Operario de la máquina.
- Costo total del pedido.
- Calidad esperada.

Apéndice No.4: Pruebas de normalidad para los tiempos de muestreo preliminar.

“Pequeño formato negro”



“Pequeño formato color”



Apéndice No.5: Tiempos de muestreo preliminar.

“Pequeño formato negro”

Observación	Tiempo (min)
1	75
2	40
3	20
4	25
5	40
6	35
7	45
8	75
9	20
10	30
11	35
12	25
13	25
14	40
15	35

“Pequeño formato color”

Observación	Tiempo (min)
1	4.11
2	6.00
3	9.12
4	3.84
5	2.06
6	6.24
7	5.49
8	6.63
9	7.80
10	6.48
11	5.76
12	3.00
13	4.80
14	7.08
15	2.64

Apéndice No.6: Tiempos de muestreo de tiempos completo.

“Pequeño formato negro”

Observación	Tiempo (min)	Observación	Tiempo (min)
16	25	46	80
17	15	47	45
18	25	48	105
19	20	49	60
20	30	50	90
21	50	51	95
22	140	52	70
23	20	53	110
24	20	54	20
25	20	55	100
26	55	56	30
27	30	57	90
28	80	58	55
29	30	59	40
30	25	60	95
31	50	61	90
32	60	62	30
33	70	63	20
34	135	64	25
35	40	65	70
36	100	66	65
37	70	67	145
38	30	68	120
39	20	69	135
40	15	70	70
41	35	71	45
42	15	72	40
43	20	73	90
44	130	74	105
45	55		

“Pequeño formato color”

Observación	Tiempo (min)	Observación	Tiempo (min)
16	5.36	30	3.96
17	11.25	31	4.00
18	2.64	32	6.96
19	6.64	33	19.80
20	4.32	34	4.80
21	5.14	35	3.43
22	4.11	36	3.21
23	2.40	37	3.86
24	6.43	38	9.21
25	7.20	39	11.66
26	4.32	40	7.39
27	2.51	41	6.12
28	9.86	42	3.20
29	5.94		

Apéndice No.7: Tiempos de muestreo de trabajo de tareas de producción.

“Pequeño formato negro”

Hora	Observación	TVA¹³	TNVA¹⁴
08:23:00 a. m.	1	X	
08:30:00 a. m.	2	X	
08:36:00 a. m.	3		X
08:41:00 a. m.	4	X	
08:46:00 a. m.	5		X
08:54:00 a. m.	6		X
09:01:00 a. m.	7	X	
09:04:00 a. m.	8	X	
09:10:00 a. m.	9	X	
09:15:00 a. m.	10	X	
09:23:00 a. m.	11		X
09:29:00 a. m.	12		X
09:32:00 a. m.	13	X	
09:49:00 a. m.	14		X
10:04:00 a. m.	15		X
10:09:00 a. m.	16	X	
10:14:00 a. m.	17	X	
10:20:00 a. m.	18	X	
10:24:00 a. m.	19	X	
10:27:00 a. m.	20	X	
10:35:00 a. m.	21	X	
10:42:00 a. m.	22	X	
10:47:00 a. m.	23	X	
10:50:00 a. m.	24	X	
10:56:00 a. m.	25	X	
11:01:00 a. m.	26	X	
11:09:00 a. m.	27	X	
11:15:00 a. m.	28	X	
11:20:00 a. m.	29		X
11:29:00 a. m.	30	X	
11:33:00 a. m.	31	X	
11:38:00 a. m.	32	X	
11:41:00 a. m.	33		X

¹³ Tarea de Valor Agregado.

¹⁴ Tarea de No Valor Agregado.

“Pequeño formato negro” (continuación)

Hora	Observación	TVA	TNVA
11:46:00 a. m.	34	X	
11:54:00 a. m.	35	X	
12:01:00 p. m.	36	X	
12:10:00 p. m.	37	X	
12:15:00 p. m.	38	X	
12:20:00 p. m.	39	X	
12:24:00 p. m.	40		X
12:28:00 p. m.	41	X	
12:30:00 p. m.	42		X
12:35:00 p. m.	43	X	
01:00:00 p. m.	44		X
01:05:00 p. m.	45		X
01:11:00 p. m.	46	X	
01:18:00 p. m.	47		X
01:22:00 p. m.	48	X	
01:28:00 p. m.	49		X
01:33:00 p. m.	50	X	
01:38:00 p. m.	51		X
01:43:00 p. m.	52		X
01:47:00 p. m.	53		X
01:53:00 p. m.	54		X
01:58:00 p. m.	55		X
02:05:00 p. m.	56	X	
02:09:00 p. m.	57	X	
02:14:00 p. m.	58	X	
02:18:00 p. m.	59	X	
02:24:00 p. m.	60	X	
02:36:00 p. m.	61	X	
02:40:00 p. m.	62		X
02:46:00 p. m.	63		X
02:49:00 p. m.	64		X

“Pequeño formato color”

Hora	Observación	TVA	TNVA
08:36:00 a. m.	1		X
08:50:00 a. m.	2	X	
09:02:00 a. m.	3		X
09:06:00 a. m.	4	X	
09:11:00 a. m.	5	X	
09:24:00 a. m.	6	X	
09:32:00 a. m.	7		X
09:37:00 a. m.	8		X
09:43:00 a. m.	9	X	
09:52:00 a. m.	10	X	
09:58:00 a. m.	11	X	
10:03:00 a. m.	12	X	
10:13:00 a. m.	13		X
10:21:00 a. m.	14	X	
10:31:00 a. m.	15	X	
11:04:00 a. m.	16	X	
11:10:00 a. m.	17	X	
11:16:00 a. m.	18	X	
11:20:00 a. m.	19	X	
11:25:00 a. m.	20	X	
12:12:00 p. m.	21	X	
12:15:00 p. m.	22	X	
12:31:00 p. m.	23		X
12:35:00 p. m.	24	X	
12:56:00 p. m.	25	X	
01:25:00 p. m.	26	X	
01:35:00 p. m.	27	X	
01:55:00 p. m.	28		X
02:05:00 p. m.	29		X
02:30:00 p. m.	30	X	
02:37:00 p. m.	31	X	
02:42:00 p. m.	32	X	
02:47:00 p. m.	33	X	
02:52:00 p. m.	34	X	

“Pequeño formato color” (continuación)

Hora	Observación	TVA	TNVA
02:57:00 p. m.	35		X
03:03:00 p. m.	36	X	
03:09:00 p. m.	37		X
03:14:00 p. m.	38	X	
03:18:00 p. m.	39	X	
03:23:00 p. m.	40	X	
03:27:00 p. m.	41	X	
03:32:00 p. m.	42		X
03:36:00 p. m.	43		X
03:40:00 p. m.	44	X	
03:46:00 p. m.	45	X	
03:51:00 p. m.	46	X	
03:55:00 p. m.	47	X	
04:01:00 p. m.	48	X	
04:05:00 p. m.	49	X	
04:09:00 p. m.	50	X	
04:14:00 p. m.	51	X	
04:19:00 p. m.	52		X
04:25:00 p. m.	53		X
04:31:00 p. m.	54		X
04:36:00 p. m.	55	X	

Apéndice No.8: Combinaciones de las variables de entrada del modelo con su respectivo valor de la variable de salida.

Combinación	Tipo de acabado	Fecha de entrega acordada	Costo total del pedido	Máquina	Prioridad
1	Simple	Corto plazo	Bajo	Negro	Media
2	Simple	Corto plazo	Bajo	Color	Media
3	Simple	Mediano plazo	Bajo	Negro	Baja
4	Simple	Mediano plazo	Bajo	Color	Media
5	Simple	Largo plazo	Bajo	Negro	Baja
6	Simple	Largo plazo	Bajo	Color	Baja
7	Simple	Corto plazo	Medio	Negro	Media
8	Simple	Corto plazo	Medio	Color	Media
9	Simple	Mediano plazo	Medio	Negro	Media
10	Simple	Mediano plazo	Medio	Color	Media
11	Simple	Largo plazo	Medio	Negro	Baja
12	Simple	Largo plazo	Medio	Color	Media
13	Simple	Corto plazo	Alto	Negro	Media
14	Simple	Corto plazo	Alto	Color	Alta
15	Simple	Mediano plazo	Alto	Negro	Media
16	Simple	Mediano plazo	Alto	Color	Media
17	Simple	Largo plazo	Alto	Negro	Media
18	Simple	Largo plazo	Alto	Color	Media
19	Complejo	Corto plazo	Bajo	Negro	Media
20	Complejo	Corto plazo	Bajo	Color	Media
21	Complejo	Mediano plazo	Bajo	Negro	Media
22	Complejo	Mediano plazo	Bajo	Color	Media
23	Complejo	Largo plazo	Bajo	Negro	Baja
24	Complejo	Largo plazo	Bajo	Color	Media
25	Complejo	Corto plazo	Medio	Negro	Media
26	Complejo	Corto plazo	Medio	Color	Alta
27	Complejo	Mediano plazo	Medio	Negro	Media
28	Complejo	Mediano plazo	Medio	Color	Media
29	Complejo	Largo plazo	Medio	Negro	Media
30	Complejo	Largo plazo	Medio	Color	Media
31	Complejo	Corto plazo	Alto	Negro	Alta
32	Complejo	Corto plazo	Alto	Color	Alta
33	Complejo	Mediano plazo	Alto	Negro	Media
34	Complejo	Mediano plazo	Alto	Color	Alta
35	Complejo	Largo plazo	Alto	Negro	Media
36	Complejo	Largo plazo	Alto	Color	Media

Combinación	Tipo de acabado	Fecha de entrega acordada	Costo total del pedido	Máquina	Prioridad
1	0	2	0	0	2
2	0	2	0	1	3
3	0	1	0	0	1
4	0	1	0	1	2
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	1
7	0	2	1	0	3
8	0	2	1	1	4
9	0	1	1	0	2
10	0	1	1	1	3
11	0	0	1	0	1
12	0	0	1	1	2
13	0	2	2	0	4
14	0	2	2	1	5
15	0	1	2	0	3
16	0	1	2	1	4
17	0	0	2	0	2
18	0	0	2	1	3
19	1	2	0	0	3
20	1	2	0	1	4
21	1	1	0	0	2
22	1	1	0	1	3
23	1	0	0	0	1
24	1	0	0	1	2
25	1	2	1	0	4
26	1	2	1	1	5
27	1	1	1	0	3
28	1	1	1	1	4
29	1	0	1	0	2
30	1	0	1	1	3
31	1	2	2	0	5
32	1	2	2	1	6
33	1	1	2	0	4
34	1	1	2	1	5
35	1	0	2	0	3
36	1	0	2	1	4

Apéndice No.9: Datos históricos tomados para la simulación en Arena®.

Muestra	ODT	Tiempo de entrega	Tiempo (min)	Tipo de Acabado	Monto (colones)	Prioridad de la herramienta	Prioridad del experto
1	2	2	10	3	31,527.00	Alta	Alta
2	3	4	2	3	11,648.00	Alta	Media
3	4	4	10	3	146,718.00	Alta	Media
4	5	4	4	3	28,288.00	Alta	Media
5	6	4	10	3	159,744.00	Alta	Media
6	7	4	1	3	4,160.00	Alta	Media
7	8	4	10	3	121,572.00	Alta	Media
8	9	4	6	3	3,536.00	Alta	Media
9	10	4	6	3	73,528.00	Alta	Media
10	12	10	10	3	350,300.00	Media	Baja
11	14	4	10	1	158,426.00	Alta	Media
12	28	10	10	3	25,500.00	Media	Baja
13	34	10	10	7	67,800.00	Media	Baja
14	35	10	10	7	131,452.90	Media	Baja
15	38	10	45	4	51,076.00	Media	Baja
16	59	1	10	3	14,657.23	Alta	Alta
17	60	10	180	1	115,825.00	Media	Baja
18	61	10	2	3	35,595.00	Media	Baja
19	66	10	1	9	99,440.00	Media	Baja
20	67	10	4	3	131,249.50	Media	Baja
21	68	10	2	7	8,870.50	Media	Baja
22	71	10	10	3	41,019.00	Media	Baja
23	73	10	10	1	27,346.00	Media	Baja
24	74	10	15	1	1,004,005.00	Media	Baja
25	77	6	10	3	10,170.00	Alta	Media
26	84	3	10	3	10,170.00	Alta	Alta
27	89	10	65	2	268,375.00	Media	Baja
28	114	0	10	7	17,000.00	Alta	Alta
29	117	4	45	1	41,721.35	Alta	Media
30	118	4	8	3	36,879.20	Alta	Media
31	119	4	10	3	55,804.65	Alta	Media
32	120	4	4	3	32,667.60	Alta	Media
33	121	4	10	3	37,192.75	Alta	Media
34	122	4	10	3	33,283.00	Alta	Media
35	123	4	5	3	46,668.00	Alta	Media
36	124	4	15	1	30,510.80	Alta	Media
37	125	4	10	3	55,266.75	Alta	Media

Muestra	ODT	Tiempo de entrega	Tiempo (min)	Tipo de Acabado	Monto (colones)	Prioridad de la herramienta	Prioridad del experto
38	126	4	10	3	41,310.50	Alta	Media
39	127	4	65	1	31,177.00	Alta	Media
40	137	10	20	4	37,200.00	Baja	Baja
41	138	10	20	5	34,640.00	Baja	Baja
42	139	10	11	4	34,264.00	Media	Baja
43	140	10	20	5	47,028.00	Baja	Baja
44	147	2	10	3	201,309.27	Alta	Alta
45	155	10	20	5	43,132.10	Baja	Baja
46	158	2	10	3	41,215.80	Alta	Alta
47	159	2	25	1	25,216.95	Alta	Alta
48	160	2	6	3	35,292.00	Alta	Alta
49	161	2	10	3	37,334.40	Alta	Alta
50	163	10	10	3	9,040.00	Media	Baja
51	168	1	10	3	141,476.00	Alta	Alta
52	169	10	180	4	67,800.00	Media	Baja
53	171	10	10	7	24,860.00	Media	Baja
54	172	6	5	3	30,227.50	Alta	Media
55	173	4	1	1	5,501.92	Alta	Media
56	175	4	11	1	19,092.72	Alta	Media
57	176	10	65	5	86,512.80	Media	Baja
58	177	4	6	1	36,089.92	Alta	Media
59	178	4	10	3	80,200.00	Alta	Media
60	179	4	30	1	36,760.00	Alta	Media
61	182	10	10	3	11,300.00	Media	Baja
62	183	10	20	5	47,028.00	Baja	Baja
63	184	10	35	5	71,208.00	Media	Baja
64	186	5	9	7	43,805.70	Alta	Media
65	187	5	9	3	30,720.00	Alta	Media
66	188	5	8	3	17,520.00	Alta	Media
67	189	10	30	5	44,598.84	Baja	Baja
68	190	10	4	3	377,900.25	Media	Baja
69	194	1	10	1	14,271.84	Alta	Alta
70	201	1	10	3	19,210.00	Alta	Alta
71	206	9	10	3	58,760.00	Media	Baja
72	213	2	10	3	31,527.00	Alta	Alta
73	9677	10	10	1	107,350.00	Media	Baja
74	9895	10	50	5	71,208.00	Media	Baja
75	9896	10	45	5	55,104.00	Media	Baja
76	9905	10	5	5	16,328.50	Media	Baja

Muestra	ODT	Tiempo de entrega	Tiempo (min)	Tipo de Acabado	Monto (colones)	Prioridad de la herramienta	Prioridad del experto
77	9911	10	7	7	51,000.00	Media	Baja
78	9912	10	7	7	51,000.00	Media	Baja
79	9914	10	30	5	29,100.00	Baja	Baja
80	9915	10	65	5	142,550.00	Media	Baja
81	9916	10	10	3	267,414.50	Media	Baja
82	9917	14	35	6	90,513.00	Media	Baja
83	9918	20	1	3	10,170.00	Baja	Baja
84	9919	10	10	1	19,210.00	Media	Baja
85	9922	10	10	7	35,595.00	Media	Baja
86	9926	7	11	5	37,261.75	Alta	Media
87	9928	10	10	3	30,510.00	Media	Baja
88	9929	10	11	6	45,200.00	Media	Baja
89	9952	10	10	1	26,500.00	Media	Baja
90	9956	10	20	6	46,104.00	Media	Baja
91	9957	10	9	1	301,682.88	Media	Baja
92	9959	10	8	9	131,249.50	Media	Baja
93	9960	10	3	3	158,426.00	Media	Baja
94	9961	10	3	3	45,200.00	Media	Baja
95	9963	10	2	1	16,201.94	Media	Baja
96	9968	10	10	3	24,000.00	Media	Baja
97	9975	2	1	3	13,560.00	Alta	Alta
98	9976	5	9	3	20,340.00	Alta	Media
99	9977	10	1	3	9,040.00	Media	Baja
100	9978	1	10	3	46,273.50	Alta	Alta
101	9979	10	11	4	115,549.28	Media	Baja
102	9986	10	15	6	91,007.94	Media	Baja
103	9993	10	10	3	350,300.00	Media	Baja
104	9996	10	10	3	20,340.00	Media	Baja
105	9998	3	10	3	91,982.00	Alta	Alta

MANUAL DE USUARIO DE LA HERRAMIENTA DE PRIORIZACIÓN DE PEDIDOS

Objetivo del manual:

Con el presente documento se generan los conocimientos básicos para la manipulación de la herramienta elaborada en el software Visual Studio ® y su uso adecuado.

Paso 1: Abrir el archivo ejecutable de la herramienta.

Paso 1: Rellenar espacios.
Paso 2: Dar click en "Mostrar categorías".
Paso 3: Dar click en "Mostrar prioridad".

Seleccionar grado de complejidad

Tipo de acabado

Seleccionar días para la entrega

Tiempo de entrega

Digitar monto total del pedido


Costo total

Digitar tiempo en minutos aproximado

Máquina (tiempo en minutos)

Mostrar categorías

Mostrar prioridad




Paso 2: Ingresar los valores correspondientes en cada uno de los espacios señalados a continuación.

Paso 1: Rellenar espacios.
Paso 2: Dar click en "Mostrar categorías".
Paso 3: Dar click en "Mostrar prioridad".

Tipo de acabado	<input type="text"/>	Seleccionar grado de complejidad
Tiempo de entrega	<input type="text"/>	Seleccionar días para la entrega
Costo total	<input type="text"/>	Digitar monto total del pedido
Máquina (tiempo en minutos)	<input type="text"/>	Digitar tiempo en minutos aproximado

Mostrar categorías

Mostrar prioridad



Nota: rellenar los espacios tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Los espacios donde se digita el dato no se deben escribir letras.
- Digitar los montos lo más cercano posible a lo real (no redondear).

Paso 3: Dar click en el botón de “Mostrar categorías”.

Paso 1: Rellenar espacios.
Paso 2: Dar click en "Mostrar categorías".
Paso 3: Dar click en "Mostrar prioridad".

Tipo de acabado

Tiempo de entrega

Costo total

Máquina (tiempo en minutos)

Mostrar categorías


Mostrar prioridad

Seleccionar grado de complejidad

Seleccionar días para la entrega

Digitar monto total del pedido

Digitar tiempo en minutos aproximado



Paso 4: Dar click en el botón de “Mostrar prioridad”.

Paso 1: Rellenar espacios.
Paso 2: Dar click en "Mostrar categorías".
Paso 3: Dar click en "Mostrar prioridad".

Selecciónar grado de complejidad

Tipo de acabado

Selecciónar días para la entrega

Tiempo de entrega

Costo total


Digitar monto total del pedido

Máquina (tiempo en minutos)

Digitar tiempo en minutos aproximado

Mostrar categorías

Mostrar prioridad



Paso 5: Registrar prioridad del pedido.

Apéndice No.11: Bitácoras.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA

ESCUELA INGENIERIA EN PRODUCCION INDUSTRIAL

PROGRAMA DE VINCULACIÓN EMPRESARIAL

CONTROL DE REUNIONES

ESTUDIANTE: Karen Daniela Sánchez Ramírez

CARNET: 2014009680

EMPRESA: Servicio de Impresos Fénix S.A.

TELEFONO: 2226-1719

ASESOR INDUSTRIAL: Lic. Ricardo Matamoros Hernández

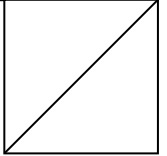
PROFESOR ASESOR: Ing. Dennis Arias Ramírez. MEng

SEMESTRE II 2018

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
ESCUELA INGENIERIA EN PRODUCCION INDUSTRIAL
PROGRAMA DE VINCULACIÓN EMPRESARIAL

REUNION N° 1

FECHA 11/06/2018



LUGAR Servicio de Impresos Fénix S.A.

PUNTOS ANALIZADOS

- Datos generales de la empresa y actividad productiva a la que se dedican.
- Recorrido por la planta.
- Problemática existente en diferentes áreas.
- Puntos de mayor interés para el proyecto.

ASUNTOS PENDIENTES

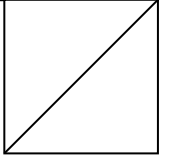
- Plantear anteproyecto.
- Definir el área de impacto del proyecto.
- Aspectos generales de inicio de labores.
- Fechas de entrega de avances.

OBSERVACIONES

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
ESCUELA INGENIERIA EN PRODUCCION INDUSTRIAL
PROGRAMA DE VINCULACIÓN EMPRESARIAL

REUNION N° 2

FECHA 02/07/2018



LUGAR Servicio de Impresos Fénix S.A.

PUNTOS ANALIZADOS

- Inicio del proyecto.
- Departamentos involucrados.
- Modo de recolección de información.
- Meta del proyecto planteada en el anteproyecto.

ASUNTOS PENDIENTES

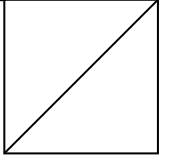
- Metodología a aplicar.
- Recolectar la información inicial.
- Inicio de redacción del primer avance oficial.

OBSERVACIONES

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
ESCUELA INGENIERIA EN PRODUCCION INDUSTRIAL
PROGRAMA DE VINCULACIÓN EMPRESARIAL

REUNION N° 3

FECHA 22/08/2018



LUGAR Servicio de Impresos Fénix S.A.

PUNTOS ANALIZADOS

- Corrección de objetivo general con base a la problemática existente.
- Corrección de los objetivos específicos con respecto al nuevo objetivo general.
- Nuevo enfoque del proyecto.
- Forma de respaldar económicamente el proyecto.

ASUNTOS PENDIENTES

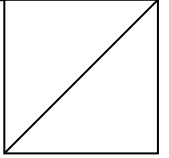
- Entrega de primer avance oficial.

OBSERVACIONES

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA
ESCUELA INGENIERIA EN PRODUCCION INDUSTRIAL
PROGRAMA DE VINCULACIÓN EMPRESARIAL

REUNION N° 4

FECHA 11/10/2018



LUGAR Servicio de Impresos Fénix S.A.

PUNTOS ANALIZADOS

- Posibilidad de utilización de diferentes softwares.
- Datos históricos para determinar reglas de decisión del modelo.
- Características principales de los pedidos por máquina.
- Forma en que se prioriza actualmente.

ASUNTOS PENDIENTES

- Elaboración de propuestas de mejora.
- Elaboración de simulación y plan de implementación.
- Entrega de avance final.

OBSERVACIONES

ANEXOS

Anexo No.1: Referencias sobre compra y capacitación del software LabVIEW®.

	LabVIEW Base	LabVIEW Completo
Desde	\$ 440.00/año	\$ 3,300.00
Seleccione la edición de software	SELECCIONAR	SELECCIONAR
Prueba Gratis	—	—
Diferenciadores clave	<ul style="list-style-type: none"> Recomendado para aplicaciones de medidas de escritorio Incluye controladores de dispositivos para hardware de NI e instrumentos de terceros Incluye matemáticas básicas y procesamiento de señales 	<ul style="list-style-type: none"> Recomendado para matemáticas avanzadas en línea y procesamiento de señales Se requiere para complementos de procesamiento de señales Requerida para hardware FPGA y en tiempo real

Fuente: Tomado de la página web de National Instruments.

1-8 de 8						
Estados o Regiones	Formato	Idioma del Curso	Fecha y Hora de Inicio	Duración del Curso	Créditos para Formación y Capacitación	Precio
	Manuales Impresos del Curso	Español				
En su lugar de trabajo	En Línea	Español	En la fecha y hora de su elección	6 months	1	\$ 340
En su lugar de trabajo	En Línea	Español	En la fecha y hora de su elección	1 year	2	\$ 505
En su lugar de trabajo	En Línea	Español	En la fecha y hora de su elección	1 year	2	\$ 505
En su lugar de trabajo	En Línea	Español	En la fecha y hora de su elección	6 months	1	\$ 340
En línea	En Aula Virtual	Español	22/10/2018 01:00 PM MDT	4 half-days	3	\$ 1,015
En línea	En Aula Virtual	Español	27/11/2018 09:00 AM CET	4 Medios Días	3	\$ 1,015
En línea	En Aula Virtual	Español	10/12/2018 01:00 PM MST	4 half-days	3	\$ 1,015

Fuente: Tomado de la página web de National Instruments.

Anexo No.2: Referencias sobre compra de hardware computacional.

<p>COMPUTADORA DELL INSPIRON</p> <p>SKU: 28621</p>  <p>€899,990.00</p> 	<p>COMPUTADORA HP 20- C205LA AIO</p> <p>SKU: 29576</p>  <p>€279,990.00</p> 
--	---

<p>COMPUTADORA HP 24- G202LA AIO</p> <p>SKU: 29578</p>  <p>€489,990.00</p> 	<p>COMPUTADORA DELL 3275 M66TJ (AMD A6.4GB.1TB)</p> <p>SKU: 31665</p>  <p>€354,990.00</p> 
--	--

COMPUTADORA DELL
3275 JT69Y (AMD
A9,8GB,1TB)
SKU: 31666



€483,990.00



Fuente: Tomado de la página web de Office Depot.

Anexo No.3: Referencias sobre compra del software Visual Studio®.




Visual Studio Professional 2017
€399.758

[Agregar al Carrito](#)

Descripción
Herramientas y servicios de desarrollo profesionales para crear aplicaciones para cualquier plataforma. Colabore fácilmente y aumente la productividad tanto si trabaja por su cuenta como con un equipo pequeño.

Fuente: Tomado de la página web de Microsoft.

 Próximos Cursos Visual Studio

Curso	Fecha	Precio del Curso [A distancia / Presencial]
Visual Studio with VB.Net - San José - Plaza Roble Las Terrazas	Mar, 2018-12-18 09:30	4,475USD / 5,551USD

Fuente: Tomado de la página web de NobleProg.

Anexo No.4: Referencias sobre compra de estanterías para la propuesta de organización de los sobres de trabajo.



Fuente: Tomado de la página web de Office Depot.

CODIGO
182138



 **Tecnimuebles**
La Fabrica de Soluciones

Estante Metálico

A. Uno (01) Estante Metálico con las siguientes características

- Código: 182138.
- Fabricado en Metal.
- Medidas: 2 metros de Altura x 0.92 de Frente x 38 cms de Fondo.
- 5 bandejas.

Precio unitario (¢62.000.00) colones + I.V

Precio total (¢73.450.00) colones I.V.I

Fuente: Tomado de la página web de Tecnimuebles y de correo proporcionado por Alberth Chavarría, asesor de cotizaciones de la empresa.



EXHIBIDOR CROMADO 5 NIVELES 45x91x180 CM
Código: EEXKIT5
Categoría(s):

Contenido no disponible

Producto con **15.00% de descuento**

Precio: ~~₡52,884.00~~ **ivi**

Precio de oferta: : **₡45,865.00** **ivi**

Cantidad:

Agregar a su orden

Fuente: Tomado de la página web de Vértice.