



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**DISEÑO DE APLICATIVO EN EXCEL PARA LOS PROCESOS
DE PLANEACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN DE ALAMBRE DE LA
EMPRESA ALGAMAR S.A.**

Autor(es)

Julian Andres Castro Castro

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial.

Medellín, Colombia

2019



DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

DISEÑO DE APLICATIVO EN EXCEL PARA LOS PROCESOS DE PLANEACIÓN,
SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN DE
ALAMBRE DE LA EMPRESA ALGAMAR S.A.

Julian Andres Castro Castro

Informe de práctica o monografía o investigación o tesis o trabajo de grado como requisito

para optar al título de:

Ingeniero Industrial.

Asesores (a) o Director(a) o Co- Directores(a).

Claudia Sofía Correa Puerta

Profesional en Ingeniería Industrial

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial.

Medellín, Colombia

2019.

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Resumen

La sección de alambre de la empresa Algamar S.A. está en un periodo de transición en su distribución de planta, por lo tal, es necesario la construcción de un sistema que adapte el proceso de la planeación de la producción a dicha distribución.

Para ello, en primer lugar, se analizó la situación del proceso de planeación de la producción. Luego se realizó la identificación de las necesidades y expectativas que se tenían con la nueva distribución y se adaptó un nuevo proceso para la planeación de la producción, este procedimiento sirvió como base para la creación del requerimiento funcional, en donde, se plasmaron los objetivos, el alcance, los beneficios y la arquitectura requerida con la que debería contar el aplicativo.

Una vez establecido el requerimiento funcional se procedió a la identificación de las variables que incluiría el aplicativo, posteriormente se diseñaron las interfaces de las hojas y formularios, se codificaron los módulos que iban hacer funcionar el aplicativo y finalmente se diseñaron y construyeron las bases de datos de donde se alimenta el sistema. Luego de tener el desarrollo del aplicativo completo, se procedió a la realización de las pruebas funcionales y técnicas, estas pruebas arrojaron algunos errores de codificación que fueron solucionados y finalmente luego de aprobar las pruebas el aplicativo fue avalado por parte del jefe de sección y la jefa de mejoramiento continuo.

El paso siguiente fue la estructuración de la documentación, este procedimiento se llevó a cabo por medio de dos guías: Una guía funcional en donde se indica el paso a paso

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

para poder programar la producción y una guía técnica que explica la solución de algunos de los errores que se pueden presentar. Al tener el aplicativo corregido y documentado, se programaron las capacitaciones con el personal a cargo del aplicativo, las capacitaciones dieron como resultados una serie de retroalimentaciones que fueron estudiadas y añadidas al aplicativo con la aprobación del jefe de sección y la jefa de mejora continua.

Al finalizar la adaptación de las retroalimentaciones recogidas de las capacitaciones y de las pruebas en el aplicativo, se procedió a poner a funcionar el aplicativo con órdenes reales de producción, a estas órdenes se les realizó un procedimiento de seguimiento durante los meses de abril y mayo en el que se encontró que la información brindada por el aplicativo se acerca en gran medida a la información esperada en planta y que con una buena calibración del aplicativo, este se puede adaptar a las diferentes situaciones que puedan llegar a suceder en el día a día (Problemas con materia prima, fallas en maquinaria, entre otros).

Luego de adaptar todas las retroalimentaciones recogidas en las pruebas y las capacitaciones y de un seguimiento al aplicativo de un mes y medio, se concluyó que el aplicativo se comporta de una manera acorde a la realidad y que cumple con los requerimientos y necesidades establecidos en el requerimiento funcional definido.

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Contenido

Introducción	1
1. Objetivos	3
1.1 Objetivo general	3
1.2 Objetivos específicos	3
2. Planteamiento del problema.....	5
3. Marco Teórico	6
3.1 Automatización de procesos.....	6
3.2 Mejoramiento continuo	6
3.2.1 Definición.....	6
3.2.2 Actividades que se realizan en un PHVA	7
3.2.3 Beneficios del ciclo PHVA	8
3.3 Requerimiento funcional	8
3.3.1 ¿Qué es un requerimiento funcional?.....	8
3.3.2 Elementos de un requerimiento funcional.....	9
3.3.3 Importancia de definir un requerimiento funcional	9
3.3.4 Técnicas para el levantamiento y análisis del requerimiento funcional .	10
3.4 Plan agregado de producción.....	11
3.5 Plan maestro de producción.....	12
3.6 Plan de requerimiento de materiales.....	13

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

3.7	Teoría de restricciones.....	15
3.7.1	¿Qué es la teoría de restricciones?	15
3.7.2	Principios básicos.....	16
3.8	Teoría de colas.....	17
3.8.1	Definición.....	17
3.8.2	Objetivos de la teoría de colas.....	18
3.8.3	Elementos y características existentes en un modelo de colas	18
3.8.4	Notación principal de sistemas de colas.....	19
3.8.5	Procesos de Poisson y distribución exponencial	20
3.8.6	Distribución estadística en la teoría de colas.....	22
3.9	Macros en Visual Basic para aplicaciones en Excel.....	22
3.10	Pruebas.....	23
3.10.1	Definición.....	23
3.10.2	Finalidad.....	23
3.10.3	Principios.....	24
3.10.4	¿Cómo se construyen?.....	25
3.10.5	Tipos de pruebas.....	25
4.	Metodología.....	27
4.1	Diagnostico situación actual.....	27
4.1.1	Realización inducción por parte del aprendiz anterior	27

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

4.1.2	Conocimiento de los procesos de planeación, seguimiento y control de la producción.	28
4.1.3	Estructuración y aprobación de modificaciones al proceso de la planeación, seguimiento y control de la producción.....	29
4.2	Requerimiento funcional	29
4.2.1	Realizar reunión con jefe de la sección de Alambre y jefa del departamento de mejoramiento continuo para definición del objetivo del requerimiento	30
4.2.2	Realizar requerimiento funcional principal.....	30
4.3	Desarrollo del aplicativo.....	31
4.3.1	Identificación de variables	31
4.3.2	Diseño de interfaces	32
4.3.3	Diseño de formularios.....	32
4.3.4	Codificación de módulos y formularios requeridos	33
4.3.5	Creación de bases de datos.....	33
4.4	Pruebas técnicas y funcionales al aplicativo.....	34
4.4.1	Realización de la prueba técnica	34
4.4.2	Realización de la prueba funcional	35
4.5	Documentación del aplicativo	36
4.5.1	Realización guía funcional.....	36
4.5.2	Realización guía técnica.....	37

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	
4.6 Capacitación personal a cargo	38
4.6.1 Capacitación funcional del aplicativo	38
4.6.2 Capacitación técnica del aplicativo	39
4.7 Seguimiento al aplicativo	40
5. Resultados y análisis	41
5.1 Diagnóstico de la situación actual	41
5.1.1 Proceso actual.....	41
5.1.2 Proceso propuesto	43
5.2 Requerimiento funcional	45
5.3 Desarrollo del aplicativo.....	46
5.3.1 Variables del aplicativo	46
5.3.2 Diseño de interfaces	48
5.3.3 Diseño de formularios	52
5.3.4 Codificación de formularios y hojas	58
5.3.5 Creación bases de datos	60
5.4 Pruebas.....	61
5.4.1 Prueba técnica	61
5.4.2 Prueba funcional.....	62
5.5 Documentación.....	63
5.5.1 Guía funcional.....	63

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	
5.5.2 Guía técnica.....	65
5.6 Capacitaciones	67
5.6.1 Capacitación funcional.....	67
5.6.2 Capacitación técnica.....	68
5.7 Seguimiento	69
6. Conclusiones	72
7. Referencias Bibliográficas	74

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Lista de tablas

Tabla 1 Variables que influyen en el proceso de la planeación de la producción..... 47

Tabla 2 Seguimiento del aplicativo durante abril y una parte de mayo..... 70

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Lista de figuras

<i>Figura 1</i> Diagrama del proceso actual de la planeación, seguimiento y control de la producción mensual de la sección de Alambre. Elaboración propia. Fecha de elaboración:30 de noviembre del 2018.....	42
<i>Figura 2</i> Diagrama del proceso actual de la planeación, seguimiento y control de la producción mensual de la sección de Alambre. Creación propia. Fecha de elaboración:5 de noviembre del 2018	44
<i>Figura 3</i> Interfaz plan agregado de producción. Elaboración propia. Fecha de elaboración: 17 de diciembre del 2018.	49
<i>Figura 4</i> Interfaz plan maestro de producción (MPS). Elaboración propia. Fecha de elaboración:18 de diciembre del 2018.	50
<i>Figura 5</i> Interfaz del plan de materiales requerido (MRP). Elaboración propia. Fecha de elaboración:19 de diciembre del 2018.	50
<i>Figura 6</i> Interfaz de la hoja de indicadores y estadísticas. Elaboración Propia. Fecha de elaboración:20 de diciembre del 2018.	51
<i>Figura 7</i> Interfaz hoja ordenes de producción. Elaboración propia. Fecha de elaboración:21 de diciembre del 2018.	52
<i>Figura 8</i> Interfaz formulario iniciar sesión. Elaboración propia.....	53
<i>Figura 9</i> Interfaz formulario configuración. Elaboración propia	54
<i>Figura 10</i> Interfaz formulario iniciar ingreso ordenes plan agregado	55
<i>Figura 11</i> Interfaz formulario ingreso ordenes plan maestro inicio de mes	55
<i>Figura 12</i> Interfaz formulario ingreso orden plan maestro transcurso	56

DISEÑO DE UN APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Figura 13 Interfaz formulario menú principal. Elaboración propia.

Fecha de elaboración: 28 de diciembre del 2018..... 57

Figura 14 Interfaz formulario menú seguimiento y control.

Elaboración propia. Fecha de elaboración: 28 de diciembre del 2018. 58

Figura 15 Ejemplo de muestra de guía funcional de aplicativo. Elaboración propia ... 64

Figura 16 Ejemplo de muestra de la guía técnica del aplicativo. Elaboración propia. 66

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Introducción

El mundo empresarial día a día va cambiando y evolucionando, esto genera la necesidad de que las empresas también vayan avanzando en el mismo camino y ritmo, el no hacerlo podría representar quedar en el recuerdo de los usuarios, para lograr esto las compañías deben enfocar su dirección no solo al proceso de planeación estratégica y/o misional; sino también a una adecuada planeación productiva.

Algamar S.A. es una empresa del sector metalmecánico que se dedica a la producción y comercialización de muebles de exhibición, parrillas y entrepaños de estufas. La empresa cuenta con cinco secciones de trabajo productivo, este proyecto está enfocado en la sección de alambre, dicha sección está en un proceso de transición en su distribución de planta, por lo cual el proceso de planeación debe ser modificado y adaptado a esta nueva distribución dado que su sistema ERP actual no es capaz de programar la producción con la nueva distribución, por lo tanto, el objetivo se centra en el diseño de un aplicativo que adapte dicho proceso a la nueva distribución.

Dicho aplicativo es diseñado y codificado en Excel con ayuda de la herramienta Visual Basic para aplicaciones y está basado en el requerimiento funcional establecido con la empresa, este aplicativo cuenta con dos módulos, el primero contiene la planeación de la producción del mes a producir y segundo el seguimiento y control de la producción planificada. Al finalizar el desarrollo del aplicativo, se le realizaron pruebas funcionales y técnicas, al igual que la documentación funcional y de su arquitectura, posteriormente se

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

capacitan al personal encargado de manejarlo y finalmente se le realiza un seguimiento para verificar que el aplicativo se comporte de acuerdo a lo esperado. En el proceso del desarrollo del aplicativo, se presentaron diversas dificultades, entre las que se encuentran la falta de información (tiempos de producción, velocidad de salida, entre otros) de algunas referencias, la alta variabilidad de los procesos en algunas de las referencias principales y análisis erróneo inicial de la zona de conformadoras para la programación del aplicativo.

La contribución de este proyecto a la empresa fue brindar una herramienta al jefe de sección de alambre y a sus supervisores, con la que pudieran realizar una correcta planificación, seguimiento y control de la producción mensual que se adaptara a la nueva distribución en planta que se está construyendo.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar e implementar una aplicación en Excel que permita adaptar el proceso de la planeación de la producción a la nueva distribución de planta que se está llevando a cabo en la sección de alambre de la empresa Algamar S.A. buscando la automatización del proceso de la planeación de la producción, afinidad entre el aplicativo y los encargados de usarla y brindar herramientas necesarias para el correcto seguimiento y control de la sección de trabajo.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual para conocer el procedimiento de la planeación de la producción de la sección de alambre de la empresa Algamar S.A., para identificar las necesidades y expectativas que se tienen con la nueva distribución de planta.
- Definir un requerimiento funcional, con el fin de precisar el alcance del desarrollo y funcionalidades que incluirá el aplicativo con respecto a la generación del Plan agregado, plan maestro y plan de requerimientos, como herramientas se hará uso de la teoría de restricciones y teoría de colas.
- Desarrollar una solución que cumpla con el alcance y funcionalidades establecidas en el requerimiento funcional.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- Realizar pruebas técnicas y funcionales de la aplicación con la finalidad de validar el cumplimiento del alcance y funcionalidades definidas en el requerimiento, igualmente se considerará la retroalimentación de los usuarios y se evaluará el tiempo de procesamiento del aplicativo para implementar mejoras en los casos que sea necesario y de este modo cumplir con la calidad del desarrollo.
- Realizar la documentación del aplicativo por medio de una guía funcional que explicara paso a paso al usuario final el uso del aplicativo y una guía técnica en la cual se explicarán los elementos del desarrollo (Códigos y formularios), su instalación y solución a problemas que puedan presentar en el funcionamiento del aplicativo.
- Realizar capacitaciones en el uso del aplicativo para el usuario funcional y el analista de tecnología que estarán encargados del aplicativo con la finalidad de que se le dé el uso adecuado al aplicativo, así como su mantenimiento técnico.
- Realizar seguimiento a la solución implementada con el fin de revisar y verificar que el aplicativo está siendo utilizado de manera correcta y que está funcionando de la manera pactada en el requerimiento.

2. Planteamiento del problema

Este proyecto estará enfocado en la empresa Algamar S.A. la cual está ubicada en el municipio de Itagüí. Esta empresa lleva en el mercado cerca de 50 años, siendo una de las marcas líderes del sector de muebles de exhibición, teniendo clientes como Justo y bueno, D1, Haceb, Challenger, entre otros. Algamar actualmente cuenta con cinco secciones de trabajo productivo: Alambre, cerrajería, diseño, lámina y ensamble.

El proyecto se va a desarrollar en la sección de Alambre, ya que dicha sección está en un periodo de transición de una distribución en planta por procesos a una distribución en planta por células o líneas de trabajo, por lo tal el proceso de planeación de la producción debe ser modificado y adaptado a la nueva distribución.

Actualmente, el proceso de planeación de la producción se debería realizar por medio del software Resource, pero el jefe de sección y los supervisores encargados, han manifestado que no tienen afinidad con el software, dado que no cumple con las necesidades de la operación, por lo anterior prefieren realizar dicho proceso de una manera empírica, se evidencia que el proceso de planeación es manual y está centralizado en el jefe de sección, lo cual representa un riesgo, esto debido a que el procedimiento y las variables para la planeación de la producción son de conocimiento de una sola persona y el seguimiento y control de la sección se hace tedioso.

3. Marco Teórico

3.1 Automatización de procesos

Según la Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas la automática es el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución completa o parcial del operario en tareas físicas programadas, por lo tal, la automatización es la aplicación de la automática en los procesos industriales (Ponsa & Villanova,2005).

Por su parte, un proceso es una secuencia ordenada de actividades repetitivas cuyo producto tiene valor intrínseco para su usuario o cliente (Pérez, 2009), entendiendo valor como todo lo que aprecia el cliente a la hora de recibir el producto. Los procesos se subdividen en actividades y estas en tareas, esto con la finalidad de poder analizar más a detalle cada proceso.

Por lo tal, la automatización de procesos se refiere al proceso de sustitución o cooperación del operario con la tecnología en las diferentes actividades y/o tareas que se presentan en los procesos industriales.

3.2 Mejoramiento continuo

3.2.1 Definición

Según la NTP-ISO 9000:2001 citado por García, Quispe & Páez. (2003a, p. 92), Mejora continua es una "Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

requisitos, siendo los requisitos la necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria".

La gestión de la mejora continua es desarrollar las diferentes actividades encargadas aprovechando al máximo los recursos humanos, técnicos, materiales, etc., con los que cuenta la empresa. Para esto es necesario utilizar el ciclo PHVA, este ciclo está ligado a la planificación, implementación, verificación y control de los procesos y actividades a desarrollar (García, Quispe & Páez, 2003b).

3.2.2 Actividades que se realizan en un PHVA

Tal y como se dijo anteriormente el ciclo PHVA se divide en 4 actividades principales: Planear, hacer, verificar y controlar. La etapa de planeación tiene actividades como el establecimiento de objetivos, metas, políticas, programas, presupuestos, estrategias con las que se busca cumplir estos objetivos, entre otras. Por su parte, la etapa de hacer tiene como principal actividad la ejecución de las actividades planeadas anteriormente. La etapa de verificación, es la encargada de realizar el seguimiento y la medición de las actividades que se están o que se ejecutaron en la etapa de hacer, en el que se busca comparar y documentar las desviaciones de los objetivos establecidos en la planeación con la realidad. Por último, la etapa de control son las acciones que se deciden realizar para mejorar los procesos y/o actividades, basado en los resultados de la etapa de verificación (Colorado, 2009).

3.2.3 Beneficios del ciclo PHVA

La implementación del ciclo PHVA en los procesos de las empresas trae consigo una serie de beneficios, entre los cuales se encuentra: Mejora del desempeño laboral de los empleados, cultura organizacional enfocada en los objetivos organizacionales, mejoramiento en los procesos internos, mayor velocidad en la transmisión de la información, cumplimiento de objetivos, reducción de costos, atención a debilidades y fallos de manera continua, identificación de problemas, establecimiento de medidas preventivas, entre otras (Robles, 2013).

3.3 Requerimiento funcional

3.3.1 ¿Qué es un requerimiento funcional?

La ingeniería de requerimientos tiene como finalidad la definición del comportamiento del sistema, es decir, de lo que se desea desarrollar. Tiene como objetivo principal la definición clara, consistente y compacta de las especificaciones que definen en comportamiento del sistema (Objetivo, alcance, restricciones, especificaciones) con el fin de minimizar al máximo los errores que se pueden llegar a presentar en los aplicativos a programar (Ferraro, Medina, Dapozo & Estayno, 2013). En la ingeniería de requerimientos el requerimiento funcional se define como

El que define las funciones que el sistema será capaz de realizar, describe las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas. Es importante que se describa el ¿Qué? y no el ¿Cómo? se deben

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

hacer esas transformaciones. Estos requerimientos al tiempo que avanza el proyecto de software se convierten en los algoritmos, la lógica y gran parte del código del sistema (Arias, 2006a, p. 3).

3.3.2 Elementos de un requerimiento funcional

Según Business Analysis Body of Knowledge (2015) Los requerimientos funcionales son las descripciones explícitas del comportamiento que debe tener la solución al ejecutarse y que información debe manejar. Para poder lograr que la solución al ejecutarse sea lo más aproximado al requerimiento, éste debe incluir ciertos elementos. Algunos de los elementos que se deben tener en cuenta en estos requerimientos son: El nombre del requerimiento, el proceso y el área en donde se va a aplicar la solución, las definiciones tanto técnicas como funcionales de que debe realizar el aplicativo, el objetivo, el alcance al que se quiere llegar, los beneficios de implementarlo, los riesgos de no realizarlo y el diagrama del proceso que se va a ver impactado con la solución. Toda esta información se obtiene entre reuniones con el cliente y/o usuarios y con los desarrolladores, dejando todo esto expresado en actas de reunión de requerimientos con los elementos definidos (Arciniegas, Fernández, Hormiga, Tulande, Urbano & Collazos, 2009).

3.3.3 Importancia de definir un requerimiento funcional

Herrera (2003) citada por Arias (2006b) expresa que luego de llevar una adecuada ingeniería de requerimientos y por lo tal la definición de un requerimiento funcional se

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

obtienen los siguientes beneficios: Gestionar las necesidades del proyecto en forma estructurada, mejorar la capacidad de planteamiento de un cronograma, disminuir los costos y retrasos del proyecto, mejorar la calidad de la solución y evitar al máximo los rechazos de los usuarios finales. Con base en estos beneficios se puede decir que realizar el requerimiento funcional conlleva a entregar un proyecto mucho más cercano a lo esperado por el cliente y a brindar la mayor calidad posible.

3.3.4 Técnicas para el levantamiento y análisis del requerimiento funcional

Existen diversas técnicas que son utilizadas en la ingeniería del requerimiento. Entre estas se encuentran las entrevistas y cuestionarios, las cuales son empleadas para reunir información acerca de lo que se quiere alcanzar con el desarrollo, estos son aplicados a usuarios que van a ser permanentes del aplicativo o al personal que se va a ver afectado directamente. Otra de las técnicas es el sistema existente, el cual trata de construir el nuevo aplicativo sobre algún sistema similar ya desarrollado. Por ejemplo: Interfaces de usuario, información manejada, salidas definidas, etc. La tercera técnica es la lluvia de ideas, con esto se busca generar la mayor cantidad de definiciones dentro del requerimiento, en primera instancia no se analizan la calidad de las ideas, sino hasta tener una buena cantidad de definiciones se depuran las que no son necesarias o son inalcanzables. Otra técnica son los prototipos, esto se utiliza cuando el requerimiento no es lo suficientemente claro o está en un estado de ambigüedad y pueden llevar a un desarrollo no eficaz de la solución, por lo tal se realiza un prototipo y se le realiza una prueba funcional en donde se recoge las retroalimentaciones que deje el usuario. La última de las técnicas son los casos de uso, los

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

casos de uso se utilizan para describir la posible secuencia de interacciones entre el sistema y los actores, se realiza una breve narración de las diferentes situaciones que se pueden presentar y se describen las acciones que se debería hacer en cada caso (Arias, 2006b).

3.4 Plan agregado de producción

El plan agregado de operaciones tiene como propósito principal especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de fuerza de trabajo e inventario a la mano. El índice de producción se refiere al número de unidades terminadas por unidad de tiempo, el nivel de fuerza de trabajo es el número de trabajadores necesario para la producción y el inventario a la mano es el inventario no utilizado que quedó del periodo anterior (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009a). En el caso de que la fuerza de trabajo sea incapaz de cubrir la demanda del mercado se pueden tomar diversas decisiones, como, por ejemplo: contratar nuevo personal temporal, pagar horas extras a los operarios actuales, subcontratar, etc.

Welsch (2005) citado por Solar, Chacón & Ponce (2008) dice que un plan agregado de producción no tiene como objetivo determinar cantidades precisas y tiempos de producción reales en el periodo presupuestado, si no que busca representar las derivaciones de volumen planificado en las ventas para el volumen proyectado de producción, teniendo en cuenta variable como capacidad de planta, de materiales y de componentes directos, como compras, mano de obra y gastos indirectos de fabricación. Teniendo como principal objetivo representar la media global de producción de una compañía.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

El plan agregado de operaciones tiene diversas entradas tanto externas como internas, algunas de las externas son: Demanda del mercado, condiciones económicas, disponibilidad materias primas, comportamiento de los competidores y capacidad externa, estas están caracterizadas por el hecho de que se encuentran fuera de control de la empresa. Por su lado, las entradas internas son: capacidad física actual, fuerza de trabajo actual, nivel de inventario y las actividades requeridas para la producción, estas son manejadas y controladas por la empresa. El plan agregado de operaciones tiene como una de sus finalidades proveer al plan maestro de producción.

3.5 Plan maestro de producción

El plan maestro de producción también conocido como MPS es una decisión operativa de la dirección respecto a los artículos y cantidades que deben ser fabricados en el siguiente periodo de planificación, teniendo en cuenta capacidades de producción y tiempos de entrega (Torre, 2005).

Este plan consiste en fijar los planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinando así su inicio y su fin. Estos se trabajan en la mayoría de los casos con la producción y la carga horas-hombre que suministra el plan agregado de operaciones. Este plan busca cumplir objetivos como: Entrega en los tiempos establecidos con el cliente, reducir al mínimo el inventario, maximizar productividad y servicio al cliente, minimizar tiempos de preparación, entre otros.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

El plan maestro de producción tiene una parte frontal y una parte terminal. La parte frontal son las entradas que posee el MPS, está compuesta por la demanda de los productos, ya sea por medio de pronósticos o demanda real del producto final, por la capacidad preliminar estimada y/o por el plan agregado dependiendo si se dispone de él. Por su parte la parte terminal en que otros planes sirve de entrada el MPS, dicha parte está compuesta por el plan de requerimientos de materiales (MRP) y el plan detallado de la capacidad, posterior a estos dos planes se desarrollan los planes de materiales, los planes de compra, las órdenes del taller y el control de la planta (Sipper & Bulfin, 1998).

3.6 Plan de requerimiento de materiales

El plan de requerimiento de material (MRP) es un método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final, adicional a esto el MRP también proporciona un plan donde se especifica cuando y cuanto hay que producir o pedir estos materiales, piezas y componentes (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009b).

Las entradas de las cuales se abastece el plan de requerimientos se definen a continuación

Un plan de requerimientos de materiales (MRP) transforma un Plan Maestro de Producción (MPS) en un programa detallado de necesidades de materiales y componentes requeridos para la fabricación de los productos

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

finales utilizando, para ello, las listas de materiales (Mula, Poler & García, 2005a, p. 3).

El MRP tiene sus bases en una demanda dependiente, ya que depende de la cantidad de productos se pidan al mes para saber cuántas cantidades de materiales hay que producir y cuando hay que producirlas y en una programación hacia atrás de necesidades (Mula, Poler & García, 2005b). El MRP trabaja bajo el modo de trabajo empujar o push, ya que el programa generado por el plan de requerimiento provoca el inicio de los procesos de producción planificados en el plan maestro de producción para satisfacer las fechas de entrega pactadas con el cliente (Alma, 2005).

El plan de requerimiento de materiales cuenta con 3 principales elementos o entradas las cuales son: El plan maestro de producción (MPS), el cual nos da las cantidades a producir, así como los periodos de tiempo que se han calculado para poder producirlos. El archivo de la lista de materiales (BOM), está nos da la estructura de las piezas que son necesarias para fabricar el material requerido por el MPS; así como los elementos necesarios para fabricar una unidad de material, esta información suele estar registrada en un árbol en donde el nodo raíz representa el artículo que se describe, saliendo desde allí los demás nodos que van a ser sus componentes, en cada uno de los nodos se indica el nombre del componente y el número de unidades necesarias para fabricar una sola unidad del material. El último de los elementos es el archivo con los registros de los inventarios, en el cual se colocan el nivel actual de cantidades existentes (sí existen), el nivel del inventario de seguridad, el tamaño mínimo de los lotes que entrega el proveedor, el lead time y el tiempo de fabricación (Medina, Nogueira & Negrín, 2002).

3.7 Teoría de restricciones

3.7.1 ¿Qué es la teoría de restricciones?

La teoría de restricciones (TOC) es una metodología al servicio de la gerencia que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados de manera lógica y sistemática, contribuyendo a garantizar el principio de continuidad empresarial (Aguilera, 2000). Adicional se encontró una definición que complementa lo anterior.

La teoría de restricciones (TOC) enseña de una forma ordenada y de sentido común cómo lograr un mejoramiento continuo y visible en términos de utilidades, administrando el recurso más débil (la restricción) que exista en cualquier organización para convertirlo en una ventaja (Gonzales, Ortegón & Rivera, 2003a, p. 29).

Existen diversos tipos de restricciones que se pueden presentar en una empresa, entre las más comunes se encuentran: Las restricciones de manufactura, las cuales se refieren a limitaciones con capacidad de producción. Las restricciones de mercado, cuando la demanda del mercado es menor que la capacidad de la empresa. Restricciones de materiales, se refieren a cuando el suministro y la calidad de los materiales impiden con el cumplimiento de la demanda. Las restricciones logísticas, las cuales son problemas en el flujo adecuado del producto desde la materia prima hasta el cliente final. Y por último las restricciones de políticas, que son las formas de actuar, medir y las diferentes costumbres

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

que se encuentren en la empresa y puedan obstaculizar el mejor desempeño posible (Gonzales, Ortegón & Rivera, 2003b).

La teoría de restricciones postula que estas diversas restricciones identificables (Restricciones físicas, de mercado y políticas), deben ser percibidas, identificadas y controladas por la administración de tal forma que se puedan utilizar los recursos asociadas a estas de la mejor manera posible (Abisambra & Mantilla, 2008).

3.7.2 Principios básicos

La teoría de restricciones funciona bajo el principio DBR (Drum, buffer, Rope), en donde, Drum (tambor), es la restricción física de la planta, el resto de restricciones deben seguir el ritmo del tambor. Buffer(amortiguador), es el resguardador del tambor, asegurando que siempre tenga trabajo. Rope (Cuerda), es el mecanismo mediante los puestos de trabajo aleñado jalan el material a través de producción. Este principio trabaja bajo un sistema de jalado, en el cual se libera el material en función del requerimiento del cuello de botella, por medio de la implantación de amortiguadores se llega a lograr que no existan los tiempos muertos en las restricciones no tambores y que los pedidos se entreguen en las fechas comprometidas con los clientes. (Guzmán, Vásquez, Albertón & Jaime, 2008).

El principio de DBR trabaja en un ciclo que, Según Villagómez, Viteri & Medina (2012) está compuesto por cinco pasos: El primero de ellos es la identificación de la

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

restricción o cuello de botella del sistema esto con la finalidad de identificar a cuál de las actividades, procesos o recursos se va a atacar. El segundo paso es el decidir en cómo se va a explotar la restricción del sistema, este paso hace referencia a la definición del método con el que se va a trabajar la restricción seleccionada buscando la mayor producción posible. El tercer paso hace referencia a subordinar todas las actividades del sistema a la decisión anterior, elevar las demás restricciones al nivel de la restricción seleccionada (tambor). El cuarto paso es elevar las restricciones del sistema, esta hace referencia a politizar las restricciones. Por último, se realiza la implementación y el análisis posterior, si se encuentra que existe una nueva restricción o se eliminó alguna en el sistema se vuelve al paso 1.

3.8 Teoría de colas

3.8.1 Definición

Según Singer, Donoso y Scheller-Wolf (2008, p. 93) “La teoría de colas estudia el comportamiento de los sistemas de atención sujetos a diferentes condiciones de funcionamiento, en que los clientes a veces deben esperar por el servicio”.

Además, otro autor comenta que

La teoría de colas es el estudio matemático del comportamiento de líneas de espera. Esta se presenta, cuando los “clientes” llegan a un “lugar” demandando un servicio a un “servidor”, el cual tiene una cierta capacidad de atención. Si el servidor no está disponible

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

inmediatamente y el cliente decide esperar, entonces se forma la línea de espera. (Cazorla, 2014a, p. 34).

3.8.2 Objetivos de la teoría de colas

La teoría de colas tiene como objetivo el estudio y análisis de situaciones en las que existen clientes que demanda un servicio, a tal punto que llega el momento en el que no puede cubrirse por completo la demanda y se presentan esperas y colas (Cao, 2002a).

Por su parte, otro autor plantea que

Los objetivos de la teoría de colas consisten en: Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza el costo global del mismo, evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema tendrían en el coste total del mismo, establecer un balance optimo entre las consideraciones cuantitativas y las cualitativas y generar una consideración acerca del tiempo de permanencia en el sistema o en cola de los clientes. (Cazorla, 2014b, pp. 38-39).

3.8.3 Elementos y características existentes en un modelo de colas

En un modelo de colas se utilizan 6 principales características o elementos para su descripción adecuada. El primero de estos es el patrón de llegada de los clientes, este se

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

refiere al tipo de distribución que se les asocia a los clientes que van entrando al sistema, en sistema habituales esta llegada es estocástica, es decir que dicha llegada depende de una variable aleatoria. El segundo elemento son los patrones de servicio de los servidores, este se refiere al tipo de distribución probabilística que se le debe asociar al tiempo de servicio de los servidores, este tiempo puede variar dependiendo el tipo de atención que se le preste al cliente (lote o individual). El tercero de los elementos es la disciplina de cola, la cual es la manera en que los clientes se ordenan en el momento de ser servidos de entre los de la cola, es decir que metodología se va a utilizar para la atención de los clientes, las metodologías más comunes son: FIFO, LIFO, por prioridad, entre otras. El cuarto de los elementos es la capacidad del sistema, que se refiere a la limitación del sistema de colas, es decir, que número de personas pueden esperar en cola, cuando no se tiene definido este número de personas y se tiene la percepción de tener la capacidad de atender a todos los clientes que lleguen, se obtiene un sistema de cola infinito, en caso contrario y se defina esta capacidad se denominará un sistema de cola finito. El quinto elemento se refiere al número de canales de servicio, que significa la cantidad de servidores que van a atender la cola. Por último, esta las etapas de servicio, se refiere al número de etapas que tiene el sistema de colas, es decir, por cuantos servidores debe pasar el usuario hasta finalizar el servicio, estas pueden ser unietapas o multietapa (García, 2010a).

3.8.4 Notación principal de sistemas de colas

Según Cao (2002b) La notación que se utiliza en la teoría de colas es la siguiente:

λ = Número medio de llegadas de clientes al sistema por unidad de tiempo.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

μ = Número medio de clientes a los que se les completa el servicio por unidad de tiempo.

s = Número de servidores del mecanismo de servicio.

ρ = Llamada constante de utilización del sistema.

$N(t)$ = Número de clientes en el sistema en el instante t .

$N_q(t)$ = Número de clientes en la cola en el instante t .

$P_n(t)$ = Probabilidad de que en el instante t se encuentren n clientes en el sistema.

L = Número medio de clientes en el sistema.

L_q = Número medio de clientes en cola.

W = Tiempo medio que un cliente pasa en el sistema.

W_q = Tiempo medio de espera en cola de un cliente.

3.8.5 Procesos de Poisson y distribución exponencial

Según Garcia (2010b, p. 18) “La mayor parte de los modelos de colas estocásticas asumen que el tiempo entre diferentes llegadas de clientes siguen una distribución exponencial o lo que es lo mismo que el ritmo de llegada sigue una distribución de Poisson”.

Adoptar la distribución de Poisson implica que la probabilidad de que lleguen n clientes en un intervalo de tiempo t es:

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}$$

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Por su parte el tiempo entre llegadas se define como la probabilidad de que no llegue ningún cliente:

$$P_0(t) = e^{-\lambda t}$$

Siendo por lo tanto una distribución exponencial.

Según García (2010c) todos los modelos casuales trabajan bajo el modelo de nacimiento y muerte, por lo tal para poder manejar las distribuciones anteriormente explicadas se deben tener en cuentas las siguientes propiedades:

- El número de llegadas en intervalos de tiempo es independiente.
- La probabilidad de que llegue un servicio entre el tiempo t y el Δt es $\lambda \Delta t + o(\Delta t)$.

Donde $o(\Delta t)$ es la probabilidad de que llegue más de uno.

- La distribución estadística del número de llegadas en intervalos de tiempos iguales es equivalente.

- Sí el número de llegadas sigue una distribución de Poisson, el tiempo entre llegadas una distribución exponencial de media $(1/\lambda)$.

- Sí el proceso de llegada es Poisson, los tiempos de llegada son completamente aleatorios con una probabilidad uniforme.

- Para el conocimiento de los datos que definen un proceso de Poisson solo es necesario conocer el número medio de llegadas.

- La probabilidad de que falten t unidades para que llegue el siguiente cliente es independiente de cuánto tiempo llevamos sin que llegue ningún cliente.

3.8.6 Distribución estadística en la teoría de colas

Por convención los modelos que se trabajan en los sistemas de colas se trabajan bajo la notación de Kendall, la notación básica trata sobre la determinación de los tipos de distribución que tienen las tasas de llegada (1) y de servicio (2), el número de servidores (s) y el límite de capacidad (K) teniendo como notación un $1 / 2 / s / K$ (Cazorla, 2014c).

Como se dijo anteriormente la mayoría de modelos se trabajan bajo la distribución exponencial (M) para los tiempos entre llegadas y de servicio, pero también se pueden encontrar distribuciones como degenerada (Tiempos constantes (D)), distribución Earlang (E_k), distribución general (G), distribución Uniforme (U), Bernoulli, geométrica, binomial, entre otras. Para un correcto modelo se debe utilizar la distribución que mejor se adapta al sistema. (García, 2010c)

3.9 Macros en Visual Basic para aplicaciones en Excel

Según Mora, W. y Espinoza, J. (2005) Microsoft Excel es un software para el manejo de hojas electrónicas que se agrupa en libros, para la realización de cualquier cantidad de cálculos con los elementos guardados en las celdas. Excel cuenta con una serie de elementos, entre las que se destacan el tratamiento de datos estadísticos, presentación de gráficos, solucionadores de modelos lineales y un programador (Visual Basic).

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Mora (2005) citado por Giraldo, T. y Pedraza, J. (2016). Dice que Visual Basic es un lenguaje de macros de Microsoft Visual Basic utilizado para la programación de aplicaciones Windows y diseñado para trabajar con todo el paquete office (Excel, Word, Power Point, Access, etc.), su función principal es automatizar tareas y/o procesos repetitivos, además de crear aplicaciones y servicios de bases de datos.

3.10 Pruebas

3.10.1 Definición

Según Swebook (2004, p. 86) una prueba “Es una actividad realizada para evaluar la calidad del producto y mejorarla, identificando defectos y problemas”. Por su parte la International Software Testing Qualifications Board (2011, p. 34) define una prueba de software como “La verificación dinámica del comportamiento de un programa contra el comportamiento esperado, usando un conjunto finito de casos de prueba, seleccionados de manera adecuada”.

3.10.2 Finalidad

Beizer (1990) citado por Pérez (2007), define que el objetivo de las pruebas es validar si el comportamiento observado del software o aplicativo cumple o no con las especificaciones definidas en el requerimiento funcional. Estas funciones son probadas ingresando variables de entrada y evaluando las salidas, con el objetivo de encontrar errores o bugs que no sean reproducibles mediante automatismos o scripts, esto se realiza por

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

medio de la exploración de los códigos, formularios, user interface, entre otros, en donde se hace un planteamiento de casos inesperados dentro del funcionamiento y observar la reacción del aplicativo.

3.10.3 Principios

Las pruebas se basan en una serie de principios, estos principios son clasificados y explicados por la International Software Testing Qualifications Board (2011) de la siguiente manera:

Principio 1: Las pruebas demuestran la presencia de defectos. Las pruebas son herramientas que permiten identificar defectos, pero no garantiza que no existan más defectos ocultos en el software, a pesar, de que no se logren identificar más defectos no necesariamente significa que no existan.

Principio 2: Las pruebas exhaustivas no existen. Así se realice de extremo a extremo los aplicativo no se puede asegurar que el software no posee errores o bugs, se recomienda realizar un análisis de riesgos y una priorización de estos, para posibles soluciones.

Principio 3: Pruebas tempranas. Entre más rápido se identifiquen los defectos, mayor va a ser el ahorro en todo tipo de recursos y menor va a ser la probabilidad de aparición de defectos.

Principio 4: Agrupación de defectos. Se debe identificar los módulos con más probabilidad de fallo presentarían, con la intención de disminuir la mayor proporción de defectos posibles. Esto se basa en que los defectos se concentran en un número reducido de módulos.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Principio 5: Paradoja del pesticida. No repetir las mismas pruebas a los mismos módulos, dado que se seguirán encontrando los mismos defectos y no aparecerán otros.

Principio 6: Las pruebas dependen del contexto: El número de pruebas se deberá determinar según la complejidad que haya tenido el desarrollo o según la importancia que tenga el aplicativo.

Principio 7: Falacia de ausencia de errores. Antes de revisar los errores que presente el código o las interfaces, estar seguro de que el aplicativo cumpla los requerimientos hechos por el usuario.

3.10.4 ¿Cómo se construyen?

Para tener un adecuado proceso de construcción pruebas se deben cumplir una serie de pasos, entre los que se encuentran: Una planificación y control de las pruebas, una selección, diseño y ejecución de prueba, comprobación de los resultados, evaluación de los criterios de resultados, elaboración de informes del proceso y la aplicación objeto de las diferentes pruebas que se le apliquen al software o aplicativo, incluyendo bitácoras con las correspondientes experiencias. Necesariamente estas actividades no deben hacerse secuencialmente, algunas de estas se pueden realizar paralelamente, esta decisión ya la toma la persona encargada de la realización de las pruebas. (International Software Testing Qualifications Board, 2011).

3.10.5 Tipos de pruebas

Las pruebas se clasifican en pruebas funcionales, pruebas no funcionales y pruebas estructurales. Las pruebas funcionales se basan en funciones, prestaciones y en su

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

interoperabilidad con sistemas específicos y se llevan a cabo en cada uno de los niveles de prueba, se orientan en el comportamiento externo de un producto o aplicativo. Las pruebas no funcionales hacen referencia a las pruebas que miden las características de los sistemas y software que se pueden cuantificar. Por su parte, las pruebas estructurales se realizan en todos los niveles de pruebas, tienen como finalidad la verificación del comportamiento interno del software o aplicativo.

Adicional a esto existen diferentes tipos de agrupaciones de técnicas, por ejemplo, la agrupación de técnicas de caja negra, entre las cuales se destacan la partición de equivalencia, que se refiere a lograr la cobertura de las entradas y salidas, por medio de las entradas humanas y las interfaces y parámetros del software, ese decir, verificación de los condicionales dando condiciones iniciales. Otra de las técnicas dentro de la agrupación es el valor del límite, esta tiene como objetivo verificar los límites superiores e inferiores para los valores de entrada. La tabla de decisión es otra de las técnicas de caja negra, esta consiste en la representación de relaciones lógicas entre las condiciones y las acciones. También existe la agrupación de técnicas de caja blanca, estas técnicas se basan en la estructura identificada del software según unos niveles específicos. Estos niveles son: Nivel de componente, el cual es la estructura de un componente software, por ejemplo, decisiones, caminos diferentes, sentencias. Otro nivel es el nivel de integración, el cual se refiere a una estructura llamada árbol de llamadas, el cual es el diagrama en el que se muestran como los módulos se llaman entre sí. Por último, está el nivel de sistema, que se refiere a la estructura del menú. (Mera, 2016).

4. Metodología

A continuación, se detalla la metodología empleada para el desarrollo del aplicativo en Excel para la planeación, el seguimiento y el control de la producción en la sección de Alambre de la empresa Algamar S.A.

4.1 Diagnostico situación actual.

Con la finalidad de tener un amplio conocimiento de los procesos que se realizan en la sección de Alambre y de conocer la manera en la que se estaba llevando la transición de distribución en planta en la sección, fue necesario realizar una serie de actividades. A continuación, se detallan las actividades que se realizaron para llevar a cabo este propósito.

4.1.1 Realización inducción por parte del aprendiz anterior.

Lo primero que se hizo fue una inducción por parte del aprendiz anterior, esto con la finalidad de conocer el funcionamiento de la sección de Alambre, los procesos principales, la maquinaria utilizada en los procesos, el personal encargado de realizar los procesos productivos, las diferentes referencias que fabrica la sección, la distribución de planta (Por procesos), la distribución en planta que se quería implementar (Por líneas de producción), los objetivos y las expectativas que se tenían con esta.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Adicional a esto, también se realizó la entrega de la documentación de la sección en la que se incluía: Diseño de la distribución de planta que se implementaría, planos en detalles de las diferentes líneas de producción, diagramas de flujo de las principales referencias de la sección, documentos con los cálculos empleados para la realización de la nueva distribución de planta, entre otros.

4.1.2 Conocimiento de los procesos de planeación, seguimiento y control de la producción.

Luego de tener una idea general de los procesos de la sección de Alambre y de identificar cuáles eran los objetivos que se estaban buscando alcanzar con la nueva distribución de planta, se procedió a conocer el proceso de planeación de la producción que se llevaba a cabo en la sección, para conocer dicho proceso fue necesario reunirse con el jefe de la sección de Alambre, el cual es el encargado de realizar la planeación de la producción y la jefa del departamento de mejoramiento continuo, la cual tiene a cargo el seguimiento y control de dicha planeación. Durante esta reunión se les comunicó acerca del objetivo y el alcance que se tenía con el proyecto y se les indagó acerca del procedimiento que se efectuaba para poder realizar la planeación, el seguimiento y el control de la producción actualmente. Posterior a reunir esta información y de identificar el proceso, se realizó un diagrama de flujo en el cual se plasmó el proceso de la planeación, el seguimiento y el control de la producción que se realiza en la empresa hoy en día.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

4.1.3 Estructuración y aprobación de modificaciones al proceso de la planeación, seguimiento y control de la producción

Luego de tener el proceso actual identificado se llevó a cabo un planteamiento de diversos cambios al proceso, en donde se adecuó la nueva distribución de planta y el funcionamiento de la planeación según ésta. Dichos cambios se le comunicaron al jefe de sección y a la jefa del departamento de mejora continua, en la que se realizaron sugerencias y modificaciones a la propuesta inicial y se estableció una propuesta final con dichas modificaciones. Luego de tener claro el nuevo procedimiento para la planeación de la producción, se procedió a realizar un diagrama de flujo del nuevo proceso, esto con la finalidad de que el cambio que se iba a realizar quedara documentado y fácil de entender para poder proceder con el diseño del aplicativo que iba a poner a funcionar este nuevo procedimiento.

4.2 Requerimiento funcional.

Al tener el nuevo procedimiento definido y diagramado, se realizaron una serie de actividades para la definición del requerimiento funcional del aplicativo, dichas actividades serán detalladas en los siguientes numerales.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

4.2.1 Realizar reunión con jefe de la sección de Alambre y jefa del departamento de mejoramiento continuo para definición del objetivo del requerimiento

Con el fin de determinar y dejar documentado el objetivo que el jefe de la sección y la jefa del departamento de mejoramiento continuo querían obtener con el aplicativo, se llevó a cabo una reunión en la que se indagó acerca de la finalidad del requerimiento, el alcance al cual se quería llegar, los detalles que se querían tener con este desarrollo, la cantidad de perfiles de usuario y que tipos de perfiles de usuario y los beneficios que este aplicativo traería a la sección de alambre.

4.2.2 Realizar requerimiento funcional principal

Luego de que se recolectó la información necesaria para redactar el requerimiento funcional, se inició con la documentación del mismo, se realizaron los bosquejos iniciales de las interfaces de las hojas principales de Excel, los diseños de los formularios que se habían pactado desde un principio con el jefe de la sección y con la jefa del departamento de mejoramiento continuo, se definieron algunos de los funcionamientos que iban a tener los planes a programar y se identificaron las limitaciones que se podrían llegar a tener en el proceso de programación. Luego de tener un borrador del requerimiento funcional se envió este borrador a las dos personas encargadas de revisarlo, estas personas hicieron una serie de retroalimentaciones y de soluciones a dichas limitaciones. Finalmente, se construye el requerimiento funcional final con ayuda del bosquejo inicial y de las retroalimentaciones

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

proporcionadas por el jefe de la sección de Alambre y la jefa de mejoramiento continuo, dicho requerimiento quedó aprobado y firmado por los tres actores.

4.3 Desarrollo del aplicativo

Con el requerimiento funcional definido y los procesos de planeación, seguimiento y control de la producción identificados, se dio inicio a la etapa del desarrollo del aplicativo, en la cual se hizo la programación de los códigos presupuestados y el diseño de las diferentes interfaces y formularios. A continuación, se realiza una explicación de las diferentes actividades que se llevaron a cabo en esta etapa del proyecto.

4.3.1 Identificación de variables.

Lo primero que se realizó en la etapa de desarrollo fue una identificación de las diferentes variables que se tendrían en cuenta tanto para el montaje de las diferentes bases de datos como para el funcionamiento del aplicativo. Esta identificación se logró por medio de unas reuniones con el jefe de la sección de Alambre y un seguimiento al proceso de planeación de la producción, se tomaron como variables, todo aquello que puede llegar a afectar de una manera directa los diferentes procesos que se querían realizar con el aplicativo, por ejemplo, el mes a programar, las diversas referencias, los tiempos de los diferentes procesos productivos que se realizan en la sección, entre otras.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

4.3.2 Diseño de interfaces.

Una vez definidas las diferentes variables con las que debe contar el aplicativo, se procedió al proceso de diseño de las interfaces de las diversas hojas que tendría el aplicativo, este diseño se realizó basándose en los bosquejos iniciales que se documentaron en el requerimiento funcional, en donde se definieron las hojas principales y los factores claves para los diseños, estos factores fueron: El manejo de los colores de la empresa (Naranja, gris y blanco) y del logotipo en todas las hojas del aplicativo. Luego de tener los diseños de las interfaces terminadas, estos fueron revisados por parte de la jefa del departamento de mejora continua y del jefe de la sección de alambre, luego de realizarles algunas correcciones a los diseños se aprobaron en su totalidad.

4.3.3 Diseño de formularios

Al terminar el diseño de las diferentes interfaces, se realizó la identificación de los diferentes formularios que debería tener el aplicativo, esta identificación se hizo con ayuda del requerimiento funcional establecido y del conocimiento del proceso que se quería implementar con el aplicativo. Luego de tener identificados los diferentes formularios, se realizaron los diseños correspondientes de dichos formularios, estos formularios al igual que las hojas que ya habían sido diseñadas, se mantuvo el requisito de usar los colores representativos de la empresa y el logotipo. Los formularios también pasaron por revisión de la jefa de mejoramiento continuo y del jefe de sección, estos fueron revisados, retroalimentados y aprobados.

4.3.4 Codificación de módulos y formularios requeridos.

Paralelamente a los procesos de diseño de las interfaces de las hojas y de los formularios con los que funcionó el aplicativo, se realizó el proceso de identificación de los módulos que debían ser codificados por medio del entorno de programación Visual Basic para aplicaciones, es decir, la arquitectura requerida. Luego de tener identificados cuales eran los módulos que debían ser programados y de tener la totalidad de interfaces y formularios creados, se procedió con el proceso de codificación todo esto de acuerdo a la arquitectura requerida establecida anteriormente. Al igual que con todos los entregables anteriores, los códigos fueron revisados, evaluados, retroalimentados y aprobados por parte del jefe de la sección de alambre y de la jefa del departamento de mejoramiento continuo.

4.3.5 Creación de bases de datos

Luego de tener el aplicativo con sus interfaces y formularios diseñados y funcionando por medio de la codificación realizada, se crearon las bases de datos que fueron identificadas en los procesos anteriores, estas bases de datos fueron creadas y alimentadas con bases de datos existentes en los diferentes ERP (Algasoft, Resource, Focus, etc.) de la empresa y con toma de datos realizados durante la práctica, estas bases de datos fueron construidas basadas en las variables que se identificaron anteriormente y en los requisitos, alcances y la funcionalidad que quedaron plasmados en el requerimiento funcional. Algunas de las bases de datos no necesitaban ser alimentadas desde la construcción del aplicativo, si no que serán alimentadas en el momento que el usuario utilice al aplicativo e

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ingrese ordenes de producción, por lo tal solo fue necesario realizar el diseño y codificación de los formularios que rellenan dichas bases de datos.

4.4 Pruebas técnicas y funcionales al aplicativo

Luego de tener el desarrollo del aplicativo completo se le realizaron dos pruebas al aplicativo, una en la parte funcional y otra a la parte arquitectónica de los códigos. A continuación, se explican los procedimientos que se llevaron a cabo para la realización de las pruebas.

4.4.1 Realización de la prueba técnica

Para el procedimiento de revisión de los diferentes módulos que se codificaron fue necesario construir una prueba técnica, la cual se compuso de pruebas funcionales, no funcionales y de estructuración. Esta prueba tuvo como objetivos la verificación y validación de la funcionalidad del aplicativo según el requerimiento funcional pactado desde el principio, la búsqueda de posibles errores o bugs que podrían llegar a aparecer y la medición del rendimiento de los diferentes códigos que componen la aplicación. Estas pruebas se realizaron por medio de planteamientos de escenarios, en donde se probaron la mayor parte de escenarios que posiblemente llegaran a presentarse durante el funcionamiento del aplicativo, en los casos en donde se encontraron errores, se evaluó el código, se corrigieron los errores que se encontraron inmediatamente y se volvió a correr de nuevo hasta que funcionara como se esperaba. Tal y como se dijo en el marco teórico,

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ninguna prueba puede llegar a verificar ni validar que el aplicativo está libre de errores, pero si se logró minimizarlos en gran medida.

4.4.2 Realización de la prueba funcional

Luego de corregir los errores de estructuración de los diversos códigos se entró en una etapa de pruebas funcionales, estas se realizaron con el objetivo de verificar que el aplicativo fuera entendible y manejable para el jefe de la sección de alambre y la jefa del departamento de mejora continua y que este cumpliera con las necesidades y expectativas que se habían planteado en el requerimiento funcional. Esta prueba se realizó en dos secciones, las cuales se dividieron de la siguiente manera:

En la primera parte de la prueba se hizo una introducción a la maniobrabilidad del aplicativo y las diferentes características y funciones que se le habían programado en la parte de programación de la producción, luego se les dio un espacio para que maniobraran dentro del aplicativo y agregara una serie de ordenes reales y las programara en la línea correspondiente y por último se hizo una retroalimentación por parte de los usuarios. **La segunda** parte de la prueba fue una explicación del funcionamiento del módulo de seguimiento y control, aunque este proceso es exclusivo de la jefa del departamento de mejoramiento continuo se le explico también al jefe de sección con el fin de que iniciará una gestión eficiente de la sección con ayuda del aplicativo, durante esta prueba también se les dejó un espacio para el uso del aplicativo y al igual que en la primera parte se recibieron una serie de recomendaciones.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Al finalizar las pruebas se le realizaron las retroalimentaciones recogidas al aplicativo, se les volvió a presentar la solución al equipo de trabajo, estas personas revisaron de nuevo el aplicativo y lo aprobaron en su totalidad.

4.5 Documentación del aplicativo

Al finalizar las pruebas técnicas y funcionales de la solución, se procedió a desarrollar la documentación del aplicativo, dicha documentación se realizó por medio de dos guías, una guía funcional en donde se explica el funcionamiento del aplicativo y una guía técnica en la que se explican los posibles errores que se puedan llegar a presentar mientras se esté utilizando el aplicativo, los principales elementos de los códigos (Módulos y formularios) y el procedimiento correcto de instalación. A continuación, se van a explicar los procedimientos que fueron necesarios para la realización de las guías.

4.5.1 Realización guía funcional

La guía funcional se diseñó con el objetivo de darle a los diferentes usuarios las instrucciones de uso y una explicación de todos sus botones y funciones. Para realizar esta guía funcional fue necesario dividir el funcionamiento del aplicativo en dos partes, la planeación de la producción y en el seguimiento y control de dicha planeación.

Para poder documentar el funcionamiento completo del proceso de la planeación de la producción, la guía funcional se escribió en el hilo conductor que se espera que tengan los

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

usuarios cada vez que vayan a programar un nuevo mes, pasando por la configuración del mes a programar, la planeación agregada, el ingreso de las ordenes de producción, luego pasando por las diferentes funcionalidades que tiene el plan maestro de producción (MPS) en donde se planean las líneas de producción y finalizando en el plan de requerimientos (MRP), el cual es el encargado de la planeación de las conformadoras.

Después de realizar la explicación de toda la etapa de planeación y de plantear los diferentes escenarios que se podrían presentar, se realizó la segunda parte de la guía funcional, en la cual se hizo la explicación de los diferentes módulos que componen las etapas de seguimiento y control de la producción, en esta sección de la guía funcional se explicó cada una de las hojas creadas para esta etapa y su funcionalidad. A diferencia de la etapa de planeación, el seguimiento y control no tienen un orden o un hilo en específico, ya que dependerá de lo que quiera realizar o revisar el usuario.

4.5.2 Realización guía técnica

La guía técnica por su parte se diseñó con el fin de darle a los usuarios unas instrucciones de como instalar el aplicativo, usarlo y que hacer el caso de que se lleguen a presentar errores mientras se está usando. La guía técnica se dividió en 3 puntos:

En el primer punto se hizo una explicación del procedimiento que se deberá llevar a cabo al momento de instalar el aplicativo en un dispositivo nuevo, las carpetas que se deben crear para el correcto funcionamiento del aplicativo y el lugar del servidor en donde se

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

puede encontrar el aplicativo. **El segundo punto** por su parte se construyó basándose en los diferentes formularios que se construyeron para el aplicativo, en este espacio se describió el funcionamiento del formulario, se plantearon algunos escenarios en donde se pueden presentar errores a la hora de utilizarlos y algunas soluciones que lograrían llegar a solucionar dichos errores. Por último, se realizó un instructivo similar al de los formularios, pero en este caso con los módulos que componen el aplicativo en Visual Basic.

4.6 Capacitación personal a cargo

Luego de tener las guías funcionales y técnicas terminadas se realizaron las capacitaciones al jefe de sección y a los supervisores de la sección de Alambre los cuales son los encargados del funcionamiento del aplicativo y al practicante siguiente que se encargará de seguir con el seguimiento al aplicativo y a su correcta utilización. A continuación, se presentan los procedimientos que se llevaron a cabo para la realización de dichas capacitaciones.

4.6.1 Capacitación funcional del aplicativo

La capacitación funcional se realizó como ya se dijo anteriormente con el jefe de sección y los supervisores de la sección de Alambre, en esta capacitación principalmente se hizo una exposición donde se les explicó cuál era el objetivo del aplicativo, que se quería lograr con este desarrollo, con que módulos cuenta el aplicativo, en que etapas iban a participar cada uno de ellos, se les presentó la guía funcional y se les enseñó como leerla.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Luego de finalizar la presentación se les hizo una muestra de cómo se debería utilizar el aplicativo haciendo énfasis en sus diferentes funcionalidades. A continuación, se les dio un tiempo para que hicieran uso del aplicativo y agregaran ordenes de producción reales y las programaran en la línea correspondiente, para finalizar se les pidió que dieran una retroalimentación del aplicativo, se evaluaron con el jefe de sección si las recomendaciones eran válidas y se ejecutaron.

4.6.2 Capacitación técnica del aplicativo

Luego de realizar la capacitación funcional al personal y de tener el aplicativo terminado con todas las retroalimentaciones realizadas, se procede a la capacitación técnica del aplicativo, esta capacitación se le realizó al practicante siguiente, en donde se le explicó el funcionamiento interno del aplicativo (Códigos, módulos, arquitectura, formularios, etc.), se le enseñó a leer la guía técnica y como atender los posibles errores que podrían presentarse y se le capacitó al igual que a los usuarios en la parte funcional del aplicativo, esto con el fin, de que en caso de que el desarrollo llegue a fallar la persona este capacitada de poder resolver estos problemas y tenga un amplio conocimiento del aplicativo. Luego de las diversas explicaciones al practicante, se le dio un espacio para que utilizara la solución, ingresara ordenes de producción, programara las diferentes líneas y las conformadoras, etc. Por último, se le hizo una prueba para validar sus conocimientos con respecto a la solución, al verificar que la persona estaba capacitada para el correcto manejo y que podría llegar a brindar soluciones cuando se presenten errores se finalizó la capacitación.

4.7 Seguimiento al aplicativo

Luego terminar el desarrollo de la solución y de tener las guías con las diferentes recomendaciones que se recogieron en las capacitaciones, el aplicativo se puso a funcionar junto con el jefe de sección y los supervisores con la demanda del mes de abril, ellos ingresaron las ordenes de producción y programaron las líneas de producción junto con las conformadoras de una manera adecuada. El seguimiento al aplicativo, se inició desde el día siguiente a la programación, en el cual se empezó a verificar si los tiempos de producción arrojados por el aplicativo se cumplían con los tiempos de producción en planta, también se verificó si los supervisores estaban finalizando las ordenes de una manera adecuada y adicional se le practicaba un mantenimiento al aplicativo si era necesario, esto se realizó durante todo el mes de abril y durante gran parte del mes de mayo.

5. Resultados y análisis

A continuación, se detallan los diferentes resultados que se obtuvieron de las diversas actividades que se realizaron en el desarrollo del aplicativo para la planeación, seguimiento y control de la producción de la sección Alambre de la empresa Algamar S.A.

5.1 Diagnóstico de la situación actual

5.1.1 Proceso actual

Luego de realizar las diversas capacitaciones por parte del practicante anterior, del jefe de sección de Alambre y de la jefa del departamento de mejoramiento continuo, se realiza una identificación del proceso actual de la planeación de la producción.

Este proceso inicia con el ingreso de las ordenes de producción, luego el jefe de sección realiza una verificación de capacidad en el control de piso (Sistema de capacidad de planta), al verificar la capacidad de la planta, se realiza el cálculo de los días de producción de la orden ingresada, inmediatamente se asigna la fecha de entrega a cliente, este proceso se hace con todas las ordenes de producción, luego se imprime un consolidado de las ordenes de producción con sus días de producción y las fechas de entrega correspondiente, el cual es emitido al cliente, la jefa del departamento de mejoramiento continuo y al director de operaciones, por último, realizar un seguimiento y control a la producción por parte de la jefa del departamento de mejoramiento continuo. A continuación, se presenta un diagrama de flujo en el que se muestra el proceso anteriormente descrito.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

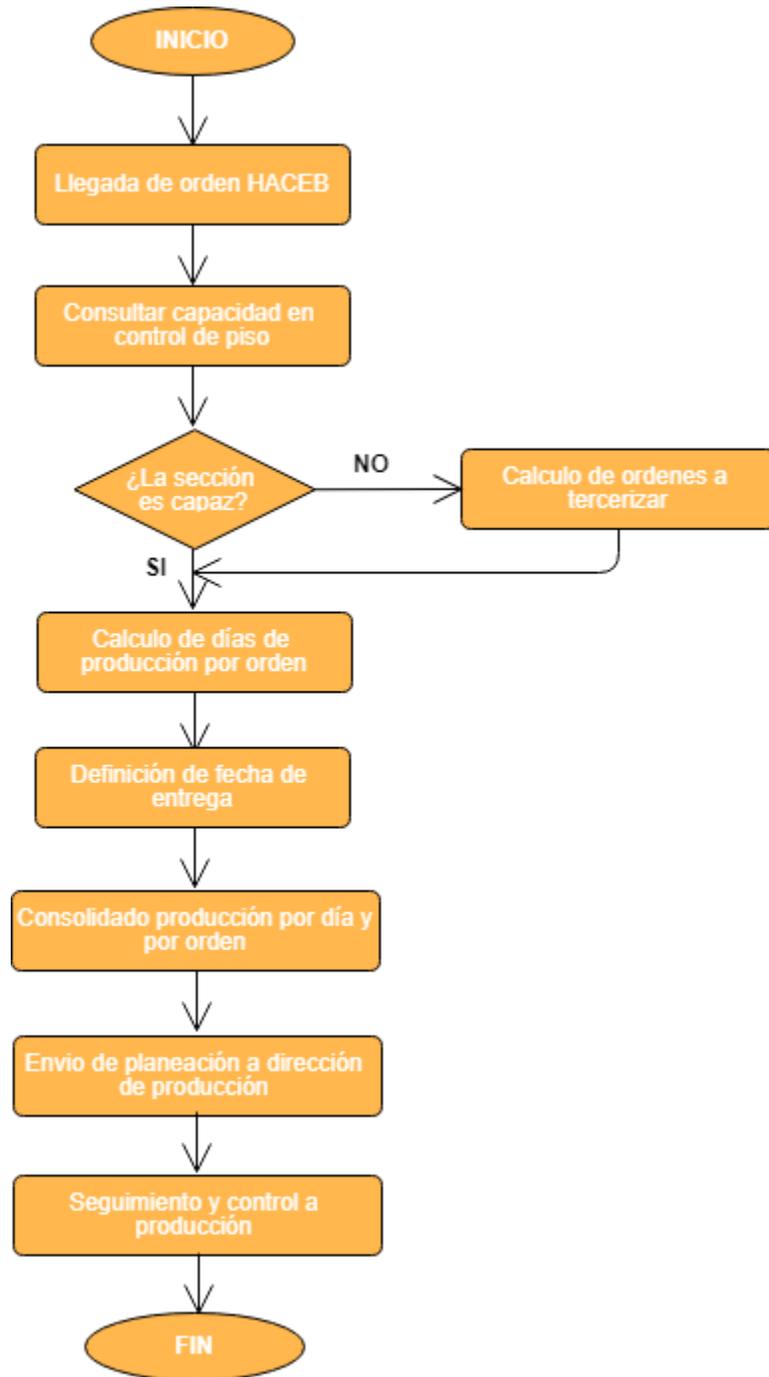


Figura 1 Diagrama del proceso actual de la planeación, seguimiento y control de la producción mensual de la sección de Alambre. Elaboración propia. Fecha de elaboración: 30 de noviembre del 2018.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

5.1.2 Proceso propuesto

Luego de tener identificado el proceso, se escucharon las diferentes necesidades que se buscaban con el cambio de distribución de planta y se propusieron ciertos cambios en el proceso de la planeación, el seguimiento y el control de la producción que se lograrían con el aplicativo.

El proceso que fue elaborado y aprobado por el jefe de sección y la jefa del departamento de mejoramiento continuo fue: Ingreso de ordenes al inicio de mes, medición de la capacidad de las líneas de producción según la demanda, definición de la fecha de entrega de las ordenes a producir, planeación de las líneas de producción (MPS), planeación de la conformadora (MRP), consolidado de producción por cada línea y de las conformadoras, todo este procedimiento debe ser realizado por el jefe de sección, luego esta información debe ser remitida a la jefa del departamento de mejoramiento continuo y al director de operaciones y finalmente llevarle un seguimiento y control diario a la producción por medio de diversas herramientas que se le incorporaran al aplicativo, este proceso va a ser realizado por el jefe de sección y por la jefa del departamento de mejoramiento continuo. Se realizó un diagrama de flujo del proceso que describió anteriormente, que se muestra a continuación.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

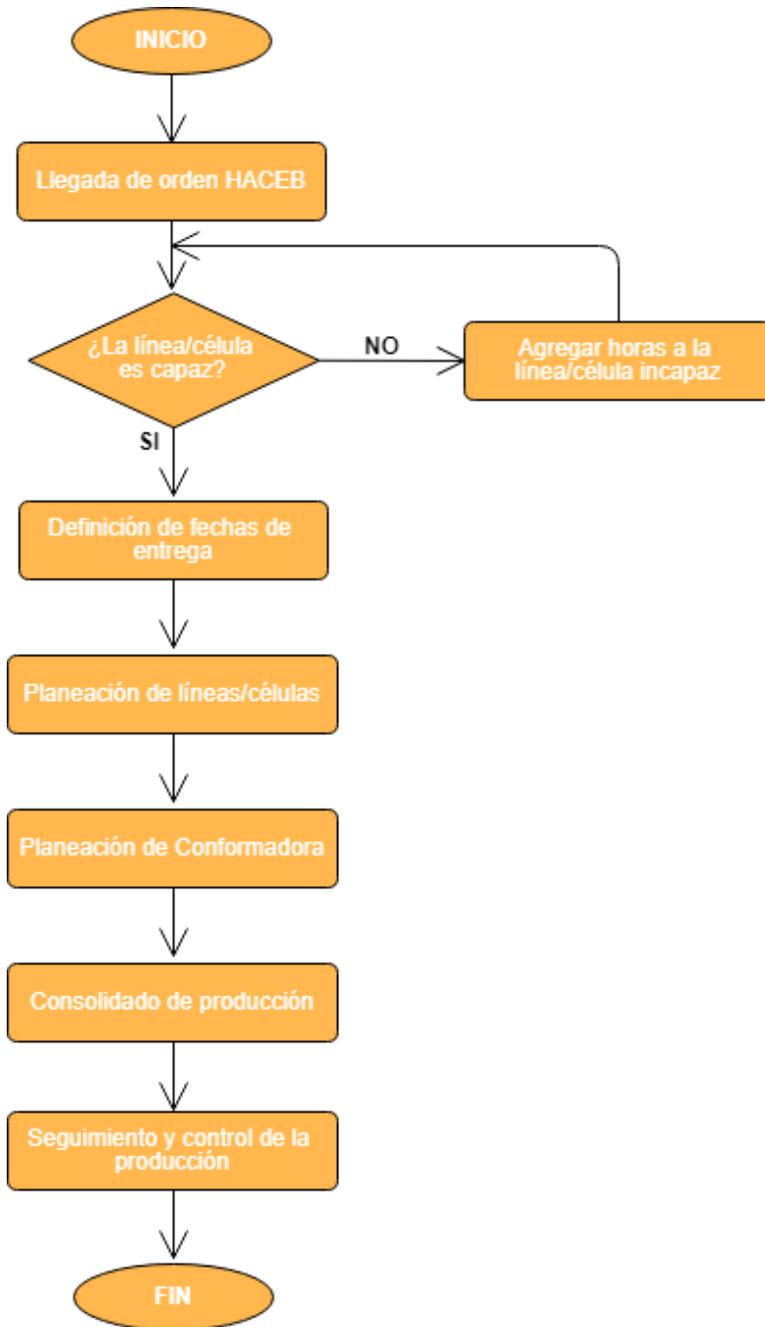


Figura 2 Diagrama del proceso actual de la planeación, seguimiento y control de la producción mensual de la sección de Alambre. Creación propia. Fecha de elaboración: 5 de noviembre del 2018.

Según los objetivos planteados al inicio del proyecto, se confirma que el objetivo específico referenciado al diagnóstico de la situación actual se cumplió al 100% según lo planificado.

5.2 Requerimiento funcional

Luego de tener el proceso a implementar en la sección de Alambre definido, se realiza el requerimiento funcional del aplicativo. En este se documenta el objetivo del aplicativo, el alcance, los beneficios que se deseaban obtener con la implementación del aplicativo, los detalles funcionales y no funcionales que debía tener el aplicativo, las diferentes interfaces y hojas que se deben construir y los perfiles de usuario con los que debe contar.

Por medio del requerimiento se documenta que el aplicativo debe contar con 3 planes: el primero es un plan agregado en el cual el jefe de sección puede verificar la capacidad horaria de la planta según la demanda, en este plan el jefe de sección debe disponer de una metodología para poder modificar las horas trabajadas por línea por día. El segundo de los planes es el plan maestro de producción (MPS), en el cual se programa la producción de las diferentes líneas, esta programación se realiza de la fecha de entrega al cliente hacia atrás. El último plan que se realiza es el plan de materiales requeridos (MRP), en este plan se programan las 2 conformadoras existentes en planta, las cuales son las maquinas en las que se fabrican las piezas que luego son soldadas para obtener las parrillas o entrepaños, este plan también se programa hacia atrás con la diferencia que toma como referencia la fecha de inicio de producción en línea y no la fecha de entrega al cliente como en el MPS.

Adicional a los planes que debe tener el aplicativo, por medio del requerimiento funcional, también se establecen las pantallas (Hojas o formularios) que se deben poner en el aplicativo. Se establece que el aplicativo se va a dividir en dos módulos, una en modo de planeación y otra en modo seguimiento y control. Cada módulo, va a tener unas hojas y

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

formularios específicos, en la parte de planeación el usuario contara con hojas para la programación de cada uno de los planes y con formularios para el ingreso de las diferentes órdenes de producción que alimentan los diferentes planes, por su parte, el módulo de seguimiento y control, va a contar con hojas para la revisión de las órdenes en producción y finalizadas, de los indicadores y estadísticas, de las diferentes líneas de producción planificadas y de la ocupación de las maquinas por día. Adicional de estas hojas descritas, se establecen cinco hojas para el manejo de las diferentes bases de datos con las que va a funcionar el aplicativo.

Según los objetivos planteados al inicio del proyecto, se confirma que el objetivo específico referenciado al requerimiento funcional se cumplió al 100% según lo planificado.

5.3 Desarrollo del aplicativo

5.3.1 Variables del aplicativo

Luego de las reuniones con el jefe de sección y de las observaciones al funcionamiento de la planta, se identificaron las variables que tendrían un efecto directo sobre la planeación de la producción y que deberían ser incluidas en las diferentes hojas y códigos para lograr el funcionamiento correcto del aplicativo, dichas variables se presentan en la siguiente tabla:

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Tabla 1

Variables que influyen en el proceso de la planeación de la producción.

Variable	Descripción
Orden	Número de orden a fabricar.
Cliente	Empresa que contrata a Algamar para la producción de un producto.
SKU	Número de identificación interno del producto a fabricar.
Cantidad	Número de unidades a fabricar por orden.
Fecha entrega cliente	Fecha pactada con el cliente para ser entregada la orden.
Línea	Línea de producción en la cual la orden va a ser producida.
Fecha inicio producción en línea	Fecha en la cual se inicia la producción de la orden en la línea.
Fecha inicio producción de MP	Fecha en la cual se inicia la producción en la conformadora de la orden.
Horas de producción	Número de horas que se demora la orden en ser producida tanto en conformadora como en línea.
Conformadora	Especificación de conformadora en donde va a ser producida la orden.
Mes	Mes que se está programando la producción.
Tasa de salida	El mayor de los tiempos de los diferentes procesos que componen cada referencia.
Rendimiento	Porcentaje de eficiencia que tiene la planta o las conformadoras.
Horas por línea por día	Número de horas por cada día a trabajar en la línea correspondiente
Horas por conformadora por día	Número de horas por cada día a trabajar en las conformadoras
Días en línea	Número de días a trabajar en las líneas de producción
Días en conformadora	Número de días a trabajar en las conformadoras

Nota: Lista de variables que deben incluir el aplicativo. Elaboración propia. Fecha de elaboración: 13 de diciembre del 2018.

5.3.2 Diseño de interfaces

Al tener la lista de variables definida, se procede al diseño de las interfaces de las diferentes hojas que se establecieron en el requerimiento funcional, las cuales se realizaron teniendo en cuenta los factores pactados (Los colores representativos y el logotipo de la Empresa) y la funcionalidad que debía tener el aplicativo según el procedimiento que se quiere implementar. Adicional, a todas las interfaces se le diseñaron los botones correspondientes con los que el usuario va a poder utilizar el aplicativo.

La interfaz del plan agregado brinda la información que el usuario necesita para realizar un buen análisis de capacidad (Número de horas por línea por día, número de días a trabajar en línea como en conformadora, horas disponibles, horas utilizadas y unas barras de ocupación), pensando en la interacción que debería tener el aplicativo con el usuario, se dejaron las celdas del número de horas por línea por día editables, esto con el fin de que pueda modificarlas aún después de que el usuario haya programado la hoja y balancear el nivel de ocupación de las líneas hasta el punto que les parezca aceptable.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

VOLVER AL MENÚ

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN



Fecha de inicio producción	LINEAS/CELULAS	HORAS UTILIZADAS	DISPONIBLE	OCUPACIÓN
Fecha de fin producción	LINEA 1			
# de Conformadoras	LINEA 2			
Rendimiento	LINEA 3			
# de horas Línea 1 x día	LINEA 4			
# de horas Línea 2 x día	LINEA 5			
# de horas Línea 3 x día	LINEA 6			
# de horas Línea 4 x día	CONFORMADORA			
# de horas Línea 5 x día				
# de horas Línea 6 x día				
# de horas conformadora				
# de días a trabajar en línea				
# de días a trabajar en conformadora				

PROGRAMAR

AÑADIR

ELIMINAR

LIMPIAR

CERRAR SESIÓN

MENÚ

AVANZAR A MPS

ID	MES	FECHA INICIO	FECHA FIN	CANTIDAD	SKU	LINEA O CELULA	HORAS UTILIZADAS LINEA	HORAS UTILIZADAS CONFORMADORA
▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼

Figura 3 Interfaz plan agregado de producción. Elaboración propia. Fecha de elaboración: 17 de diciembre del 2018.

Por su parte las interfaces del plan maestro de producción (MPS) y el plan de materiales requerido (MRP), se construyeron muy similares debido a que tanto como el MPS y el MRP se programan por días y que el MRP se alimenta de la información del MPS. En las interfaces se les puso la información necesaria para poder analizar el plan correspondiente después de ser programado (Necesidades por día, número de ordenes por día, horas programadas por cada día y la ocupación de la línea por cada día del mes programado), adicional se les dejó las celdas de la capacidad línea/día editable en el caso que alguno de los días del mes se vaya a programar horas extras en alguna de las líneas y la celda de horas por día por si se le va agregar horas a todos los días del mes. A cada una de las líneas se le construyo una interfaz similar a la que se está viendo a continuación, de igual manera con cada una de las conformadoras.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)										
Fecha inicio		Demanda		Horas x día	16	PROGRAMAR				
Fecha fin		Mes		Rendimiento	80%					
Capacidad linea/día	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80
Número de ordenes x entregar x día										
Día	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10
Necesidades (Unidades)										
Equivalencia tiempo completo(Hrs.)										
Producción Línea										
Equivalencia tiempo (Hrs.)										
Ocupación x día	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Figura 4 Interfaz plan maestro de producción (MPS). Elaboración propia. Fecha de elaboración: 18 de diciembre del 2018.

 PLAN DE MATERIALES REQUERIDO (MRP)										
Capacidad conformadora(s)/día		Demanda								
Fecha inicio		Mes								
Fecha fin		Rendimiento	80%							
Número de ordenes x día										
Día	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10
Necesidades (Unidades)										
Equivalencia tiempo completo(Hrs.)										
Producción conformadora (Unidades)										
Equivalencia tiempo (Hrs.)										
Ocupación x día	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px 20px; background-color: #f4a460; color: white; text-align: center;">PROGRAMAR</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px 20px; background-color: #f4a460; color: white; text-align: center;">LIMPIAR</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px 20px; background-color: #f4a460; color: white; text-align: center;">SACAR INFORME</div> </div>										

Figura 5 Interfaz del plan de materiales requerido (MRP). Elaboración propia. Fecha de elaboración: 19 de diciembre del 2018.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La hoja de indicadores y estadísticas se construyó de acuerdo a la información definida en el requerimiento funcional, esta hoja se alimenta de una serie de tablas dinámicas y se mueven por medio de la escala de tiempo ubicada en el costado superior izquierdo.



Figura 6 Interfaz de la hoja de indicadores y estadísticas. Elaboración Propia. Fecha de elaboración: 20 de diciembre del 2018.

Por su parte las hojas de órdenes de producción y ordenes finalizadas, se construyeron con la información necesaria para que el usuario pueda identificar cada orden, estas dos hojas son completamente iguales solo que en una se almacenan las ordenes que aún no han sido entregadas al cliente y en la otra las que ya fueron despachadas.

ORDENES DE PRODUCCIÓN									
Número de orden	Cliente	SKU	Referencia	Cantidad	Fecha entrega cliente	Linea	Fecha inicio producción en línea	Horas de producción	Conformado ra

Figura 7 Interfaz hoja ordenes de producción. Elaboración propia. Fecha de elaboración: 21 de diciembre del 2018.

5.3.3 Diseño de formularios

Luego de la creación de las diferentes interfaces, se construyen los formularios con los que va a funcionar el aplicativo por medio del Visual Basic para Aplicaciones de Excel, estos formularios al igual que las hojas son construidos con las especificaciones que se dejaron pactadas en el requerimiento funcional y con la funcionalidad esperada. A continuación, se presentan algunos de los formularios construidos:

El formulario de iniciar sesión se construye con la finalidad de darle un usuario y contraseña al usuario del aplicativo para asegurar que otra persona diferente al jefe de sección y sus ayudantes no puedan ingresar a la planeación mensual y pueda afectarla o dañarla.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN



The image shows a login window titled "Iniciar sesión" with a close button (X) in the top right corner. On the left, there are two input fields: "USUARIO" and "CONTRASEÑA". Below these fields are two buttons: "INGRESAR" and "CANCELAR". On the right side of the window, there is the ALGAMAR logo, which consists of a stylized orange and grey triangle, and the text "ALGAMAR" in orange, with the tagline "Todo un sistema de exhibición" below it.

Figura 8 Interfaz formulario iniciar sesión. Elaboración propia.
Fecha de elaboración: 26 de diciembre del 2018.

Se construye un formulario para preguntarle al usuario la configuración que va a tener el mes que se va a empezar a programar. En este formulario se preguntan variables como la fecha de inicio de producción, el número de horas por cada línea y en conformadora y el rendimiento de la planta.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Configuración

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

ALGAMAR

Fecha de ingreso: 11/01/2019

Fecha fin de producción: 14/01/2019

Número de horas línea 1 x día

Número de horas línea 2 x día

Número de horas línea 3 x día

Número de horas línea 4 x día

Número de horas línea 5 x día

Número de horas línea 6 x día

Número de horas conformadora x día

Número de días a trabajar en líneas

Número de días a trabajar en conformadora

Rendimiento de la planta

Número de conformadoras trabajando: 1 2

SIGUIENTE CANCELAR

Figura 9 Interfaz formulario configuración. Elaboración propia.
Fecha de elaboración: 26 de diciembre del 2018.

Se construyeron 3 formularios para el ingreso de órdenes, uno para el ingreso de órdenes para el plan agregado, otro para el ingreso de órdenes del plan maestro de producción (MPS) al inicio de mes y otro para las ordenes que vayan llegando en el transcurso del mes programado. Para el MRP no fue necesario crear un nuevo formulario dado que este plan se alimenta de las ordenes ingresadas en el MPS.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Añadir referencia al plan agregado

NÚMERO DE ID 00026

SKU

CANTIDAD

AÑADIR CANCELAR

ALGAMAR
Todo un sistema de exhibición

Figura 10 Interfaz formulario iniciar ingreso ordenes plan agregado. Elaboración propia. Fecha de elaboración:27 de diciembre del 2018.

Registro nueva orden

NUEVA ORDEN

Número de orden

Cliente

SKU

Referencia

Cantidad

Fecha ingreso orden

Fecha entrega orden

Línea de producción

GUARDAR AVANZAR MPS CANCELAR

ALGAMAR
Todo un sistema de exhibición

Figura 11 Interfaz formulario ingreso ordenes plan maestro inicio de mes. Elaboración propia. Fecha de elaboración:27 de diciembre del 2018.

The screenshot shows a web application window titled "AGREGAR ORDEN" with the Algamar logo in the top right corner. The logo consists of a stylized orange and grey triangle above the text "ALGAMAR" and the tagline "Todo un sistema de exhibición". The form contains the following fields:

- Número de orden: 00036
- Cliente: [Empty dropdown menu]
- Cantidad: [Empty text input]
- SKU: [Empty dropdown menu]
- Fecha entrega orden: 30/05/2019
- Nº horas en linea: [Empty text input]
- Fecha inicia en linea: 30/05/2019
- Nº horas en conformadora: [Empty text input]
- Línea de producción: [Empty text input]

At the bottom of the form are two buttons: "GUARDAR" and "CANCELAR".

Figura 12 Interfaz formulario ingreso orden plan maestro transcurso del mes. Elaboración propia. Fecha de elaboración: 27 de diciembre del 2018.

Se construyen dos formularios de re direccionamiento general para el usuario, el primero fue el formulario de menú general, en el cual el usuario tiene un menú de 5 opciones que son los 3 planes de producción, el ingreso al menú de seguimiento y control y el cierre de sesión. Por su parte el formulario de menú seguimiento y control, se elabora con 10 opciones de redirección, las cuales son: Una para cada uno de los planes programados, otras dos para ir a la hoja de ordenes en producción u órdenes finalizadas, otras más para

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

indicadores y ocupación máquinas y finalmente para ir a configuración o agregar una nueva referencia.

Menú

Volver

MENÚ SECCIÓN ALAMBRE

ALGAMAR
Todo un sistema de exhibición

PROGRAMACIÓN PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

PROGRAMACIÓN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)

PROGRAMACIÓN PLAN DE MATERIALES REQUERIDOS (MRP)

SEGUIMIENTO Y CONTROL

CERRAR SESIÓN

Figura 13 Interfaz formulario menú principal. Elaboración propia.
Fecha de elaboración: 28 de diciembre del 2018.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN



Figura 14 Interfaz formulario menú seguimiento y control.
Elaboración propia. Fecha de elaboración: 28 de diciembre del 2018.

5.3.4 Codificación de formularios y hojas

Paralelamente a la construcción de las diferentes interfaces de las hojas y de los formularios necesarios para el funcionamiento pactado del aplicativo anteriormente mostrados, se fueron identificando los módulos de códigos que debían construirse y los botones que debían codificarse, el desarrollo fue realizado utilizando Visual Basic para aplicaciones de Excel.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

En el caso de las diferentes hojas con las que cuenta el aplicativo, se crean módulos de programación, en total se programan siete, los cuales se dividen de la siguiente manera: Tres módulos para los planes de producción, en los cuales se codifica el funcionamiento de cada uno de los botones que compone cada plan, otro de los módulos que se codifica fue el de Informes, en este se realizan los códigos con los que el usuario va a tener la posibilidad de imprimir o guardar las ordenes de producción de cada línea, otro modulo que se construye fue el de actualizar, en el que se incluyen todos los códigos correspondiente a las diferentes actualizaciones que debe hacer el usuario durante el seguimiento y control, otro de los módulos construido fue el de Básicas, en el cual se colocaron todos los códigos de acciones básicas que realiza el aplicativo, como por ejemplo, eliminar una orden de producción, finalizar una orden de producción y visualizar las diferentes líneas según sea necesario. El último modulo que se construye fue el de mostrar formularios, el cual incluye todos los códigos necesarios para poder activar alguno de los formularios si es necesario.

Por el lado de los formularios, cada formulario tiene su codificación interna, a cada uno de los formularios se le codifica el botón de “Aceptar”, “Guardar”, “Cancelar”, “Cerrar”, entre otros y se le codifica la información que debería mostrar cada vez que se activara o que se limpiara para un nuevo ingreso. Algunos de los formularios que se construyen simplemente sirven como re direccionadores, en estos casos tan solo se le codifica el botón correspondiente con las direcciones que indicaba el botón, por ejemplo, si el botón decía Indicadores, el código tan solo llevaba al usuario a la hoja de indicadores y oculta el formulario.

5.3.5 Creación bases de datos

Durante la creación de las hojas, se diseñó anticipadamente dos de las bases de datos con las que cuenta el aplicativo, las cuales son: La hoja de ordenes en producción y la hoja de ordenes finalizadas, adicional se crean otras tres bases de datos con las cuales el aplicativo va a funcionar de la manera pactada en el requerimiento funcional.

Las otras tres bases de datos son: La hoja Datos, en la cual se guardan todas las ordenes de producción ya sean finalizadas o en producción, esta base de datos se crea con la finalidad de tener toda la información compactada en una sola tabla y poder construir de ahí las diversas tablas dinámicas de donde se alimenta la hoja de indicadores. La otra base de datos es tiempos por referencia, la cual es la base de datos principal con la que cuenta el aplicativo, en esta se almacena los tiempos de producción, la línea y la conformadora asignada y la tasa de salida de cada uno de los SKU's con los que cuenta la sección de Alambre, esta base de datos es con la cual se programan todas las ordenes de producción en cada uno de los planes. La última base de datos que se crea es Datos tiempos, esta tiene como finalidad el almacenamiento de los tiempos de producción de cada una de las ordenes ingresadas al sistema, en esta se almacena el tiempo que la orden se demora en cada uno de los procesos internos de las líneas, estos tiempos se guardan para ser utilizados al presionar la hoja ocupación máquinas.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Los interfaces de estas líneas son idénticos al de la base de datos ordenes de producción, por lo tal, no se ve necesario el anexo de una imagen de referencia.

Según los objetivos planteados al inicio del proyecto, se confirma que el objetivo específico referenciado al desarrollo del aplicativo se cumplió al 100% según lo planificado.

5.4 Pruebas

5.4.1 Prueba técnica

La prueba técnica implementada al aplicativo, se compone de las pruebas no funcionales y de estructuración, que son realizadas por el desarrollador del aplicativo, en el cual se evalúan cada uno de los módulos, botones y formularios programados, en el caso de encontrar errores se toman como evidencia los pantallazos del error, se archiva la imagen, se corrige el código y se vuelve a validar el funcionamiento. A continuación, se describen algunos de los errores que se encontraron durante las pruebas.

Los errores que se encuentran durante la prueba son: Impresión errónea de información en alguna de las hojas destino, limpieza de celdas en donde no debería limpiar, eliminación de una orden diferente a la solicitada, el botón de programar una de las líneas no funciona correctamente, al oprimir el botón de informes de la línea 2 no imprime la información solicitada, re direccionamientos erróneos al oprimir botones y almacenamiento de tiempos incorrecto en las bases de datos.

5.4.2 Prueba funcional

La prueba funcional se realiza con el jefe de sección y la jefa del departamento de mejoramiento continuo, la prueba se divide en dos secciones, una de la parte de planeación de un nuevo mes y otras de la parte de seguimiento y control de dicha planeación.

En la primera sección de la prueba se realizan las pruebas a los funcionamientos que se dejaron pactados en los requerimientos funcionales en el momento de querer programar un nuevo mes. Durante la prueba se reciben retroalimentaciones acerca de lo tedioso que es el proceso de escribir el cliente en cada una de las ordenes de producción, tal recomendación fue analizada y se determina que los clientes estén incluidos en una lista desplegable, así se minimiza el tiempo de ingreso de orden y la información se vuelve más precisa. Otra de las retroalimentaciones fue incluir una capacitación adicional acerca de los planes a implementar a los supervisores de la sección antes de mostrar el aplicativo, esto con el objetivo de que ellos estén con el conocimiento necesario para poder entender y manejar el aplicativo. En total se reportan dos errores, los cuales corresponde a que el plan agregado no imprime toda la información necesaria y uno de los botones del MPS no re direcciona a la hoja correcta, estos errores fueron revisados, corregidos y evaluados.

En la segunda parte se realizan las pruebas funcionales de los diferentes módulos y formularios del seguimiento y control que quedaron pactados en el requerimiento funcional, en esta parte se encuentra que el jefe de sección no cuenta con un conocimiento amplio de los indicadores y estadísticas que tiene el aplicativo, por lo tal, es necesario agregar este tema a las jornadas de capacitación. Mientras se realiza la prueba se realiza una

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

recomendación por parte de la jefa de mejoramiento continuo de adicionar un indicador del porcentaje de ordenes finalizadas y en producción por cada línea de trabajo, dicha recomendación es aprobada e implementada. Por su parte, tan solo se presenta un error de funcionamiento del código de actualización de la hoja de indicadores durante esta sección, el error fue revisado, corregido y verificado.

Según los objetivos planteados al inicio del proyecto, se confirma que el objetivo específico referenciado a las pruebas funcionales se cumplió al 100% según lo planificado.

5.5 Documentación

5.5.1 Guía funcional

La guía funcional se desarrolla para orientar a los diferentes usuarios que hagan uso del aplicativo, se divide en dos secciones, la primera es la sección de planear la demanda, en esta sección se explica el paso a paso del proceso de planeación de la producción y la segunda parte hace referencia al funcionamiento de los diferentes módulos y hojas que se le construyeron a los procesos de seguimiento y control de la producción. A continuación, se muestra una imagen de referencia del esquema que se utilizó para el desarrollo de la guía funcional.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

2.5. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

El plan maestro de producción se programa para cada una de las líneas/, por lo tal cada línea/célula tiene sus botones independientes. A continuación, se pone una imagen en donde se muestra el panorama que va a tener cada bloque de línea/célula. Se observa que cada uno tiene un botón para programar, otro para limpiar, otro para agregar una orden, una más para sacar informes y finalmente uno para ver las ordenes. A continuación, se va a realizar una explicación de que funcionalidad tiene cada botón. **Nota:** El día 0 en el MPS hace referencia al último día del mes anterior.

		LINEA 1																																
Fecha inicio	Demanda																																	
Fecha fin	Mes																																	
Capacidad horaria		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Número de ordenes a programar																																		
Inventario																																		
Producción																																		
Deposición																																		

- **Botón Programar**

Al presionar el botón programar, el aplicativo automáticamente programa las ordenes de producción que estén asignadas a la línea/célula y al mes que se esté programando. El usuario no tiene que realizar ninguna otra acción mientras el aplicativo hace la programación. En caso de que la capacidad de la Línea o célula no de abasto para las ordenes de producción, se va a desplegar una pantalla en la cual indicará cual orden no se pudo programar y cuantas horas le faltaron por programar. El instructivo para los casos en que no sea capaz la línea o célula se dará más adelante. **NOTA:** No volver a presionar el botón programar si no se ha limpiado el bloque de la línea/célula, dado que se sobre programaría la línea y puede generar errores en la planeación de la producción.

- **Botón Limpiar**

El botón limpiar como su nombre lo indica, al ser presionado va a realizar la limpieza de todas las celdas asociadas al plan maestro de la línea/célula al que pertenece el botón. Este se usa en caso de querer volver a correr el plan maestro y en las celdas existan valores. **NOTA:** No volver a presionar el botón programar si no se ha limpiado el bloque de la línea/célula, dado que se sobre programaría la línea y puede generar errores en la planeación de la producción.

Figura 15 Ejemplo de muestra de guía funcional de aplicativo. Elaboración propia.

Fecha de elaboración: 28 de febrero del 2019.

Luego de ser construida la guía esta fue llevada al jefe de sección y a la jefa del departamento de mejoramiento continuo para ser evaluada y revisada, al realizar la revisión de la guía realizan las siguientes recomendaciones y observaciones: Agregar más descripción a algunos módulos explicados, agregar imágenes más descriptivas de algunos procedimientos y generar una separación considerable de las dos secciones (Planeación y seguimiento y control), todas las recomendaciones fueron evaluadas junto con la jefa de

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

mejoramiento continuo, al recibir la aprobación, se realizan los ajustes en la guía. Adicional a esto el jefe de sección hace la observación que la guía funcional está bien estructurada dado que tiene el hilo conductor que debe llevar la programación de la producción al inicio del mes y que ayuda de gran manera el entendimiento del aplicativo dado que se da una explicación profunda de la solución

5.5.2 Guía técnica

Por su parte la guía técnica se construyó para mostrar el procedimiento que se debe seguir para la instalación del aplicativo en algún ordenador, también se documentaron algunos de los errores que se pueden presentar durante el funcionamiento y sus posibles soluciones, además se incluyó un resumen de cada uno de los diferentes módulos de programación que fueron codificados. A continuación, se muestra una imagen de referencia del esquema que se utilizó para el desarrollo de la guía técnica.

1. Descripción General

En esta guía se va a realizar una explicación de la instalación del aplicativo, sus bases de datos, y las diferentes carpetas que se deben crear para el correcto funcionamiento del aplicativo. Así, como una explicación breve de los códigos, formularios y módulos que componen el aplicativo. Adicional, se van a realizar los soportes técnicos principales que se pueden llegar a presentar en el funcionamiento del aplicativo, por ejemplo, errores que pueden ocurrir con frecuencia y su posible solución.

Nota: Al aplicativo se le realizaron pruebas de funcionamiento y de concepto, pero ninguna prueba puede asegurar el completo funcionamiento del aplicativo, es por esto que es necesario realizar esta guía técnica.

2. Instalación Aplicativo

Para realizar la correcta instalación del aplicativo en un nuevo computador se deben desarrollar el siguiente procedimiento:

Paso 1: Dirigirse al siguiente enlace en el servidor.

<https://servidores1/mejoramiento/s.alambre/aplicativo>

Paso 2: Abrir o descargar el archivo "Aplicativo Planeación Producción", el cual es un archivo en Excel.

Paso 3: Crear una carpeta en el ESCRITORIO que se llame informes_macro, esta carpeta se debe crear dado que la impresión de informes está sujeta a un re direccionamiento previo y el aplicativo al no encontrar esta carpeta creada no podrá imprimir el informe y causara un error.

Paso 4: Realizar una prueba de la impresión de informes a la hora de instalar el aplicativo en un nuevo dispositivo. También verificar que no exista otro archivo con el mismo nombre.

Paso 5: Realizar pruebas a las diferentes funciones que tiene el aplicativo, esto con el fin de verificar que se esté ejecutando correctamente y no existan problemas de sintaxis en alguno de los diferentes códigos.

Figura 16 Ejemplo de muestra de la guía técnica del aplicativo. Elaboración propia.
Fecha de elaboración: 6 de marzo del 2019.

Al finalizar la guía técnica, el desarrollador del aplicativo en conjunto con la jefa del departamento de mejoramiento continuo realiza la verificación de la información que contiene dicha guía, se verifica que las instrucciones de instalación sean las correctas, que las soluciones planteadas a los diferentes problemas que se pueden presentar sean las

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

adecuadas y que la explicación de los módulos sea la correcta. Se encuentra que a las instrucciones de instalación le hace falta un componente, este es agregado y funciona correctamente. También se encuentra que algunas de las soluciones planteadas no son lo suficientemente claras para el usuario que la pueda llegar a leer, se realizan los ajustes necesarios y se recibe la aprobación final por parte de la jefa de mejoramiento continuo.

Según los objetivos planteados al inicio del proyecto, se confirma que el objetivo específico referenciado a la documentación del aplicativo se cumplió al 100% según lo planificado.

5.6 Capacitaciones

5.6.1 Capacitación funcional

Al tener documentado por completo el aplicativo, se realizan las capacitaciones al personal que va a tener contacto directo con el aplicativo, en este caso el jefe de sección y los supervisores, en este encuentro se les explica acerca de los planes de producción que la sección va a empezar a realizar, la funcionalidad del aplicativo y se les capacita para la correcta lectura de la guía funcional.

Al finalizar la capacitación se da un tiempo en las que ellos expresan sus recomendaciones y observaciones acerca del aplicativo. En este caso solo se presenta una recomendación y es acerca del plan de requerimiento (MRP) el cual se había programado en un solo modulo para las dos conformadoras, pero uno de los supervisores hace la

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

aclaración que algunas referencias solo se pueden fabricar en una conformadora específica, y sugiere hacer un cambio en la interfaz y el funcionamiento del plan de requerimientos y modificarla de tal forma que cada conformadora se programe por aparte, así tal cual funcionan las líneas de producción. Dicha recomendación se evalúa junto al jefe de sección y de la jefa del departamento de mejoramiento continuo, se aprueba, se realizan los cambios necesarios, se prueba y se documenta en la guía funcional.

Al indagar acerca de la funcionalidad del aplicativo, los supervisores expresan que el aplicativo es de fácil entendimiento y que podría llegar a mejorar sus condiciones de seguimiento y control en la planta, además expresan que la guía funcional facilita el uso del aplicativo, que se encuentra la información necesaria para poder manejarla y que está en un lenguaje apropiado y entendible.

5.6.2 Capacitación técnica

La capacitación técnica se le realizó al practicante entrante, en esta se le enseñó tanto el funcionamiento interno del aplicativo (Códigos, módulos, formularios, bases de datos, etc.) como el externo, adicional se le enseñó la guía técnica y cómo solucionar los principales problemas que se pueden presentar.

Luego de la capacitación, se le realiza una prueba en la que se le plantean diversos escenarios, tales como: Ingresar una orden de producción, correr los diferentes planes de producción, arreglar un código que tiene errores, instalar el aplicativo en otro ordenador,

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

entre otras. En todas las pruebas el practicante muestra un gran desempeño a excepción de la corrección de unos códigos, se refuerza la capacitación en este tema específico y se vuelve a evaluar, en este caso el practicante supera todas las pruebas y queda capacitado tanto para el soporte técnico del aplicativo como en el funcionamiento del aplicativo por si en algún momento le es necesario programar a él la producción o hacer un acompañamiento al proceso de planeación al jefe de sección.

Según los objetivos planteados al inicio del proyecto, se confirma que el objetivo específico referenciado a las capacitaciones del aplicativo se cumplió al 100% según lo planificado.

5.7 Seguimiento

Al aplicativo se le realiza un seguimiento semanal en el que si la velocidad de salida (Unidades por hora) son iguales o parecidos a los programados en el aplicativo, esto se realiza durante todo el mes de abril y durante dos semanas del mes de mayo. Adicional se verifica si los supervisores y el jefe de sección están haciendo un correcto seguimiento a las órdenes de producción en el aplicativo, es decir, si se están finalizando las ordenes en el verdadero tiempo de entrega. A continuación, se presenta una tabla en la que se encuentra el resumen del seguimiento que se realizó durante este tiempo (Cabe aclarar que hasta el momento solo se han montado dos de las seis líneas de producción presupuestadas, por tal razón solo se le puede hacer seguimiento a estas dos), durante este tiempo la planta se trabajó bajo un rendimiento del 75%.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Tabla 2*Seguimiento del aplicativo durante abril y una parte de mayo.*

Mes	Semana	SKU	Línea	Unidades por hora esperada	Unidades por hora real	Variación
Abril	1	30587-00	Línea 1	75	77	2
Abril	2	30602-03	Línea 6	83	85	2
Abril	2	30587-00	Línea 1	75	75	0
Abril	3	30623-00	Línea 1	90	93	3
Abril	3	30602-03	Línea 6	83	80	-3
Abril	4	30587-00	Línea 1	75	65	-10
Abril	4	30602-03	Línea 6	83	70	-13
Mayo	1	30587-00	Línea 1	75	50	-25
Mayo	1	30602-03	Línea 6	65	66	1
Mayo	2	30541-00	Línea 1	102	100	-2

Nota: Variación: Diferencia de unidades entre las reales y las esperadas. Elaboración propia: 20 de mayo del 2019.

En la tabla se puede observar que las unidades por hora reales se asemejan en gran medida a las unidades por hora esperada en casi todo el mes de abril significando una adecuada calibración a la realidad del aplicativo; pero después de la tercera semana de abril estas unidades reales cada vez son más bajas y más lejanas al valor esperado, esto se presenta debido a unas variaciones que se presentó desde esas fechas en el material (Alambre) y en el proceso de conformado. En la primera semana de Mayo al ver estas variaciones se toma la determinación de emplear unos colchones adicionales a la programación de la producción mientras se logran mitigar estas variaciones, al implementar los colchones se obtiene de nuevo una variación más pequeño y por lo tal una mayor precisión del aplicativo con la realidad, por lo tal, se verifica que el aplicativo siendo calibrado de la manera adecuada se puede adaptar a las diferentes situaciones que se pueden llegar a presentar en la planta.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Mientras se realiza la toma de medidas de las velocidades de salida, se supervisa la correcta maniobrabilidad que le dan los supervisores a las ordenes en producción, se encuentra que los supervisores si están finalizando las ordenes en el tiempo preciso y tal como se les explicó en las capacitaciones.

Según los objetivos planteados al inicio del proyecto, se confirma que el objetivo específico referenciado al seguimiento del aplicativo se cumplió al 100% según lo planificado.

6. Conclusiones

A partir de la identificación del proceso actual de la planificación, el seguimiento y el control de la producción de la sección de Alambre, se lograron identificar las necesidades y expectativas que se tenían en la empresa hacia la nueva distribución en planta y la necesidad de la creación de un aplicativo para poder adaptar este proceso de planeación a la distribución en planta en construcción

Al definir el requerimiento funcional se logra dejar por sentado el alcance del desarrollo, lo cual contribuye a acotar la solución y ser más certeros con las necesidades que tiene la empresa, logrando con esto disminuir las desviaciones entre lo que el cliente quiere y lo que se le entrega.

Luego de las revisiones al desarrollo por parte de las personas encargadas, se concluyó que el aplicativo se diseñó de acuerdo al requerimiento definido y se lograron satisfacer todas las necesidades y expectativas que se tenían frente al proyecto.

Al finalizar los procesos de las pruebas funcionales y técnicas, se hace entrega de una solución de calidad que funciona correctamente que se adapta a la metodología de planeación de la producción que se quiere implementar con la nueva distribución de planta.

La elaboración de la documentación de la guía funcional permite aportar a la gestión del conocimiento y ayuda a que en un futuro las personas puedan conocer con detalle la funcionalidad de la solución y permite que no exista dependencia para mejoras futuras.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Por su parte, la documentación de la guía técnica permite que se pueda conocer la estructuración y los casos de error del aplicativo con lo cual se tendrá a futuro la capacidad de solucionarlos cuando se lleguen a presentar.

Las capacitaciones realizadas contribuyen al buen uso del desarrollo, a mejorar el aprovechamiento de la solución cuando el desarrollador del aplicativo ya no se encuentre en la empresa y a el conocimiento de las soluciones técnicas que se deben realizar cuando el aplicativo presente alguna falla.

El seguimiento que se le realizó al aplicativo durante el mes de abril y una parte del mes de mayo indicó que el aplicativo se comporta de una manera muy cercana a la realidad de la planta. A pesar de los problemas externos, con la correcta calibración del sistema, se pudo tener resultados cercanos a los esperados.

7. Referencias Bibliográficas

- [1] Abisambra, A. y Mantilla, L. (2008). Aplicación de la teoría de restricciones (TOC) a los procesos de producción de la planta de fundición Imusa. Revista soluciones de Postgrados EIA. (2). 121-133. Recuperado de <https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/635/1/RSO00019.pdf>
- [2] Aguilera, C. Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones. Estudios Gerenciales. 2000. pág. 53-70. Recuperado a partir de https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/230
- [3] Alma, A. (2005). MRP II Evolución y desarrollo. (Trabajo de grado). Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/10694/MRP%20II%20evolucion%20y%20desarrollo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [4] Arciniegas, J., Fernández, V., Hormiga, A., Tulande, A. y Urbano, F. (2009). Proceso de requerimiento y análisis para la definición de la arquitectura desde la perspectiva de usabilidad para el desarrollo de aplicaciones en la Web. Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe 6(2). 205-210. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/1331/133113598023/>.
- [5] Arias, M. (2006). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. Revista Intersedes Universidad de Costa Rica. 6(10). 1-13. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/790/851>
- [6] Business analysis body of knowledge. (2015). A guide to the Business analysis body of knowledge. 3ª Ed. Toronto. Internacional institute of business analysis. Recuperado de: <http://www.the->

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

aba.com/administrator/components/com_event/uploads/59014e456ca677.92343092B

ABOK_Guide_v3_Member.pdf

- [7] Cao, R. (2002). Introducción a la simulación y a la teoría de colas. Recuperado de:
<https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/11918/8497450175.pdf?sequence=2>
- [8] Cazorla, F. (2014). Análisis estadístico mediante teoría de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del hospital provincial general docente de Riobamba. (Tesis de grado). Recuperado de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3207/1/226T0026.pdf>
- [9] Chase, R., Jacobs, R. y Aquilano, N. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros. 2009. Pág. 514 – 588.
- [10] Colorado, F. (2009). El ciclo PHVA de Deming y el proceso administrativo de Fayol. (Tesis de maestría). Recuperado de
https://www.academia.edu/5110051/3_Articulo_El_Ciclo_PHVA_de_Deming_y_al_Proceso_Administrativo_de_Fayol
- [11] Ferraro, M., Medina, Y., Dapozo, G. y Estayno, M. (2013). Especificación y Trazabilidad de requerimientos en el desarrollo de aplicaciones web. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia Recuperado de
http://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1617/RIUNNE_Art%C3%ADculo_de_conferencia_Ferraro_Mar%C3%ADa_de_los_Angeles.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [12] Fontalvo, T., Quejada, R. y Puello, J. (2011). La gestión del conocimiento y los procesos de mejoramiento. Dimensión empresarial 9(1). 80-87.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- [13] García, J. (2010). Aplicación teoría de colas en dirección de operaciones. Universidad Politécnica de Valencia. 1-86. Recuperado de <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/teoriadecolasdoc.pdf>
- [14] García, M., Quispe, C., y Páez, L. (2003). Mejor continua de la calidad en los procesos. Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe 6(1). 89-94. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/816/81606112/>.
- [15] Giraldo, T. y Pedraza, J. (2016). Desarrollo de una herramienta para soportar el proceso de planeación de requerimientos de materiales en las empresas de manufactura de calzado en el Valle del Cauca. (Tesis de grado). Recuperado de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/7700/Desarrollo_herramienta_soportar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [16] González, J., Ortegón, K. y Rivera, L. (2003). Desarrollo de una metodología de implementación de los conceptos TOC (Teoría de restricciones), para empresas colombianas. Estudios gerenciales. 19(87), 27-49. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232003000200002&script=sci_arttext&tlng=pt
- [17] Guzmán, G., Vázquez, P., Alberton, E. y Jaime, J. (2008). Teoría de las restricciones aplicada en la planificación de la producción en una planta de terminación de cueros. Recuperado de <https://www.aaqtic.org.ar/congresos/brasil2008/cd/dados/22.pdf>
- [18]. Hilton, W. y Rivera, G. (2005). Presupuestos Planificación y control. 5ª Ed. México. Pearson educación.
- [19] International Software Testing Qualifications Board [istqb]. (2011). “Oficinas principals”, pp. 28-40. Recuperado de <http://www.istqb.org/downloads/category/2-foundation-leveldocuments.html>

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- [20] International Software Testing Qualifications Board [istqb]. (2011). “Certified tester foundation level syllabus”. 2011. Recuperado de <https://www.istqb.org/downloads/send/2-foundation-level-documents/3-foundationlevel-syllabus-2011.html>
- [21] Jara, E. (2009). El control en el proceso administrativo. Recuperado de https://www.academia.edu/29995190/EL_CONTROL_EN_EL_PROCESO_ADMINISTRATIVO
- [22] Medina, A., Nogueira, R y Negrín, E. (2002). El sistema MRP. Universidad de matanzas. Recuperado de: https://www.academia.edu/1104284/EL_SISTEMA_MRP.
- [23] Mera, J. (2016). Análisis del proceso de pruebas de calidad de software. Ingeniería solidaria. 12(20). 163-176. Recuperado de <http://backdoortechnology.net/bitstream/ucc/962/1/Pruebas.pdf>
- [24] Mora, W. y Espinoza, J. (2005). Programación Visual Basic (VBA) para Excel y análisis numérico. Instituto tecnológico de Costa Rica. Recuperado de: <http://ingenieriasimple.com/url/introprogra/VBA/VBAExcel-MNumericos.pdf>.
- [25] Mula, J., Poler, R y García, J. (2005). Evaluación de sistemas para la planificación y control de la producción. Información Tecnológica. 17(1). 19-34. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=s0718-07642006000100004&script=sci_arttext
- [26] Pérez, B. (2007). Estrategia de gestión de las pruebas funcionales en el centro de ensayos de software. Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe 3(3). 28-41. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/922/92230304/>.
- [27] Pérez, J. (2009). Gestión por procesos. Recuperado de [https://posmitter-43761.firebaseio.com/14/Gestion-Por-Procesos-\(5%C2%AA-Ed\).pdf](https://posmitter-43761.firebaseio.com/14/Gestion-Por-Procesos-(5%C2%AA-Ed).pdf).

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- [28] Ponsa, P. y Villanova R. (2005). Automatización de procesos mediante la guía GEMMA. Aula Politécnica 102. Recuperado de https://www.e-buc.com/portades/9788498800227_L33_23.pdf.
- [29] Robles, Y. J. (2013). Beneficios y consecuencias que se derivan de la implementación de un sistema integrado de gestión de calidad en las empresas del sector público. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/11470>.
- [30] Singer, M., Donoso, P. y Scheller-Wolf, A. (2008). Una introducción a la teoría de colas aplicada a la gestión de servicios. Revista ABANTE. 11(2). 93-120. Recuperado de <http://www.abante.cl/files/ABT/Contenidos/Vol-11-N2/Singer.pdf>
- [31] Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). Planeación y control de la producción. México, D.F. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. Recuperado de: https://www.academia.edu/10997351/Daniel_Sipper_-_Planeaci%C3%B3n_y_Control_de_La_Producci%C3%B3n
- [32] Solar, R., Chacón, I. y Ponce, M. (2008). Plan agregado de producción en barracas madereras. Estudio de caso para una pequeña industria. Madera, ciencia y tecnología. 10(2). 77-92. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2008000200001&script=sci_arttext
- [33] Swebok. (2004). “Cuide to the Software Engineering Body of Knowledge Swebok”, version iee Computer Society, pp. 10-40. Recuperado de <https://www.computer.org/web/swebok/v3>
- [34] Torre, J. Revisión de la relación entre el plan agregado y el plan maestro. IX Congreso de ingeniería de organización CIO. 2005. Pág. 1 – 6.

DISEÑO DE APLICATIVO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- [35] Villagómez, G., Viteri, J. y Medina, A. (2012). Teoría de restricciones para procesos de manufactura. Revista Enfoque UTE. 3(1). 14-28. Recuperado de <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v3n1.7>