



“Diseño de un sistema producción y operaciones aplicado a una empresa de confección de chaquetas para dama, mediante el uso de modelos matemáticos.”

Presentado por:

Bertha Ginett Guerra Rubio
Laura Sofía Gutiérrez Salamanca
Daniela López García
Duvan Sánchez Urriago

Docente director:

MSC. ESP. ING Bladimir Ramírez Carvajal

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Industrial

BOGOTÁ

2017

Tabla de Contenido

1. Resumen	7
2. Introducción	8
3. Planteamiento del problema	9
4. Pregunta de Investigación	9
5. Justificación.....	10
6. Objetivos	11
6.1 Objetivo General	11
6.2 Objetivos Específicos	11
7. Marco Conceptual	12
8. Antecedentes	15
9. Metodología	16
9.1. Estado actual	17
9.1.1 Materia prima	20
9.1.2 Comparativo	22
9.1.3 Problemática existente en la estructura productiva	24
9.2 Hoja de costeo	26
9.2 Capacidad de producción	30
9.2.1 Punto de Equilibrio.....	38
9.3 Pronósticos	40
9.3.1 Modelo Regresión lineal	41
9.3.2 Modelo Arima	49
9.3.3 Modelo Suavización doble	51
9.3.4 Señal de rastreo.	53
9.4 Plan maestro de producción (MPS).....	55
9.5 Producción.....	68
9.5.1 Flow shop	69
9.5.2 Secuenciación.....	71
9.6 Inventarios.....	77

9.6.1 Silver Meal	77
9.6.2 Least Unit Cost.....	84
10. Layout	90
10.1 Layout Actual.....	90
10.2 Layout Propuesto	91
11. Estrategias Productivas	93
12. Resultados	95
13. Producto Final	95
14. Conclusiones	96
15. Bibliografía	97

Indicé de tablas

1.....	T
abla 1 Materia prima por referencia.....	21
2.....	T
abla 2 Materia prima guata	21
3.....	T
abla 3 Comparativo competencia.....	23
4.....	T
abla 4 Comparativo precio de ventas.....	23
5.....	T
abla 5 Hoja de costeo Ref. 1 Gabán.....	27
6.....	T
abla 6 Hoja de costeo Ref. 2 Semigabán	29
7.....	T
abla 7 Costos.....	29
8.....	T
abla 8 Unidades Producidas.....	31
9.....	T
abla 9 Tipos de proceso	32
10.....	T
abla 10 Capacidad diseñada.....	33
11.....	T
abla 12 Crecimiento de la capacidad	35
12.....	T
abla 13 Costos-Punto de equilibrio.....	39
13.....	T
abla 14 Demanda real año 2015.....	40
14.....	T
abla 15 Pronóstico regresión lineal.....	44
15.....	T
abla 16 Programación semana 1 a 4	56
16.....	T
abla 17 MPS semana 1 a 4.....	56
17.....	T
abla 18 Programación semana 5 a 8	57
18.....	T
abla 19 Resumen MPS semana 5 a 8.....	57
19.....	T
abla 20 Programación MPS semana 9 a 12.....	58
20.....	T
abla 21 MPS semana 9 a 12.....	58

21.....	T
abla 22 Resumen MPS semana 9 a 12.....	58
22.....	T
abla 23 Programación MPS semana 13 a 16.....	59
23.....	T
abla 24 MPS semana 13 a 16.....	59
24.....	T
abla 25 Resumen MPS semana 13 a 16.....	59
25.....	T
abla 26 Programación MPS semana 17 a 20.....	60
26.....	T
abla 27 MPS semana 17 a 20.....	60
27.....	T
abla 28 Resumen MPS semana 17 a 20.....	60
28.....	T
abla 29 Programación MPS semana 21 a 24.....	61
29.....	T
abla 30 MPS semana 21 a 24.....	61
30.....	T
abla 26 Resumen MPS semana 21 a 24.....	61
31.....	T
abla 27 Programación MPS semana 25 a 28.....	61
32.....	T
abla 28 MPS semana 25 a 28.....	62
33.....	T
abla 29 Resumen MPS semana 25 a 28.....	62
34.....	T
abla 30 Programación MPS semana 29 a 32.....	62
35.....	T
abla 31 MPS semana 29 a 32.....	63
36.....	T
abla 32 Resumen MPS semana 29 a 32.....	63
37.....	T
abla 33 Programación MPS semana 32 a 36.....	63
38.....	T
abla 34 MPS semana 32 a 36.....	64
39.....	T
abla 35 Resumen MPS semana 33 a 36.....	64
40.....	T
abla 36 Programación MPS semana 36 a 40.....	64
41.....	T
abla 37 MPS semana 36 a 40.....	65

42.....	T
abla 38 Resumen MPS semana 37 a 40.....	65
43.....	T
abla 39 Programación MPS semana 40 a 44.....	65
44.....	T
abla 40 MPS semana 40 a 44.....	66
45.....	T
abla 41Resumen MPS semana 41 a 44.....	66
46.....	T
abla 42 Programación MPS semana 44 a 48.....	66
47.....	T
abla 43 MPS semana 44 a 48.....	67
48.....	T
abla 44 Resumen MPS semana 45 a 48.....	67
49.....	T
abla 45 Resultados programación Flow Shop.....	70
50.....	T
abla 46 . Tiempo de Corte por Referencia.....	71
51.....	T
abla 47 Secuencia TPL.....	72
52.....	T
abla 48 . Secuencia TPC.....	73
53.....	T
abla 50 . Porcentaje de disminución de tiempos de corte.....	73
54.....	T
abla 52 Secuencia de tareas de Acabado para gabán.....	75
55.....	T
abla 53 Costos gabán.....	78
56.....	T
abla 53 CTUT gabán.....	80
57.....	T
abla 54 CTUT general gabán.....	81
58.....	T
abla 54 Costos de orden gabán.....	81
59.....	T
abla 55 CTUT Semigabán.....	82
60.....	T
abla 56 Costos de orden Semigabán.....	83
61.....	T
abla 57 Lead Time.....	84
62.....	T
abla 58 Costos Semigabán.....	86

63.....	T
abla 59 Requerimientos, cantidad orden.....	87
64.....	T
abla 60 Costos Gabán	88
65.....	T
abla 61 Requerimientos, cantidad orden.....	89

1. Resumen

El trabajo investigativo consiste en la recolección de datos con los cuales se logra la identificación de los principales problemas con los que se enfrenta la empresa, una vez analizados los datos, se prosigue a la realización mediante modelos matemáticos de la propuesta que mejor se ajuste según el comportamiento histórico de la información para que de este modo pueda ser aplicada y así mismo se garantice a la empresa un mecanismo seguro para la toma de decisiones y por ende una oportunidad de crecimiento en la rentabilidad de la misma.

2. Introducción.

En el sector textil con el ingreso al mercado de fabricantes nacionales y de mercancías chinas que se venden más económicas y afectan el comercio de los textiles de manufactura nacional, se deben implementar estrategias para mejorar los sistemas de producción, por esa razón, la investigación determina la aplicación de modelos matemáticos en la empresa Diseños y confecciones S&D para la solución y mejora de problemas presentes en la misma, debido a que los procesos que se llevan a cabo en el sistema productivo son manuales y rudimentarios; aplicando así herramientas que los reduzcan. Identificando distintas maneras de solucionarlos, observando los beneficios económicos que se generarían y como se beneficiaría la empresa.

El estudio está establecido para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de la producción de chaquetas para dama en la empresa ubicada en el municipio de Sibaté (Cund.), con el cual se busca implementar mejoras en el proceso de producción que guíe a un desarrollo más factible del producto y posicionamiento de la empresa; teniendo en cuenta que para el análisis de los procesos nos basamos en el estudio de dos referencias de chaqueta que elabora la empresa.

3. Planteamiento del problema

Actualmente la empresa Diseños y Confecciones S&D no cuenta con el diseño de un sistema de producción, el proceso de confección se realiza por medio de satélites los cuales en algunas ocasiones no producen las cantidades adecuadas, por ello, para estos problemas que afronta la empresa se implementa y desarrolla modelos adaptables y sostenibles, para llegar a la aplicación del modelo matemático que mejor se adapte a las necesidades de la empresa.

4. Pregunta de Investigación.

¿Cuáles son las soluciones para alcanzar un sistema productivo y operacional eficiente para la empresa Diseños y Confecciones S&D, mejorando el rendimiento y utilidad en la empresa?

5. Justificación

La investigación propuesta plantea establecer modelos matemáticos eficientes que permitan mejorar el sistema productivo de la empresa. Determinando las diversas problemáticas como falta de planificación y programación de la producción; con la implementación de estos modelos se espera un incremento en la rentabilidad de la empresa, estableciendo la demanda para el año siguiente, identificando la capacidad de producción, logrando una mejor posición empresarial, fidelizando y motivando el talento humano de la compañía y mejorando los métodos de trabajo.

6. Objetivos

6.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de producción y operaciones para la empresa S&D con el propósito de incrementar su productividad y pueda ser replicado en otras empresas del sector.

6.2 Objetivos Específicos

- Reconocer el estado actual de la empresa, en ámbito al manejo de sus procesos internos.
- Definir los problemas existentes en la estructura productiva de la empresa.
- Realizar un análisis crítico de las deficiencias encontradas en la empresa y cómo estas interfieren sobre el funcionamiento productivo.
- Proponer estrategias productivas que permitan obtener un sistema eficiente.

7. Marco Conceptual

Capacidad de producción: Según CHASE, AQUILANO y JACOBS (2000):

“Cantidad de recursos que entran y que están disponibles con relación a los requisitos de producción durante un período de tiempo determinado”

Planificación de la capacidad: Según CHASE, AQUILANO y JACOBS (2000): “La planeación estratégica de la capacidad es proveer un enfoque para determinar el nivel de capacidad general de los recursos con utilización intensiva de capital (instalaciones,

equipos y tamaño global de la fuerza laboral) que mejor respalden la estrategia de competitividad de la compañía.

Plan maestro de producción: El plan maestro de producción (MPS) es un plan de entrega para la organización manufacturera. Incluye las cantidades exactas y los tiempos de entrega para cada producto terminado. Se deriva de las estimaciones de la demanda, aunque no necesariamente es igual a ellas. El MPS debe tomar en cuenta las restricciones de fabricación y el inventario de producto terminado. Una restricción de fabricación importante es la capacidad. Así, para verificar la factibilidad del MPS se lleva a cabo una evaluación inicial de la capacidad. Esto se conoce como planeación preliminar de la capacidad. Si la capacidad disponible es insuficiente, se cambia el MPS. (Sipper, 1999, p336).

Capacidad diseñada: Es el potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa en particular, unidad, departamento o sección, puede lograr durante un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta todos los recursos que tienen disponibles, sea los equipos de producción, instalaciones, recursos humanos, tecnología, experiencia/conocimientos, etc.

Costo de almacenaje de inventario: Se le llama costo de almacenaje a todos los procesos y actividades efectuadas para mantener el orden, buen estado y existencia del

inventario dentro de la planta, incluyendo el costo de inmovilizado del producto, costo de limpieza, costo de espacio.

Programar: Morton y Pentico (1993) afirman: “programar es el proceso de organizar, elegir y dar tiempos al uso de recursos para llevar a cabo todas las actividades necesarias, para producir las salidas deseadas en los tiempos deseados, satisfaciendo a la vez un gran número de restricciones de tiempo y relaciones entre las actividades y los recursos”

Heurísticas: Son algoritmos que encuentran soluciones de buena calidad para problemas combinatorios complejos con esfuerzos computacionales relativamente pequeños, pero que desde el punto de vista teórico renuncian a encontrar la solución global del problema. La producción es un proceso en el que, a partir de la incorporación de determinados recursos, se obtienen bienes o servicios con una capacidad para satisfacer necesidades diferentes a la que tienen aquellos recursos individualmente considerados.

Según MALHOTRA, RITZMAN, KRAJEWSKI (2008): En la regresión lineal, una variable, conocida como variable dependiente, está relacionada con una o más variables independientes por medio de una ecuación lineal. La variable dependiente es la que se desea pronosticar. Se supone que las variables independientes influyen en la variable dependiente y, por ende, son la “causa” de los resultados observados en el pasado

Según MALHOTRA, RITZMAN, KRAJEWSKI (2008): Un lote es una cantidad de elementos que se procesan juntos. Los lotes pequeños tienen la ventaja de reducir el nivel promedio del inventario en relación con los lotes grandes. Los lotes pequeños pasan por todo el sistema con mayor rapidez que los grandes. Además, si se descubre algún elemento defectuoso, los lotes grandes pueden causar retrasos mayores porque el lote entero debe examinarse para encontrar todos los elementos que necesitan volver a elaborarse.

8. Antecedentes

Según el diagnóstico realizado y la recolección de los datos, se encuentran diversas carencias de herramientas y fallas organizacionales que dejan ver ciertos problemas que afectan la producción y su rentabilidad, obstaculizando el crecimiento de la empresa. Dado que no existe un control de costos, definición de stocks y no hay una planeación a la hora de comprar materia prima o insumos, el pedido de materia prima se realiza de manera descontrolada y no están establecidos los tiempos en que se deben realizar. ¿Cuál es el costo real de venta?, ¿Cómo se comporta la venta en el madrugón?

Además se sabe que los empleados no cuentan con capacitación, no hay programación de mantenimiento de los equipos y existe poco registro de las actividades de la empresa.

Con la identificación de los problemas presentes en la empresa, se puede observar; que debido a que no hay un manejo sistemático y no se aplican herramientas funcionales la empresa está generando pérdidas que no permite que tenga un crecimiento de rentabilidad.

9. Metodología

Para un mejor análisis y manejo adecuado de los problemas encontrados dentro de la empresa, se efectuó una investigación exhaustiva con el fin de encontrar los modelos matemáticos que mejor se ajustaran al planteamiento del problema.

En primer lugar, se realiza un diagnóstico de la empresa Diseños y Confecciones S&D mediante observación directa y a partir de esto, se plasman los problemas cuantitativos en un diagrama de Ishikawa.

Mediante el análisis del diagrama se empiezan a plantear los modelos matemáticos que se ajustan a las necesidades de la empresa con el fin de encontrar la solución óptima a cada uno de los problemas que se presentan.

Para la planeación se plantearon modelos basados por familia de producto (chaquetas) y para la programación se realizó a partir de cada referencia (semigabán y gabán).

9.1. Estado actual

La empresa Diseño y confecciones S&D inició en el año 2007 en el municipio de Sibaté (Cund.) como actividad comercial de confección chaquetas para dama, manejando dos referencias, Gabán (Referencia 1) y Semigabán (Referencia 2). Produce un promedio de 2488 unidades de chaquetas por mes, con una intensidad horaria laboral de 48 horas por semana.



Referencia 1. Gabán



Referencia 2. Semigabán

Los recursos (máquinas) con los que cuenta la empresa son: 1 cortadora, 2 tachadoras, 1 botonadura, siendo un total de 4 máquinas. La empresa tiene contratados 5 empleados.

El proceso de producción de la chaqueta, en general es el mismo por las dos referencias, como se puede observar en los diagramas de flujo de operaciones de cada una de las referencias, habiendo un pequeño cambio en el proceso de Acabados, donde se pegan taches si es Semigabán y botones si es gabán.

En general, el proceso es simple, debido a que la secuencia es un estándar en el proceso de confección de la empresa. Primero se extiende la tela a cortar, para continuar con el trazado según la referencia, por medio de moldes de cartón los cuales varían según la

talla, después se realiza la separación por partes, colores y tallas para el envío a los satélites.

Actualmente la empresa tiene un proceso de tercerización que es la Confección, cuenta con 24 satélites a los cuales se les distribuye el material los días lunes y jueves, entre los materiales que se les entrega a cada satélite está: tela, guata, cremallera, peluche, flix, elástico y marquillas para conformar la chaqueta, seguidamente es devuelta a la empresa para finalizar con los acabados, en cuyo proceso existen 3 tareas que son pulir, la cual consiste en retirar el exceso de hilos de las costuras de la chaqueta, se ponen los taches o botones según la referencia y por último se amarra el cartón (etiqueta).

Diagrama de flujo del proceso		Resumen			
		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Actividad: Elaboración chaquetas (Semigabán)		Operación	5		
Marque el método y tipo apropiados:		Transporte	2		
Método: <u>Actual</u> Propuesto		Demora	1		
Tipo: <u>Obrero</u> <u>Material</u> Máquina		Inspección	1		
		Almacenaje	2		
Comentarios:		Tiempo (min)	5,493		
		Distancia (m)	12,8		
		Costo			
Descripción de la actividad	Símbolo	Tiempo en minutos	Distancia en metros	Método recomendado	
almacenar M.P	○ ⇒ D □ ▼				
a la operación	○ ⇒ D □ ▼		10,3		
extendido de la tela	● ⇒ D □ ▼	0,246			
trazado	● ⇒ D □ ▼	0,077			
corte	● ⇒ D □ ▼	2,693			
separación	● ⇒ D □ ▼	0,154			
prod. proceso	○ ⇒ ● □ ▼				
Inspeccionar prod. Proceso	○ ⇒ D ■ ▼				
a la operación	○ ⇒ D □ ▼		2,5		
acabados	● ⇒ D □ ▼	2,400			
almacenar Producto Terminado	○ ⇒ D □ ▼				

Diagrama de flujo de procesos para Semigabán

Diagrama de flujo del proceso		Resumen			
		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Actividad: Elaboración chaquetas (Gabán)		Operación	5		
Marque el método y tipo apropiados:		Transporte	2		
Método: <u>Actual</u> Propuesto		Demora	1		
Tipo: <u>Obrero</u> <u>Material</u> Máquina		Inspección	1		
Comentarios:		Almacenaje	2		
		Tiempo (min)	7,76		
		Distancia (m)	12,8		
		Costo			
Descripción de la actividad	Símbolo	Tiempo en minutos	Distancia en metros	Método recomendado	
almacenar M.P	○ ⇒ D □ ▼				
a la operación	○ ⇒ D □ ▼		10,3		
extendido de la tela	● ⇒ D □ ▼	0,246			
trazado	● ⇒ D □ ▼	0,077			
corte	● ⇒ D □ ▼	3,709			
separación	● ⇒ D □ ▼	0,154			
prod. proceso	○ ⇒ D □ ▼				
Inspeccionar prod. Proceso	○ ⇒ D □ ▼				
a la operación	○ ⇒ D □ ▼		2,5		
acabados	● ⇒ D □ ▼	3,65			
almacenar Producto Terminado	○ ⇒ D □ ▼				

Diagrama de flujo de procesos para Gabán

9.1.1 Materia prima

La empresa cuenta con 3 proveedores para materia prima.

Gabán			Semigabán		
Materia Prima	Unidad de compra	Unidades Utilizadas	Materia Prima	Unidad de compra	Unidades Utilizadas
Tela Nylon	Metros	1,62	Tela Nylon	Metros	1,35
Guata 200	Metros	1,20	Guata Prensada	Metros	1,00
Flix	Metros	0,80	Flix	Metros	0,70
Briony	Metros	0,30	Briony	Metros	0,30
Cuerina	Tiras	1,00	Resorte	Metros	1,00
Resorte	Tiras	1,00	Peluche	Tiras	1,00
Peluche	Tiras	1,00	Marquilla	unidad	1,00
Marquilla	unidad	1,00	Elastico	unidad	1,00
Elastico	unidad	6,00	Carton	unidad	1,00
Carton	unidad	1,00	Cremalleras	unidad	2,00
Botones	unidad	12,00	Broches	unidad	5,00
Guata 300	Metros	0,30	Tapas	unidad	4,00
Cremallera	unidad	2,00	sliders	unidad	2,00
Sliders	unidad	2,00	Guata 300	Metros	0,30
Plaqueta	unidad	1,00			

Tabla 1 Materia prima por referencia

La tela de nylon es proveniente de China, que es pedida cada 3 o 4 veces al año, realiza pedido de 18 colores (azul oscuro, cereza, mostaza, blanco, beige, café, barnie, amarillo vino tinto, petróleo, verde militar, gris oscuro, gris perla, salmón, rojo, verde jade, entre otros), donde cada rollo trae 100 metros de tela, del cual 1 rollo alcanza para realizar 69 chaquetas de Semigabán y 1 rollo de tela para producir 60 chaquetas gabán.

Materia Prima	Cantidad	Referencia
Guata Prensada (Delgada)	80 metros por rollo	Semigabán
Guata Lisa (Lisa)	40 metros por rollo	Gabán

Tabla 2 Materia prima guata

Los materiales como lo son el peluche, briony, resorte, cuerina es comprada por tiras, mientras que las plaquetas, sliders, cremalleras y botones son comprados por bolsa de

unidades, el elástico se compra por metros, este tiene un costo de \$150 pesos el metro. Para la referencia se Semigabán se utilizan broches y tapas de los broches. Gracias a que estos insumos son pequeños no es necesario realizar pedido, estos se compran directamente al proveedor.

Las chaquetas se producen en 3 tallas (M, L, XL), para la identificación de las tallas y del logo se utilizan marquillas las cuales se obtienen de manera externa, no son fabricadas por la misma empresa. El costo asociado a cada marquilla es de \$200 pesos M/CTE. Al mismo proveedor de las marquillas, se le compra el cartón el cual tiene un costo de \$170 pesos la unidad.

9.1.2 Comparativo

	S&D	Beyland
Razón Social	Sanchez Ramirez Nestor Humberto	Beyland Sport SAS
NIT	79182908	9005199181
Matricula Mercantil	1568460	2209179
Estado matricula	Activa	Activa
Tipo de organización	Persona Natural	Persona Juridica
Actividad económica	Confeccion de prendas de vestir, excepto prendas de piel	Confeccion de prendas de vestir, excepto prendas de piel
Ubicación	Sibaté (Cund.)	Soacha (Cund.)
Lugar de comercialización	Madrugón de San Andresito	Madrugón de San Andresito
Confección	Chaquetas para dama. Referencia 1 Gabán. Referencia 2 Semigabán.	Chaqueta para dama y caballero.
Empleados Fijos	5	4

Tabla 3 Comparativo competencia

Precio Venta por mayor			
	S&D		Beyland
Gabán	\$30.000,00	Dama	\$27.000,00
Semigabán	\$26.000,00	Caballero	\$27.000,00

Tabla 4 Comparativo precio de ventas.

La empresa Diseño y confecciones S&D con título del señor Néstor Sánchez dedicada a la producción y comercialización de chaquetas para dama con dos referencias (gabán, Semigabán) realiza su venta en el madrugón de San Andresito los días miércoles y sábado, donde cuenta con 2 bodegas para comercializar tomadas en arriendo, realizando un promedio de ventas mensuales de 2448 unidades de chaquetas (familia). Las bodegas ubicadas en el Madrugón de San Andresito según cifras de Fenalco, genera 23.800 empleos en 2.500 establecimientos. Además, a diario pasan 400.000 personas.

Para el último trimestre de cada año ambas empresas presentan una demanda superior a los periodos anteriores debido a ser temporada alta donde sus ganancias son

mayores. La empresa S&D confecciona chaquetas menos sport a cambio de cómo lo realiza la empresa Beyland, por lo que son más aceptadas las chaquetas S&D debido al diseño de sus dos referencias.

El ciclo de vida del producto es de año y medio a dos años, dependiendo del grado de utilización.

9.1.3 Problemática existente en la estructura productiva

En la recopilación de la información para la obtención del diagnóstico se determinó la parte productiva ya que se buscaba la optimización del sistema siendo una herramienta fundamental para la empresa. La producción es la esencia de la empresa y es donde se notaron más falencias desde la parte de costos, hasta la planeación y programación de producción. Por lo que esta razón se decidió diseñar un sistema productivo para la empresa S&D, con el objetivo de mejorar el funcionamiento de la empresa. El sistema productivo propiamente dicho está inmerso en un sistema más general, la organización y precisa para su pleno desenvolvimiento de otras actividades, procesos y sistemas: tecnológicos, comerciales, contables, financieros, están ligados a los procesos de transformación.

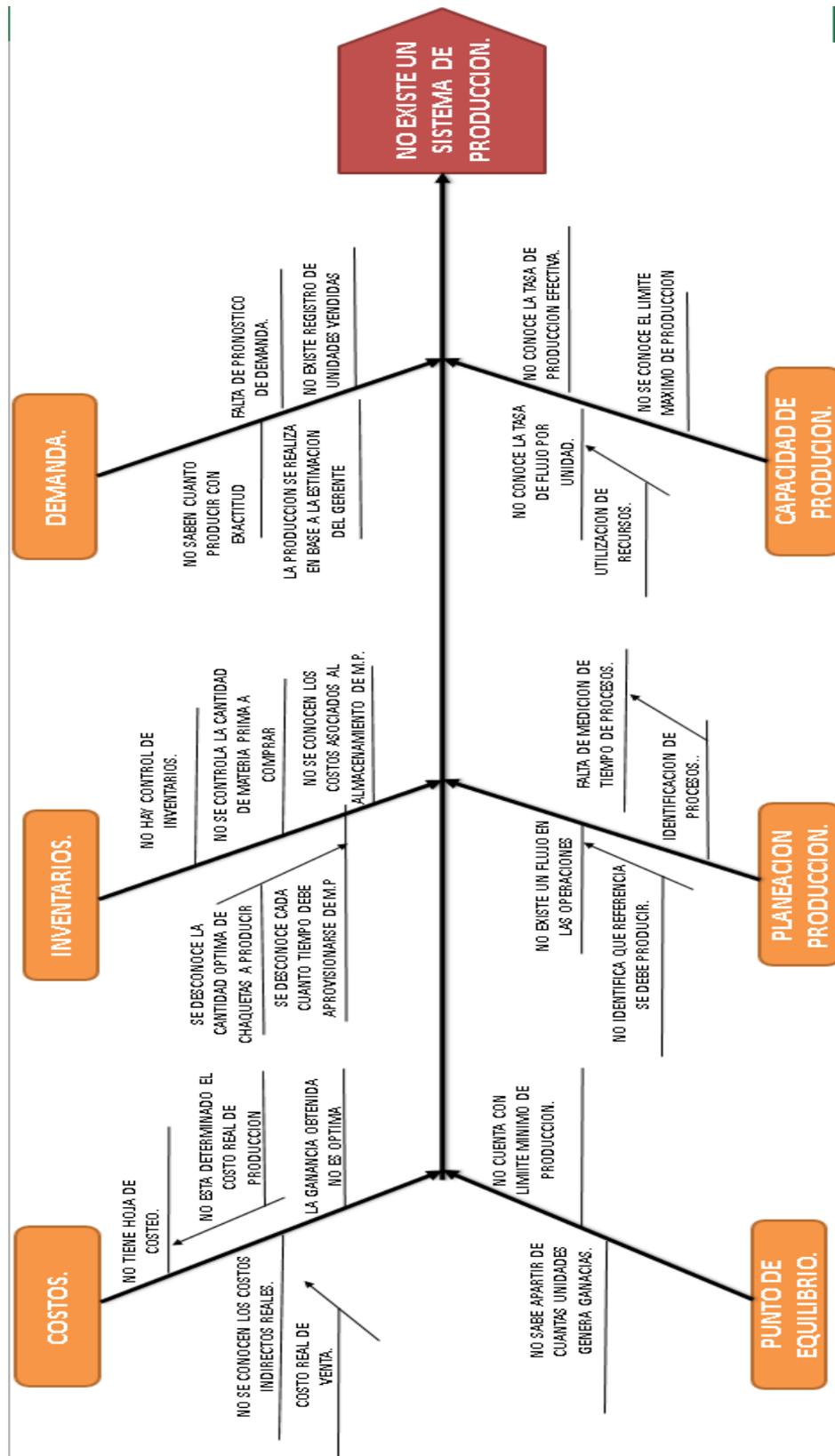


Diagrama de Ishikawa

9.2 Hoja de costeo

Partiendo de que la empresa no cuenta con un manejo adecuado de los costos de producción, se elabora una hoja de costeo identificando los costos fijos y variables para determinar el valor real de producir una unidad de cada referencia de chaqueta, identificando si el costo de venta actual tiene un comportamiento positivo, frente al margen de utilidad que le genera la venta de cada chaqueta.

La hoja de costeo se realizó teniendo en cuenta:

Referencia que se está fabricando.

Cantidad de unidades producidas al mes.

Costos directos e indirectos.

Cantidad de materia prima utilizada.

Unidad de compra.

Con los parámetros anteriores se establece la hoja de costeo, en el caso de la empresa Diseños y confecciones S&D, se realiza la hoja de costeo para los productos:

Ref. 1 Gabán (Ver. Tabla 1)

Ref. 2 Semigabán (Ver. Tabla 2)

Hoja De Costeo				
Empresa: S & D diseños y confecciones			Fecha:	17/08/2016
Producto: Ref. 1. Gabán			Unidad Costeo: 1	
Precio De Ventas:	\$30.000,00	Unidades Producidas Mes:		1500
Materiales Primos	Unidad de	Costo Unidad	Unidades	Costo

Directos	Compra	Compra (pesos (\$))	Utilizadas	
Tela Nylon	Metros	\$4.000,00	1,62	\$6.480,00
Guata 200	Metros	\$1.080,00	1,20	\$1.296,00
Flix	Metros	\$4.500,00	0,80	\$3.600,00
Briony	Metros	\$1.400,00	0,30	\$420,00
Cuerina	Tiras	\$650,00	1,00	\$650,00
Resorte	Tiras	\$700,00	1,00	\$700,00
Peluche	Tiras	\$1.200,00	1,00	\$1.200,00
Marquilla	Unidad	\$200,00	1,00	\$200,00
Elástico	Unidad	\$25,00	6,00	\$150,00
Cartón	Unidad	\$170,00	1,00	\$170,00
Botones	Unidad	\$104,00	12,00	\$1.248,00
Guata 300	Metros	\$1.508,00	0,30	\$452,40
Cremallera	Unidad	\$350,00	2,00	\$700,00
Sliders	Unidad	\$150,00	2,00	\$300,00
Plaqueta	Unidad	\$350,00	1,00	\$350,00
TOTAL, COSTO DIRECTOS MP				\$17.916,40
Mano de Obra Directa				
		\$819,53		
				\$819,53
Otros Costos Directos				
Confección		\$6.000,00		
				\$6.000,00
TOTAL, COSTO DIRECTO				\$24.735,93
COSTOS INDIRECTOS				
Sueldo Operarios		\$2.868.362,00		
Servicios Públicos		\$65.000,00		
Imprevistos		\$440.000,00		
Transporte		\$500.000,00		
Arriendo		\$1.200.000,00		
Mantenimiento		\$8.333,33		
Gastos Administrativos		\$2.000.000,00		
Total				\$7.081.695
Costo Indirecto Unitario				\$2.023
Costo total Producción				\$26.759,27

Tabla 5 Hoja de costeo Ref. 1 Gabán

Hoja De Costeo				
Empresa: S & D diseños y confecciones			Fecha:	17/08/2016
Producto: Ref. 2 Semigabán			Unidad Costeo: 1	
Precio De Ventas:	\$26.000,00	Unidades Producidas Mes:		2000
Materiales Primos	Unidad de	Costo Unidad	Unidades	Costo
Directos	Compra	Compra (pesos (\$))	Utilizadas	
Tela Nylon	Metros	\$4.000,00	1,35	\$5.400,00
Guata Prensada	Metros	\$1.163,00	1,00	\$1.163,00
Flix	Metros	\$4.500,00	0,70	\$3.150,00
Briony	Metros	\$1.400,00	0,30	\$420,00
Resorte	Metros	\$700,00	1,00	\$700,00
Peluche	Tiras	\$900,00	1,00	\$900,00
Marquilla	Unidad	\$200,00	1,00	\$200,00
Elástico	Unidad	\$25,00	1,00	\$25,00
Cartón	Unidad	\$170,00	1,00	\$170,00
Cremalleras	Unidad	\$350,00	2,00	\$700,00
Broches	Unidad	\$38,00	5,00	\$190,00
Tapas	Unidad	\$60,00	4,00	\$240,00
Sliders	Unidad	\$150,00	2,00	\$300,00
Guata 300	Metros	\$1.508,00	0,30	\$452,40
TOTAL, COSTO DIRECTOS MP				\$14.010,40
Mano de Obra Directa				
		\$819,53		
				\$819,53
Otros Costos Directos				
Confección		\$6.000,00		
				\$6.000,00
TOTAL, COSTO DIRECTO				\$20.829,93
COSTOS INDIRECTOS				
Sueldo Operarios		\$2.868.362,00		
Servicios Públicos		\$65.000,00		
Imprevistos		\$440.000,00		
Transporte		\$500.000,00		
Arriendo		\$1.200.000,00		
Mantenimiento		\$8.333,33		
Gastos Administrativos		\$2.000.000,00		
Total				\$7.081.695

Costo Indirecto Unitario				\$2.023
Costo total Producción				\$22.853,27

Tabla 6 Hoja de costeo Ref. 2 Semigabán

La hoja de costeo representa el costo de producción para determinar el precio real de venta.

Costos Fijos	\$7.081.695
Costos Variables	\$22.782,93
Precio Venta	\$28.000,00

Tabla 7 Costos

Con la hoja de costeo se evidencia que no se está incurriendo en pérdidas, pero se tiene un porcentaje muy bajo en la rentabilidad con un 11% en Gabán y un 12% en Semigabán.

9.2 Capacidad de producción

Para la empresa S & D la capacidad de producción es fundamental, pero actualmente no se tiene un estimado del porcentaje de eficiencia; desconociendo así el límite máximo a producir con los recursos que se tienen, lo cual no cerciora de que sea posible cumplir la demanda y el volumen de ventas que se puede tener en dado caso de necesitar más de lo que se produce.

Para llevar el registro de los satélites y el volumen de producción diaria se obtuvieron tiempos de demora del producto en el proceso de confección y se registró las unidades mes producidas en los satélites para determinar las horas diarias y el total de productos elaborados por los satélites diarios, para ayudar a la programación de producción.

Para determinar las unidades día se toman las unidades mes y se dividen por el número de días trabajados. En nuestro caso, son 2 días trabajados por semana, cada uno de 24 horas para un total de 8 días mensuales trabajados por los satélites.

$$UD = \frac{UM}{DT}$$

UD: unidades días en cada satélite

UM: unidades mes en cada satélite

DT: días trabajados en nuestro caso son dos por semana cada uno de 24 horas para un total de 8 días mensuales trabajados.

SATELITE	UNIDADES MES.	UNIDADES DIA.	TIEMPO
1	95	11,875	24
2	411	51,375	24
3	276	34,5	24
4	264	33	24
5	174	21,75	24
6	190	23,75	24
7	92	11,5	24
8	60	7,5	24
9	102	12,75	24
10	112	14	24
11	60	7,5	24
12	168	21	24
13	140	17,5	24
14	125	15,625	24
15	96	12	24
16	225	28,125	24
17	113	14,125	24
18	75	9,375	24
19	71	8,875	24
20	75	9,375	24
21	75	9,375	24
22	68	8,5	24
23	68	8,5	24
24	119	14,875	24
Total	3254	406,75	576
productos	5,649305556		

Tabla 8 Unidades Producidas

TIPOS DE PROCESOS	TIEMPO HORAS	UNIDADES	PERSONAS	TOTAL, DE
-------------------	--------------	----------	----------	-----------

				HORAS
TRAZADO.	2,5	1950	1	2,5
ESTENDIDO.	8	1950	2	16
CORTE.	3	1950	2	6
CORTE GUATA.	4,3	1950	2	8,6
GUATA PRENSADA.	7,8	1950	1	7,8
FORRO MANGAS.	58,5	1950	1	58,5
FLIX	13,92	1950	1	13,92
SATELITE.	345	1950	24	345
SELECCION POR COLOR.	5	1950	3	15
ACABADOS.	39	1950	5	195
TOTAL	487,02	1950	5	668,32

Tabla 9 Tipos de proceso

La tabla anterior refleja el tiempo que transcurre hasta el fin del proceso. Esta capacidad está diseñada para un promedio de 1950 unidades mensuales.

Para hallar la capacidad se tiene en cuenta diversas variables en el proceso:

- # Número de máquinas con la que cuenta la empresa
 - Días del mes trabajados
 - Horas del día trabajadas.

Para hallar la capacidad diseñada se procedió a obtener respecto a los tiempos de proceso y las unidades producidas en ese lapso de tiempo se determinó que se realizan 2,9177 U/H con este resultado precedimos a hallar la capacidad diseñada.

$$CPD = \frac{UP * \#MQ * D * H}{TP}$$

CPD: capacidad diseñada.

UP: unidades producidas.

TP: tiempo de procesos.

#MQ: número de máquinas utilizadas por la empresa

D: días trabajados

H: horas de trabajo

# De Maquinas	Chaquetas /Horas.	Día/ Mes.	Horas Del Día	Capacidad Propuesta/ Diseñada.	Eficiencia.	Capacidad Efectiva.	Capacidad Real.	Utilización .	Eficiencia.
5	2,91776394	26	8	3034,5	0,85	2579,3	2448,3	81%	95%
5	2,91776394	25	8	2917,8	0,85	2480,1	2448,3	84%	99%
5	2,91776394	27	8	3151,2	0,85	2678,5	2448,3	78%	91%

Tabla 10 Capacidad diseñada

La capacidad efectiva se determina a partir de la capacidad diseñada y la efectividad real, la cual es de 85%, Esta capacidad efectiva es la que puede alcanzar la empresa, y así aumentar la rentabilidad y ser competitiva en el mercado.

A continuación, se halla la eficiencia que se determina a partir de la capacidad real sobre la capacidad efectiva determinando el nivel de eficiencia con el que se utiliza la capacidad obteniendo el factor de utilización de la misma.

$$CPE = CPD * EF$$

CPE: capacidad de producción efectiva.

CPD: capacidad de producción diseñada.

EF: eficiencia en cuanto a la pérdida de diferentes procesos que es 85%.

FACTOR DE UTILIZACION.

$$FU = \frac{CPR}{CPD}$$

FU: factor de utilización.

CPR: capacidad de producción real determinada por la demanda.

CPD: capacidad de producción diseñada.

Mes	Capacidad efectiva.	Capacidad propuesta.	Capacidad real.
Enero	2579	3034	2448,3
Febrero	2480	2918	2448,3
Marzo	2679	3151	2448,3
Abril	2579	3034	2448,3
Mayo	2579	3034	2448,3
Junio	2579	3034	2448,3
Julio	2579	3034	2448,3
Agosto	2679	3151	2448,3
Septiembre	2579	3034	2448,3
Octubre	2579	3034	2448,3
Noviembre	2579	3034	2448,3
Diciembre.	2679	3151	2448,3
	Covarianza.	3859	
	varianza	58483	

Tabla 11 Capacidad Diseñada

La tabla 11 determina la capacidad efectiva propuesta, como la real; la cual muestra la variación mensual y la capacidad que se puede obtener mensualmente; arrojando una covarianza donde se concluye que existe relación entre los datos ya que define un valor positivo y por encima de los valores.

Demanda	Capacidad Efectiva	Capacidad producción	Capacidad real	Punto Equilibrio	P. CP VS	P. CE VS CR.

					CE.		
2264	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
2388	2626	2918	2448,3	1357,4	90%	83,9%	
2167	2836	3151	2448,3	1357,4	90%	77,7%	
2196	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
2263	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
2270	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
2162	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
2224	2836	3151	2448,3	1357,4	90%	77,7%	
2209	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
2369	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
3108	2731	3034	2448,3	1357,4	90%	80,7%	
3760	2836	3151	2448,3	1357,4	90%	77,7%	Crecimiento.
	2749	3054			90%	80,2%	9,8%

Tabla 12 Crecimiento de la capacidad

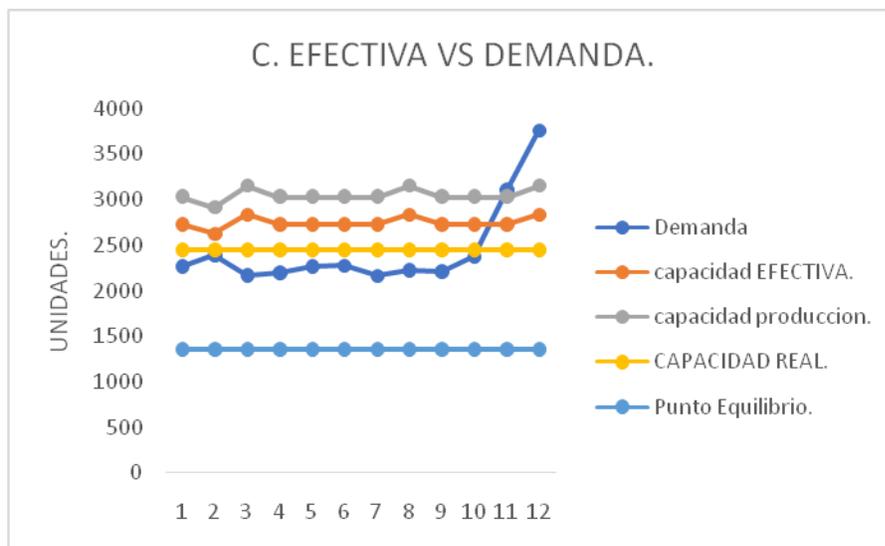
Se tiene una comparación entre las capacidades y la demanda de la empresa, realizando una representación porcentual respecto a la capacidad diseñada y la capacidad efectiva, al igual entre la capacidad efectiva y la capacidad real obteniendo un crecimiento de 9,8% entre la capacidad efectiva que es la seleccionada a utilizar con los modelos propuestos.

Determinando así la capacidad de producción con la que cuenta la empresa, para saber el punto de producción para cumplir con la demanda y el volumen de ventas que se puede tener en dado caso de necesitar, más de lo que se produce.



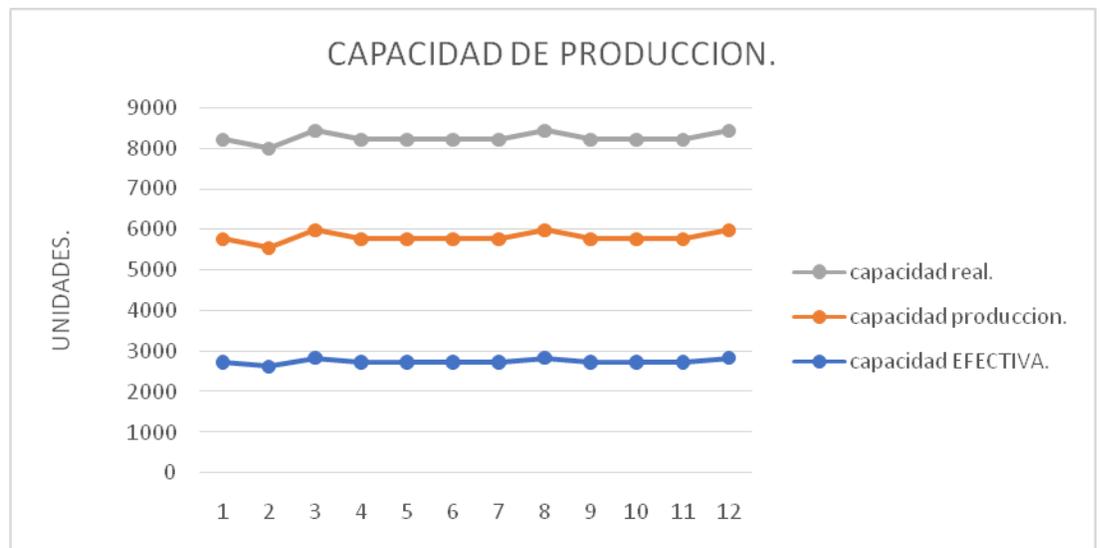
Capacidad vs punto de equilibrio

Esta grafica describe el comportamiento de las capacidades con el punto de equilibrio dejando observar de una manera clara y concisa la diferencia entre cada una de ellas con el fin de mostrar la gran rentabilidad con la que cuenta la empresa.



Capacidad efectiva vs demanda

La gráfica capacidad efectiva vs demanda describe el comportamiento de las diferentes capacidades obtenidas y encontrando otros dos factores de los cuales depende la capacidad como lo son la demanda el punto de equilibrio obteniendo que la empresa no genera pérdidas gracias a que la capacidad esta por el encima del punto de equilibrio y la demanda está por debajo de la capacidad, con excepción en los meses de mayor flujo como lo es noviembre y diciembre donde la demanda sobrepasa la capacidad, pero gracias al inventario de meses anteriores se logra suplir esos meses de incidencia arrastrándolos para compensar los meses de estacionalidad obteniendo una empresa más competitiva al mercado cambiante.



Capacidad real vs capacidad producción vs capacidad efectiva.

Obteniendo una covarianza mayor lo que indica que la correlación es directa de la cual podemos determinar que: existe suficiente evidencia estadística para creer que la capacidad crece en un 9,8% si se adoptan los modelos propuestos.

9.2.1 Punto de Equilibrio

Se encuentra que en la empresa muchas veces estuvo en riesgo de desaparecer ya que no se tenía certeza de saber que tantas unidades deberían vender para mantenerse en el mercado; a partir de este argumento se optó por calcular el punto de equilibrio para saber cuál es el límite mínimo que debe vender para no generar pérdidas.

Es una herramienta financiera que permite determinar el momento en el cual las ventas cubrirán exactamente los costos, expresándose en valores, porcentaje y/o unidades, además muestra la magnitud de las utilidades o pérdidas de la empresa cuando las ventas excedan o caen por debajo de este punto, de tal forma que este viene a ser un punto de referencia a partir del cual un incremento en los volúmenes de venta generará utilidades, pero también un decremento ocasionará pérdidas, por tal razón se deberán analizar algunos aspectos importantes como son los costos fijos, costos variables y las ventas generadas.

El punto de equilibrio está determinando el número de ventas que debemos realizar para cubrir costos y gastos en un periodo determinado en la empresa Diseños y Confecciones S&D. El punto de equilibrio de la empresa es de 1357 unidades mes para cubrir nuestros gastos y costos, conociendo la demanda se puede determinar que es una empresa estable y que genera una buena rentabilidad. En la tabla 9 se obtiene el total de

costos fijos y variables, precio de venta, total de ingresos y costos variables determinando el punto de equilibrio:

Costos Fijos	\$7.081.695,33
Costos Variables	\$22.782,93
Precio Venta	\$28.000,00
Punto Equilibrio	1357,409052
Costos Variable total	\$30.925.758,14
Ingreso total	\$38.007.453,47

Tabla 13 Costos-Punto de equilibrio

$$Pe = CF / (PVU - CVU)$$

Pe: punto de equilibrio (unidades a vender de tal modo que los ingresos sean iguales a los costos).

CF: costos fijos.

PVU: precio de venta unitario.

CVU: costo variable unitario.

9.3 Pronósticos

Debido a que la producción actual es realizada bajo suposiciones del dueño de la empresa, no es posible conocer con exactitud la cantidad necesaria de chaquetas a producir para cubrir la demanda mensual.

Por esta razón se planeó la demanda del año 2016 mediante pronósticos.

Período	Mes	Ventas mensuales
1	ene-15	2264
2	feb-15	2388
3	mar-15	2167
4	abr-15	2196
5	may-15	2263
6	jun-15	2270
7	jul-15	2162
8	ago-15	2224
9	sep-15	2209
10	oct-15	2369
11	nov-15	3108
12	dic-15	3760

Tabla 14 Demanda real año 2015

En el plano empresarial, el pronóstico, es la predicción de lo que sucederá con un elemento determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones.

En el caso de la empresa, los pronósticos sirven para predecir las futuras demandas y poder establecer el nivel de producción.

Para la predicción de la demanda del año 2016 se establecen tres modelos de pronósticos, todos con una esperanza matemática para establecer cuál es el modelo más apropiado y sugerido para implementar en la empresa, siendo estos:

- Modelo de regresión lineal simple
 - Modelo de Arima
- Modelo de suavización doble

9.3.1 Modelo Regresión lineal

Según Sipper, “en la regresión lineal, posee dos variables una variable conocida como variable dependiente que está relacionada con una o más variables independientes por medio de una ecuación lineal”.

La variable dependiente (como la demanda de las chaquetas) es la que se desea pronosticar. Se supone que las variables independientes (como los costos de ventas) influyen en la variable dependiente y, por ende, son la “causa” de los resultados observados.

Teniendo en cuenta que la regresión lineal es una técnica estadística, empleada para determinar la relación entre variables, en este caso fue utilizada para predecir un número de fenómenos en demanda de la empresa Diseño y Confecciones S&D, obteniendo con el diagrama de dispersión una idea óptima sobre el tipo de relación entre las variables

obtenido una relación positiva ya que a medida de que aumenta las ventas los costos tiene una buena tendencia en margen de rentabilidad y es analizada con el modelo de predicción de Arima y Suavización exponencial doble, reflejando cuál es más similar a la demanda real.

Para el cálculo de predicción por regresión lineal:

$$y = a + bx$$

Calculando el valor de a y b, donde:

Y= variable dependiente

X= variable independiente

a= intersección de la recta con el eje

b= pendiente de la recta

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2} \qquad a = \bar{y} - b \bar{x}$$

Determinando el error de pronóstico, con las debidas mediciones del error.

Suma acumulada de errores de pronostico

$$CFE = \sum E_t$$

Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n}$$

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(E_t - \bar{E})^2}{n-1}}$$

Desviación media absoluta

$$\text{MAD} = \frac{\sum|E_t|}{n}$$

Error porcentual medio absoluto

$$\text{MAPE} = \frac{(\sum|E_t|/D_t)(100)}{n} \text{ (expresado como porcentaje)}$$

Realizando así el modelo de regresión lineal se obtiene:

7

Familia												
Período	Mes	x	y	xy	x^2	y^2	Pronóstico 2016	y=ax+b	Error absoluto	Error % absº	Sumatoria Error Absº	MAD
	Ventas mensuales	Costo Total Mes						Pronóstico Mes				
1	ene-15	\$63.192.000,00	2264	143066688000,00	3993228864000000,00	5125696	ene-16	2263	1,3310	0,06%	1,3310	1,3310
2	feb-15	\$66.656.000,00	2388	159174528000,00	4443022336000000,00	5702544	feb-16	2386	1,6738	0,07%	3,0048	1,5024
3	mar-15	\$60.794.000,00	2167	131740598000,00	3695910436000000,00	4695889	mar-16	2177	10,0656	0,46%	13,0704	4,3568
4	abr-15	\$61.348.000,00	2196	134720208000,00	3763577104000000,00	4822416	abr-16	2197	0,8422	0,04%	13,9126	3,4782
5	may-15	\$63.138.000,00	2263	142881294000,00	3986407040000000,00	5121169	may-16	2261	2,2587	0,10%	16,1713	3,2343
6	jun-15	\$63.576.000,00	2270	144317520000,00	4041907776000000,00	5152900	jun-16	2276	6,3770	0,28%	22,5483	3,7580
7	jul-15	\$60.292.000,00	2162	130351304000,00	3635125264000000,00	4674244	jul-16	2159	2,8547	0,13%	25,4029	3,6290
8	ago-15	\$61.896.000,00	2224	137656704000,00	3831114816000000,00	4946176	ago-16	2216	7,5954	0,34%	32,9983	4,1248
9	sep-15	\$61.622.000,00	2209	136122998000,00	3797270884000000,00	4879681	sep-16	2207	2,3766	0,11%	35,3749	3,9305
10	oct-15	\$66.094.000,00	2369	156576686000,00	4368416836000000,00	5612161	oct-16	2366	2,7359	0,12%	38,1108	3,8111
11	nov-15	\$87.080.000,00	3108	270644640000,00	7582264000000000,00	9659664	nov-16	3115	7,4184	0,24%	45,5292	4,1390
12	dic-15	\$105.028.000,00	3760	394905280000,00	11030880784000000,00	14137600	dic-16	3756	3,8772	0,10%	49,4064	4,1172
Totales		\$820.716.000,00	29380	2082158448000,00	58169788544000000,00	74530140		29380	49,4064	2,05%		41,4123
Promedio		68393000,0	2448,3					2448	4,11720			3,45
n		12							MAPE	0,171%		
a (b1)		0,000035698										
b (b0)		6,85										

Tabla 15 Pronóstico regresión lineal

Representando la demanda gráficamente se observa un comportamiento normal, donde su mayor estacionalidad comienza desde el periodo 10(mes de octubre) al periodo 12(mes de diciembre), siendo en este periodo el mayor incremento en ventas.

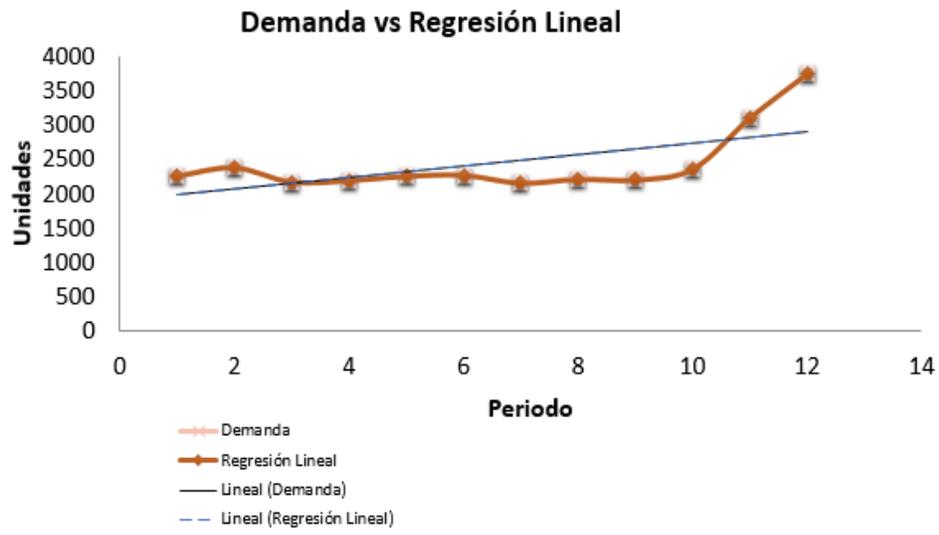


Gráfico 4, Pronóstico. Demanda vs Regresión Lineal

Evaluando la línea de tendencia del pronóstico de regresión lineal denota que es el modelo ideal ya que coincide con el comportamiento de la demanda y cumple las condiciones de tendencia, permitiendo ser flexible, y su impresión grafica para tomar una decisión demuestra el mismo comportamiento de la demanda y se sugiere estadísticamente que es un modelo factible de aplicación.

Se realiza un análisis estadístico para analizar los residuales, y datos erróneos mediante la herramienta XLSTAT.

Estadísticos descriptivos (Datos cuantitativos):

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Ventas mensuales	12	0	12	2162,00	3760,000	2448,33	485,995
Costo Total Mes	12	0	12	6029200	10502800	6839300	1361335
				0,000	0,000	0,000	9,601

Matriz de correlaciones:

	Costo Total Mes	Ventas mensuales
Costo Total Mes	1	1,000
Ventas mensuales	1,000	1

Regresión de la variable Ventas mensuales:

Estadísticos de bondad del ajuste (Ventas mensuales):

Observaciones	12,000
Suma de los pesos	12,000
GL	10,000
R ²	1,000
R ² ajustado	1,000
MEC	30,140
RMSE	5,490
MAPE	0,171
DW	2,233
Cp	2,000
AIC	42,683
SBC	43,652

PC

0,000

Análisis de varianza (Ventas mensuales):

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Modelo	1	2597805,262	2597805,262	86190,006	< 0,0001
Error	10	301,404	30,140		
Total, corregido	11	2598106,667			

Calculado contra el modelo $Y = \text{Media}(Y)$

Parámetros del modelo (Ventas mensuales):

Fuente	Valor	Error estándar	T	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Intercepción	6,853	8,466	0,809	0,437	-12,010	25,716
Costo Total Mes	0,000	0,000	293,581	< 0,0001	0,000	0,000

Ecuación del modelo (Ventas mensuales):

Ventas mensuales = 6,8526592037083 + 3,56978151876599E-05 * Costo Total Mes

Coeficientes estandarizados (Ventas mensuales):

Fuente	Valor	Error estándar	T	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Costo Total Mes	1,000	0,003	293,581	< 0,0001	0,992	1,008

Análisis de los residuales

Observación	Pronóstico para Y	Residuos	Residuos estándares	Residuos Val. Abso
1	2262,668997	1,331003458	0,254273256	1,331003458
2	2386,326228	1,673771648	0,319755268	1,673771648
3	2177,065636	-10,06563572	-1,922926613	10,06563572
4	2196,842225	-0,842225336	-0,160897688	0,842225336
5	2260,741315	2,258685478	0,431496483	2,258685478
6	2276,376958	-6,376957574	-1,218246097	6,376957574
7	2159,145332	2,854667502	0,545352153	2,854667502
8	2216,404628	7,595371941	1,451010472	7,595371941
9	2206,623427	2,376573302	0,454017628	2,376573302
10	2366,264056	2,735943783	0,52267132	2,735943783
11	3115,418406	-7,418405745	-1,417203068	7,418405745
12	3756,122793	3,877207267	0,740696886	3,877207267

Realizando Prueba t-student para corroborar si se acepta o rechaza la hipótesis nula, se obtiene:

Estadísticos descriptivos:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Ventas mensuales	12	0	12	2162,00 0	3760,00 0	2448,33 3	485,995

Prueba t para una muestra / Prueba unilateral a la izquierda:

Intervalo de confianza para la media al 95%:

	2700,287
] -Inf. [
Diferencia	2448,333
t (Valor observado)	17,451
t (Valor crítico)	-1,796
GL	11
valor-p (unilateral)	1,000
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

H0: La diferencia entre las medias es igual a 0.

Ha: La diferencia entre las medias es inferior a 0.

Puesto que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0,05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.

El riesgo de rechazar la hipótesis nula H0 cuando es verdadera es de 100,00%.

Realizando el análisis con la prueba t-student se determina que se no se rechaza la hipótesis nula, es decir se acepta el modelo sugerido de pronóstico por regresión lineal.

9.3.2 Modelo Arima

El modelo de Arima, significa modelos auto regresivas integrado de medias móviles; permitiendo describir un valor como una función lineal de datos anteriores y errores debidos al azar, además que puede incluir un componente cíclico o estacional.

El modelo Arima en la empresa es desarrollado con la ayuda del XLSTAT; con el desarrollo del mismo se obtiene:

Estadísticos descriptivos:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Ventas mensuales	12	0	12	2162	3760	2448,333333	485,9953859

Estadísticos de bondad del ajuste:

Observaciones	12
GL	10
SEC	1178606,908
MEC	98217,242
RMSE	313,396
Varianza RB	98217,242
MAPE(Dif)	7,394
MAPE	7,394
-2Log(Vero.)	176,558
FPE	116074,923
AIC	180,558
AICC	181,891
SBC	181,528
Iteraciones	1,000

Parámetros del modelo:

Parámetro	Valor	Error típico Hess.	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Constante	0	3661,08868	7175,601956	7175,601956

Predicciones y residuos:

Observaciones	Ventas mensuales	ARIMA (Ventas mensuales)	Residuos	Residuos estandarizados
1	2264,000	2032,926	231,074	0,737
2	2388,000	2252,177	135,823	0,433
3	2167	2375,529368	-208,5293678	-0,66538554
4	2196	2155,683476	40,31652425	0,128643905
5	2263	2184,532032	78,46796828	0,250379368
6	2270	2251,182144	18,8178562	0,060044921
7	2162	2258,145588	-96,14558835	-0,306785969
8	2224	2150,709587	73,29041321	0,233858577
9	2209	2212,38581	-3,385809904	-0,010803605
10	2369	2197,464143	171,535857	0,547344865
11	3108	2356,62859	751,3714102	2,397512046
12	3760	3091,769378	668,2306218	2,132222418

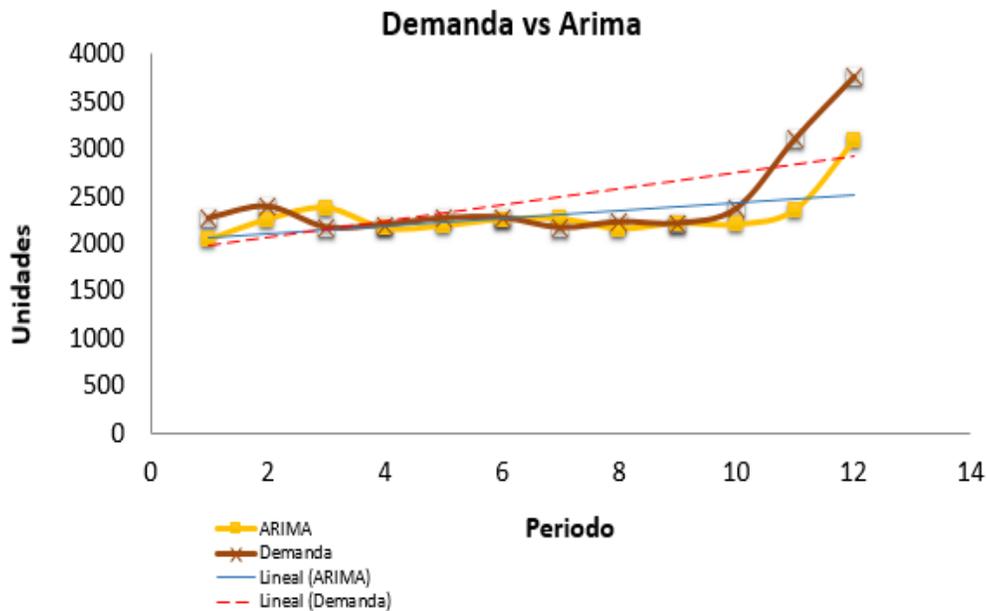


Gráfico 5, Pronóstico modelo Arima vs Demanda

El modelo refleja que el pronóstico de Arima copia un poco el comportamiento de la demanda, las líneas de tendencia demuestran inflexión, reflejando que la línea de tendencia de demanda se separa de la línea de tendencia del pronóstico generando una inflexión muy alta desde el período 4, estableciendo en el tiempo una brecha grande, existiendo un nivel amplio de error.

9.3.3 Modelo Suavización doble

Es un modelo de estimación exponencial que atenúa directamente la tendencia al obtener la diferencia entre los valores sucesivos (de la atenuación exponencial), para pronosticar a futuro hacia n periodos.

Para el cálculo de predicción Holt Winter:

$$F_t = aA_{t-1} + a(1-a)A_{t-2} + a(1-a)^2A_{t-3} + a(1-a)^3A_{t-4} + \dots + a(1-a)^{t-1}A_0$$

• F_t = Valor del pronóstico

• A_t = Valor real

a = Constante de Suavizamiento ($0 < a < 1$)

$$F_t = F_{t-1} + a(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Se hace necesario el manejo adecuado de los aspectos de periodicidad, estacionalidad y tendencia, realizado con la herramienta de XLSTAT.

Estadísticos descriptivos:

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Ventas mensuales	12	0	12	2162,000	3760,000	2448,333	485,995

Estadísticos de bondad del ajuste (Ventas mensuales):

Estadístico	Valor
Observaciones	12,000
GL	10,000
SEC	551697,523
MEC	55169,752
RMSE	234,882
MAPE	14,915
MPE	-6,135
MAE	366,893
R ²	0,785

Parámetros del modelo (Ventas mensuales):

Estadístico	Parámetro
Alfa	1,111
S1	2264,000
S2	2264,000

Series antes y tras suavización (Ventas mensuales):

Período	PRONÓSTICO		
	Ventas mensuales	Exponencial (Ventas mensuales)	Residuos
1	2264,000		
2	2388,000	4528,000	-2140,000
3	2167,000	2313,042	-146,042
4	2196,000	1889,872	306,128
5	2263,000	2291,267	-28,267
6	2270,000	2327,499	-57,499
7	2162,000	2263,865	-101,865
8	2224,000	2030,638	193,362
9	2209,000	2327,738	-118,738
10	2369,000	2169,987	199,013
11	3108,000	2571,786	536,214
12	3760,000	3968,695	-208,695

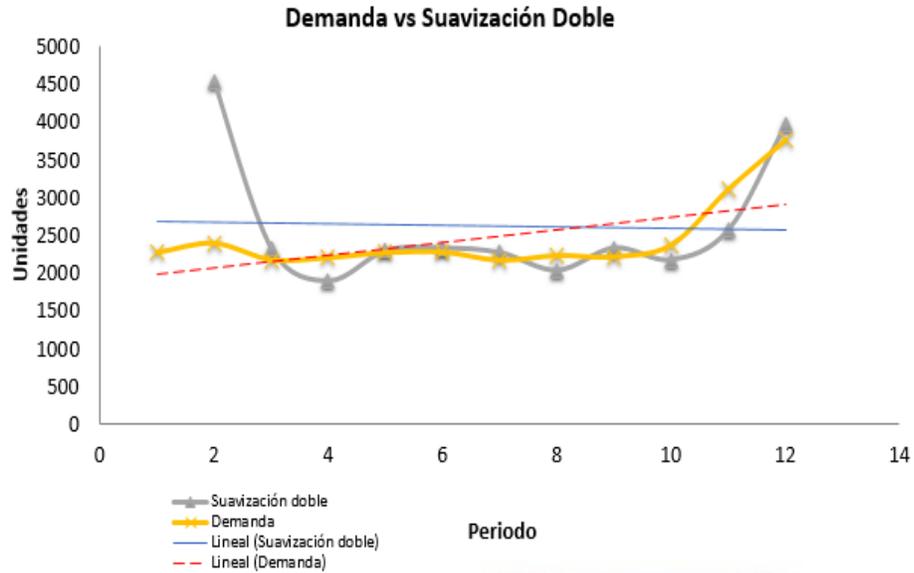


Gráfico 6. Pronóstico, Demanda vs Suavización Doble.

La suavización doble representa un comportamiento parejo, denotando que la demanda tiene un comportamiento estacional, existiendo evidencia gráfica donde visualmente no podría ser un modelo óptimo, pero desde el periodo 8 se ajusta generando una nueva inflexión.

9.3.4 Señal de rastreo.

La señal de rastreo es una medida que indica si un método de pronóstico está previendo con precisión los cambios reales de la demanda. La señal de rastreo mide el número de las MAD representadas por la suma acumulada de errores de pronóstico, es decir, la CFE. La CFE tiende a ser 0 cuando se utiliza un sistema de pronóstico correcto.

$$\text{Señal de rastreo} = \frac{\text{SAEP}}{\text{DAM}}$$

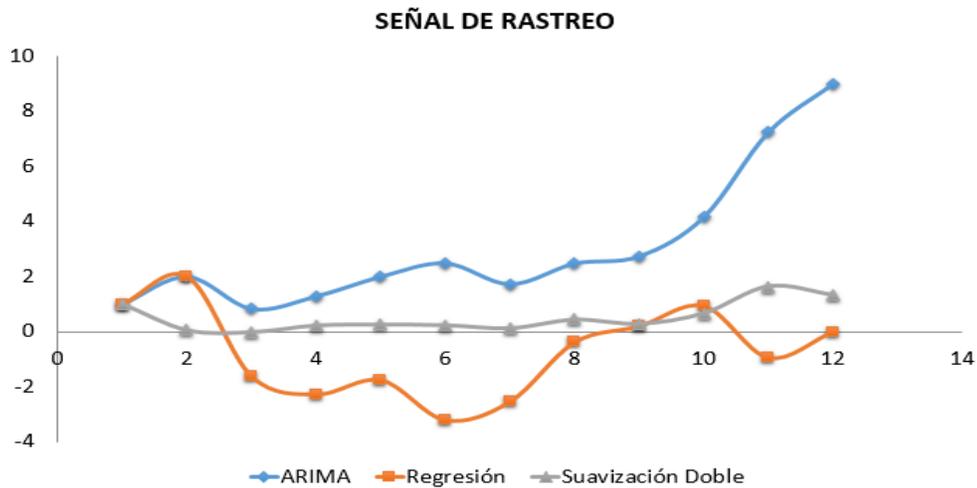


Gráfico 7, Señal de rastreo de los pronósticos.

La señal de rastreo indica el rango de error en el que se puede encontrar teniendo un límite entre (-4, +4); reflejando un comportamiento más estable de los datos del modelo de suavización doble, siendo más rígidos los mismos; mientras que el comportamiento de los datos de la regresión lineal son más flexibles y se mantienen dentro del rango establecido. Por modelamiento matemático la regresión lineal desde el período 8 empezará a ser más rígido hasta el periodo 12, por lo cual como la empresa está comenzando e implementando se toma el modelo de regresión lineal debido a la flexibilidad que le brinda a la empresa.

9.4 Plan maestro de producción (MPS)

El plan maestro de producción, en adelante MPS, se utiliza para indicar las cantidades de cada producto que deben fabricarse en cada uno de los intervalos en que se ha dividido el horizonte de producción. El MPS se realizó a partir de la necesidad de establecer las decisiones operativas a tomar, partiendo que en la empresa de estudio se desconocía la cantidad exacta de chaquetas a producir y los tiempos en que se debía producir esa cantidad, sin exceder la capacidad.

Para la aplicación de este modelo, es necesario conocer el tiempo estándar de producción de cada referencia de chaquetas. El tiempo estándar para producir un gabán es de 0,12 horas y el tiempo para Semigabán es de 0,09 horas, además se determinó la capacidad instalada dada en horas x semana (8,67 h).

El MPS se realizó a un horizonte de producción 12 meses y se programaron las unidades a producir por semanas, debido a que el modelo es más acertado de esta manera. El plan maestro de producción, ayuda a programar las unidades a producir, sin exceder la capacidad de producción y cumpliendo sin exceder el tiempo de trabajo de los operarios (8 horas).

	SEMANAS					TOTAL
	0	1	2	3	4	
1						
PRONOSTICO		249	288	290	252	1082
MPS						1081

POH – INV	1817	1568	1280	990	738	
2						
PRONOSTICO		269	290	320	303	1182
MPS						1182
POH – INV	1943	1674	1384	1064	761	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 16 Programación semana 1 a 4

La intención de planear mediante el MPS es que se pueda suplir la demanda de una semana con el inventario que queda de la semana anterior. Como se puede observar, para las primera 4 semanas no existe un déficit por tanto no se aplica MPS. La semana de la 4 a la 8, se muestra a continuación:

	SEMANAS					TOTAL
	4	5	6	7	8	
1						
PRONOSTICO		256	294	285	307	1142
MPS						1140
POH – INV	737	481	187	-98	-405	
2						
PRONOSTICO		295	340	296	315	1246
MPS						1246
POH – INV	761	466	126	-170	-485	
CAPACIDAD ESTIMADA		620	620	620	620	

Tabla 17 MPS semana 1 a 4

Como se puede observar, se presenta un déficit en la 7 y 8; por tanto, para estas semanas se debe aplicar MPS, para determinar la cantidad optima a producir, como se observa a continuación:

	SEMANAS	TOTAL
--	---------	-------

	4	5	6	7	8	
1						
PRONOSTICO		256	294	285	307	1142
MPS				472	668	1140
POH – INV	737	481	187	374	735	
2						
PRONOSTICO		295	340	296	315	1246
MPS				257	989	1246
POH – INV	761	466	126	87	761	
CAPACIDAD ESTIMADA		620	620	620	620	

Tabla 18 Programación semana 5 a 8

En resumen;

MPS RESUMEN FEBRERO					
ART	5	6	7	8	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	472	668	0,09283077
Semi Gabán	0	0	257	989	0,12738189
TOTAL	0	0	729	1657	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	76,6	188,0	
Déficit	480,0	480,0	403,4	292,0	

Tabla 19 Resumen MPS semana 5 a 8

En adelante, se programan el resto de semanas del año y cuando se presente déficit se aplicará el MPS. Esto se observa a continuación:

	SEMANAS					TOTAL
	8	9	10	11	12	
1						
PRONOSTICO		283	271	264	295	1113
MPS						1118
POH – INV	735	452	181	-83	-378	
2						
PRONOSTICO		263	255	272	264	1054

MPS						1059
POH – INV	761	498	243	-29	-293	
CAPACIDAD ESTIMADA		669	669	669	669	

Tabla 20 Programación MPS semana 9 a 12

	SEMANAS					TOTAL
	8	9	10	11	12	
1						
PRONOSTICO		283	271	264	295	1113
MPS				559	559	1118
POH – INV	735	452	181	476	740	
2						
PRONOSTICO		263	255	272	264	1054
MPS				528	531	1059
POH – INV	761	498	243	499	766	
CAPACIDAD ESTIMADA		669	669	669	669	

Tabla 21 MPS semana 9 a 12

MPS RESUMEN MARZO					
ART	9	10	11	12	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	559	559	0,09283077
Semi Gabán	0	0	528	531	0,12738189
TOTAL	0	0	1087	1090	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	119,2	119,5	
Déficit	480,0	480,0	360,8	360,5	

Tabla 22 Resumen MPS semana 9 a 12

	SEMANAS					TOTAL
	12	13	14	15	16	
1						
PRONOSTICO		265	247	307	243	1062
MPS						1063
POH – INV	740	475	228	-79	-322	
2						
PRONOSTICO		271	287	283	293	1134
MPS						1134

POH – INV	766	495	208	-75	-368
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644

Tabla 23 Programación MPS semana 13 a 16

	SEMANAS					TOTAL
	12	13	14	15	16	
1						
PRONOSTICO		265	247	307	243	1062
MPS				535	528	1063
POH – INV	740	475	228	456	741	
2						
PRONOSTICO		271	287	283	293	1134
MPS				561	573	1134
POH – INV	766	495	208	486	766	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 24 MPS semana 13 a 16

MPS RESUMEN ABRIL					
ART	13	14	15	16	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	535	528	0,09283077
Semi Gabán	0	0	561	573	0,12738189
TOTAL	0	0	1096	1101	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	121,1	122,0	
Déficit	480,0	480,0	358,9	358,0	

Tabla 25 Resumen MPS semana 13 a 16

	SEMANAS					TOTAL
	16	17	18	19	20	
1						
PRONOSTICO		272	248	266	289	1075
MPS						1074
POH – INV	741	469	221	-45	-334	
2						
PRONOSTICO		306	313	259	310	1188
MPS						1187
POH – INV	766	460	147	-112	-422	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 26 Programación MPS semana 17 a 20

	SEMANAS					TOTAL
	16	17	18	19	20	
1						
PRONOSTICO		272	248	266	289	1075
MPS				550	524	1074
POH – INV	741	469	221	505	740	
2						
PRONOSTICO		306	313	259	310	1188
MPS				549	638	1187
POH – INV	766	460	147	437	765	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 27 MPS semana 17 a 20

MPS RESUMEN MAYO					
ART	17	18	19	20	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	550	524	0,09283077
Semi Gabán	0	0	549	638	0,12738189
TOTAL	0	0	1099	1162	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	121,0	129,9	
Déficit	480,0	480,0	359,0	350,1	

Tabla 28 Resumen MPS semana 17 a 20

	SEMANAS					TOTAL
	20	21	22	23	24	
1						
PRONOSTICO		273	267	299	300	1139
MPS						1146
POH – INV	740	467	200	-99	-399	
2						
PRONOSTICO		293	282	279	277	1131
MPS						1130
POH – INV	765	472	190	-89	-366	

CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	
--------------------	--	-----	-----	-----	-----	--

Tabla 29 Programación MPS semana 21 a 24

	SEMANAS					TOTAL
	20	21	22	23	24	
1						
PRONOSTICO		273	267	299	300	1139
MPS				586	560	1146
POH – INV	740	467	200	487	747	
2						
PRONOSTICO		293	282	279	277	1131
MPS				551	579	1130
POH – INV	765	472	190	462	764	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 30 MPS semana 21 a 24

MPS RESUMEN JUNIO					
ART	21	22	23	24	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	586	560	0,09283077
Semi Gabán	0	0	551	579	0,12738189
TOTAL	0	0	1137	1139	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	124,6	125,7	
Déficit	480,0	480,0	355,4	354,3	

Tabla 31 Resumen MPS semana 21 a 24

	SEMANAS					TOTAL
	24	25	26	27	28	
1						
PRONOSTICO		255	277	236	252	1020
MPS						1019
POH – INV	747	492	215	-21	-273	
2						
PRONOSTICO		293	271	285	293	1142
MPS						1141
POH - INV	764	471	200	-85	-378	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 32 Programación MPS semana 25 a 28

	SEMANAS					TOTAL
	24	25	26	27	28	
1						
PRONOSTICO		255	277	236	252	1020
MPS				520	499	1019
POH - INV	747	492	215	499	746	
2						
PRONOSTICO		293	271	285	293	1142
MPS				586	555	1141
POH - INV	764	471	200	501	763	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 33 MPS semana 25 a 28

MPS RESUMEN JULIO					
ART	25	26	27	28	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	520	499	0,09283077
Semi Gabán	0	0	586	555	0,12738189
TOTAL	0	0	1106	1054	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	122,9	117,0	
Déficit	480,0	480,0	357,1	363,0	

Tabla 34 Resumen MPS semana 25 a 28

	SEMANAS					TOTAL
	28	29	30	31	32	
1						
PRONOSTICO		257	268	233	260	1018
MPS						1016
POH - INV	746	489	221	-12	-272	
2						
PRONOSTICO		310	293	303	300	1206
MPS						1200
POH - INV	763	453	160	-143	-443	
CAPACIDAD ESTIMADA		669	669	669	669	

Tabla 35 Programación MPS semana 29 a 32

	SEMANAS					TOTAL
	28	29	30	31	32	
1						
PRONOSTICO		257	268	233	260	1018
MPS				508	508	1016
POH - INV	746	489	221	496	744	
2						
PRONOSTICO		310	293	303	300	1206
MPS				600	600	1200
POH - INV	763	453	160	457	757	
CAPACIDAD ESTIMADA		669	669	669	669	

Tabla 36 MPS semana 29 a 32

MPS RESUMEN AGOSTO					
ART	29	30	31	32	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	508	508	0,09283077
Semi Gabán	0	0	600	600	0,12738189
TOTAL	0	0	1108		
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	123,6	123,6	
Déficit	480,0	480,0	356,4	356,4	

Tabla 37 Resumen MPS semana 29 a 32

	SEMANAS					TOTAL
	32	33	34	35	36	
1						
PRONOSTICO		259	263	266	257	1045
MPS						1044
POH - INV	744	485	222	-44	-301	
2						
PRONOSTICO		300	294	281	289	1164
MPS						1163
POH - INV	757	457	163	-118	-407	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 38 Programación MPS semana 32 a 36

	SEMANAS					TOTAL
	32	33	34	35	36	
1						
PRONOSTICO		259	263	266	257	1045
MPS				524	520	1044
POH - INV	744	485	222	480	743	
2						
PRONOSTICO		300	294	281	289	1164
MPS				592	571	1163
POH - INV	757	457	163	474	756	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 39 MPS semana 32 a 36

MPS RESUMEN SEPTIEMBRE					
ART	33	34	35	36	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	524	520	0,09283077
Semi Gabán	0	0	592	571	0,12738189
TOTAL	0	0	1116	1091	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	124,1	121,0	
Déficit	480,0	480,0	355,9	359,0	

Tabla 40 Resumen MPS semana 33 a 36

	SEMANAS					TOTAL
	36	37	38	39	40	
1						
PRONOSTICO		279	266	300	280	1125
MPS						1123
POH - INV	743	464	198	-102	-382	
2						
PRONOSTICO		305	320	293	326	1244
MPS						1243
POH - INV	756	451	131	-162	-488	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 41 Programación MPS semana 36 a 40

	SEMANAS					TOTAL
	36	37	38	39	40	
1						
PRONOSTICO		279	266	300	280	1125
MPS				559	564	1123
POH - INV	743	464	198	457	741	
2						
PRONOSTICO		305	320	293	326	1244
MPS				614	629	1243
POH - INV	756	451	131	452	755	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 42 MPS semana 36 a 40

MPS RESUMEN OCTUBRE					
ART	37	38	39	40	Tiempo Estándar
Gabán	0	0	559	564	0,09283077
Semi Gabán	0	0	614	629	0,12738189
TOTAL	0	0	1173	1193	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	0,0	51,9	52,4	
Déficit	480,0	480,0	428,1	427,6	

Tabla 43 Resumen MPS semana 37 a 40

	SEMANAS					TOTAL
	40	41	42	43	44	
1						
PRONOSTICO		392	400	381	395	1568
MPS						1570
POH - INV	741	349	-51	-432	-827	
2						
PRONOSTICO		391	406	403	340	1540
MPS						1545
POH - INV	755	364	-42	-445	-785	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 44 Programación MPS semana 40 a 44

	SEMANAS					TOTAL
	40	41	42	43	44	
1						

PRONOSTICO		392	400	381	395	1568
MPS			518	529	523	1570
POH - INV	741	349	467	615	743	
2						
PRONOSTICO		391	406	403	340	1540
MPS			510	521	514	1545
POH - INV	755	364	468	586	760	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 45 MPS semana 40 a 44

MPS RESUMEN NOVIEMBRE					
ART	41	42	43	44	Tiempo Estándar
Gabán	0	518	529	523	0,09283077
Semi Gabán	0	510	521	514	0,12738189
TOTAL	0	1028	1050	1037	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	0,0	113,1	66,4	65,5	
Déficit	480,0	366,9	413,6	414,5	

Tabla 46Resumen MPS semana 41 a 44

	SEMANAS					TOTAL
	44	45	46	47	48	
1						
PRONOSTICO		445	447	467	459	1817
MPS						1820
POH - INV	743	298	-149	-616	-1075	
2						
PRONOSTICO		488	476	494	485	1943
MPS						1946
POH - INV	760	272	-204	-698	-1183	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 47Programación MPS semana 44 a 48

	SEMANAS					TOTAL
	44	45	46	47	48	
1						
PRONOSTICO		445	447	467	459	1817

MPS			606	599	615	1820
POH - INV	743	298	457	589	745	
2						
PRONOSTICO		488	476	494	485	1943
MPS			650	642	654	1946
POH - INV	760	272	446	594	763	
CAPACIDAD ESTIMADA		644	644	644	644	

Tabla 48 MPS semana 44 a 48

MPS RESUMEN DICIEMBRE					
ART	45	46	47	48	Tiempo Estándar
Gabán	445	447	467	459	0,09283077
Semi Gabán	0	650	642	654	0,12738189
TOTAL	445	1097	1109	1113	
Capacidad					
Instalada	480,0	480,0	480,0	480,0	
Requerida	41,3	124,3	81,8	83,3	
Déficit	438,7	355,7	398,2	396,7	

Tabla 49 Resumen MPS semana 45 a 48

Debido a que en los cuadros donde se resume la programación de cada semana no existe déficit, esto significa que se está produciendo sin exceder la capacidad. Por tanto; la planeación de la producción se realizó de manera acertada.

Como se aprecia a continuación; al comparar el MPS frente a la capacidad de producción de la empresa, se observa que para el periodo 10 (octubre) en adelante, el plan maestro supera la capacidad, esto quiere decir; que con los inventarios que se vienen manejando desde el periodo 4 (abril) será posible suplir esa deficiencia de capacidad y cumplir con la demanda.

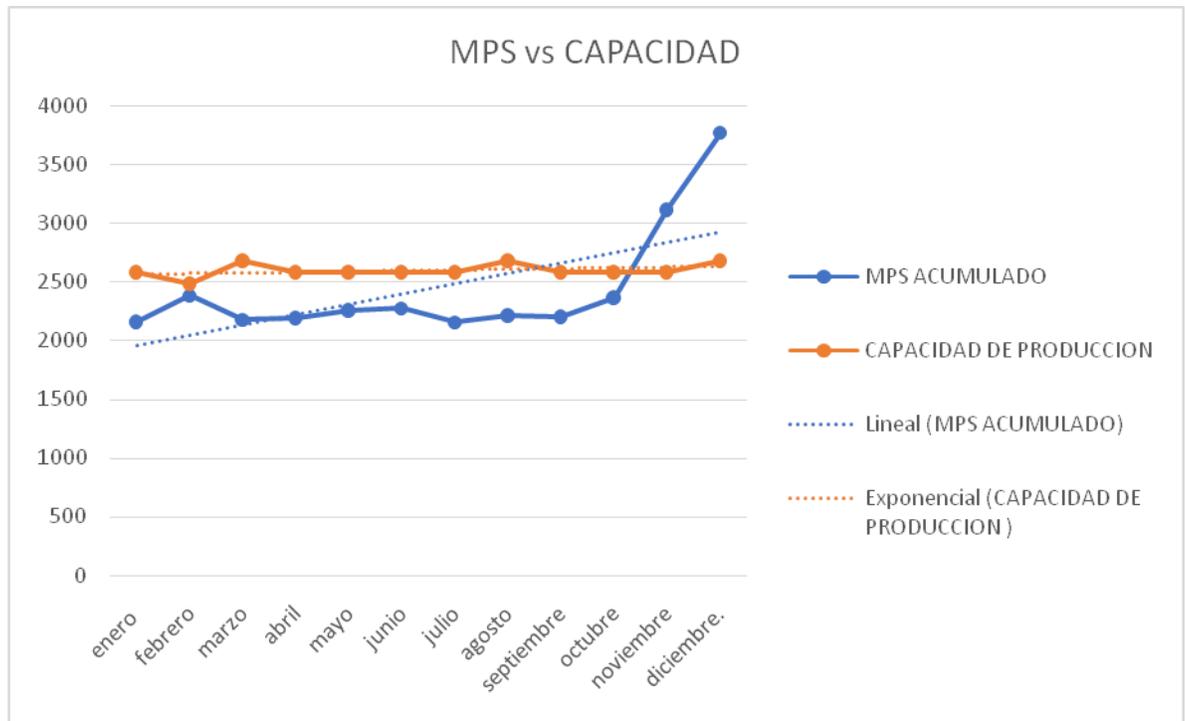


Grafico MPS vs Capacidad de Produccion

9.5 Producción

Para la etapa de producción se utilizó la cantidad de chaquetas a producir de acuerdo a la demanda pronosticada, con el fin de organizar, elegir y dar tiempo al uso de los recursos para llevar a cabo todas las actividades y dar cumplimiento oportuno a la demanda mensual. Con estos modelos de programación de la producción se determina la secuencia de los trabajos y por ende su tiempo de inicio y terminación para así optimizar la medida de desempeño.

9.5.1 Flow shop

La empresa Diseño y Confecciones S&D tiene un sistema de producción continuo, es decir, todos los trabajos siguen la misma ruta y tiene una baja variación en el producto, lo que hace que su producción sea masiva y se almacene en inventario. Teniendo en cuenta lo anterior, la empresa S & D, se ajusta al modelo Flow shop. Actualmente cada operario trabaja 8 horas diarias para cumplir con la producción, el Flow shop se realizó para determinar el tiempo de flujo del producto, y de ser necesario; reducir el tiempo de terminación .

En el proceso productivo Flow Shop existen m máquinas en serie, cada tarea debe ser procesada en cada una de las m máquinas. Todas las tareas deben seguir la misma ruta o secuencia de máquinas. Después de la finalización en una máquina, la tarea sigue una cola a la próxima máquina.

Las medidas normales utilizadas en este caso son:

n = número de trabajos que serán procesados

m = número de máquinas $p.k$ = tiempo de procesado del trabajo i en la máquina k .

r_i = tiempo de liberación de la orden del trabajo i y d_i

C_i = tiempo de terminación del trabajo i

$F_i = C_i - r_i$, tiempo de flujo del trabajo i ($F_i > 0$)

$L_i = C_i - d_i$, retraso del trabajo i ($L_i < 0$ denota anticipación)

Al realizar la programación del Flow Shop se obtienen los siguientes datos, vinculados con los datos de Capacidad y Cantidad de orden, que corresponden a la programación de producción para el año 2016:

Resultados Flow Shop									
	Demanda	Capacidad	Días Trabajados Mes	Días Necesarios	Horas Necesarias	Hr Trabajadas al día	Cantidad de Orden	Demanda / Horas diarias	Unidades producidas por hora
Enero	2263	3034	26	6	138	5	4652	425	16
Febrero	2386	2918	25	6	146	6	-	409	16
Marzo	2177	3151	27	6	133	5	5438	442	16
Abril	2197	3034	26	6	134	5	-	426	16
Mayo	2261	3034	26	6	138	5	2319	426	16
Junio	2276	3034	26	6	139	5	3177	426	16
Julio	2159	3034	26	5	132	5	2348	426	16
Agosto	2216	3151	27	6	135	5	-	442	16
Septiembre	2207	3034	26	6	135	5	8061	426	16
Octubre	2366	3034	26	6	145	6	-	426	16
Noviembre	3115	3034	26	8	190	7	3385	426	16
Diciembre	3756	3151	27	10	229	8	-		
Totales	29380		314	74,8	1795,1				

Tabla 50 Resultados programación Flow Shop

Con los resultados obtenidos se logró determinar que no es necesario que los operarios realicen tareas durante las 8 horas seguidas, sino que, al contrario, se evidencia que del mes de enero a octubre los operarios pueden cumplir con la producción con tan solo trabajar durante 5 y 6 horas, es decir; se están reduciendo las horas laboradas. Contrario a los meses de noviembre y diciembre donde se hace necesario trabajar la jornada completa.

9.5.2 Secuenciación

Reglas de prioridad n/1

Las reglas de priorización TPL y TPC se determinan para optimizar y disminuir el tiempo actual empleado en la tarea de corte la cual presenta uno de los tiempos más demorados dentro del flujo de proceso. A continuación, se muestran los tiempos actuales en corte para cada una de las referencias:

Ref.	CORTE	
	Horas	Minutos
Semigabán	0,059	3,709
Gabán	0,045	2,693

Tabla 51. Tiempo de Corte por Referencia

La máquina a programar es la Cortadora, se toman las dos referencias de chaquetas fabricadas (Semigabán y Gabán), cuya utilización se efectúa antes de la tercerización de la confección.

Las reglas de prioridad calculadas fueron TPC (Tiempo de Procesamiento más Corto) y TPL (Tiempo de Procesamiento más Largo), las cuales, para efectos de mejor comprensión, los tiempos de proceso y fechas de entregan están expresados en minutos y son fijos, es decir, no hay incertidumbre respecto a su duración.

Ya con los tiempos de procesamiento de las dos referencias se procede, a tomar los tiempos de la actividad de Corte, para realizar las secuencias según sea la regla de prioridad.

$$\text{Tiempo promedio de terminación} = \frac{\text{Suma del tiempo de Flujo Total}}{\text{Numero de Trabajos}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo del procesamiento total del trabajo}}{\text{Suma del tiempo de Flujo Total}}$$

$$\text{Número promedio de trabajos en el sistema} = \frac{\text{Suma tiempo de flujo total}}{\text{Tiempo de procesamiento total del trabajo}}$$

$$\text{Retraso promedio del Trabajo} = \frac{\text{Días de atraso total}}{\text{Número de trabajos}}$$

Si la fecha de entrega es menor que el Tiempo de Flujo de una orden determinada, su retraso será igual a la diferencia entre la fecha de entrega y Tiempo de Flujo, de lo contrario será igual a cero.

TPL				
Secuenciación del Trabajo	Tiempo de procesamiento del trabajo (minutos)	Tiempo de flujo	Fecha de entrega del trabajo (minutos)	Retraso del trabajo
Gaban	3,709	3,709	11520	0
Semigaban	2,693	6,402	11520	0
TOTAL	6,402	10,111		

Tabla 52 Secuencia TPL

TPC				
Secuenciación del Trabajo	Tiempo de procesamiento del trabajo (minutos)	Tiempo de flujo	Fecha de entrega del trabajo (minutos)	Retraso del trabajo
Semigaban	2,693	2,693	11520	0
Gaban	3,709	6,402	11520	0
TOTAL	6,402	9,095		

Tabla 53. Secuencia TPC

REGLA	TIEMPO PROMEDIO PARA TERMINAR (MINUTOS)	UTILIZACIÓN (%)	NUMERO PROMEDIO DE TRABAJOS EN EL SISTEMA	RETRASO PROMEDIO (MINUTOS)
TPC	4,55	70%	1	0
TPL	5,06	63%	2	0

Tabla 54. Reglas de Prioridad

	TIEMPO TOTAL DE PROCESAMIENTO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO	% DE DISMINUCION
TPL	6,402	5,0555	29%
TPC		4,5474	21%

Tabla 55 . Porcentaje de disminución de tiempos de corte

Con el objetivo de priorizar la producción de las referencias para ésta máquina, la secuencia seleccionada de las dos reglas, fue TPC, la cual se ajusta más al estado de la empresa, con una utilización de 70 % de los recursos, que es indicado debido a que la empresa está iniciando la implementación de los modelos, por lo que no es conveniente llevarla a un 100% de utilización, debido a que se estaría llevando al límite de la utilización de recursos, además minimiza el tiempo total que tardan los trabajos en el sistema, logrando un 29% de reducción, frente al tiempo actual.

Algoritmo de Johnson n/2

La programación de n trabajos en 2 máquinas se realiza a partir de la situación actual de la empresa, donde no está establecido un flujo en el proceso de ninguna de las referencias y donde se requiere conocer los tiempos que tarda en realizarse cada actividad. Se estudió el Algoritmo de Johnson para determinar el orden en que se deben realizar los acabados tanto para gabán como para semigabán y así programar. De tal manera que no se desperdicie tiempo y se optimice el tiempo actual destinado para esta actividad. Al traerse de un problema tipo Flow shop, todos los trabajos deben ser procesados en orden de máquinas 1 y 2.

El algoritmo de Johnson parte de las siguientes premisas:

- En cualquier asignación no deben de existir huecos en la primera máquina.
- Respecto a la máquina 1, como interesa que los trabajos vayan quedando disponibles lo antes posibles para ser procesados en la segunda máquina, se podrían ordenar los trabajos de menor a mayor tiempo de proceso en (M1)
- Por otro lado, como van a existir huecos en la máquina 2, interesaría introducir los trabajos con mayor tiempo de proceso (en M2) antes, puesto que disminuirá el tamaño de los huecos, lo cual significa que se finalizaría antes.

En esta ocasión luego de la tercerización de la confección, llegan a la empresa de nuevo las referencias para terminar con la actividad de Acabados, la cual está dividida en tres tareas: Pulir la chaqueta, esto se refiere quitar los hilos sobrantes de las costuras, la

puesta del Cartón que es la misma etiqueta y los taches si es para Semigabán o botones si es Gabán.

Se realiza la secuencia tomando estas tres tareas para 2 máquinas, en este caso 2 personas que son las que se encargan de realizar los Acabados. Esto a medias que vayan entrando las referencias.

Semigaban	Persona 1	Persona 2	Reordenar
Pulir	1,00	1,50	Taches
Cartón (etiqueta)	0,53	0,41	Pulir
Taches	0,87	0,90	Cartón (etiqueta)

Tabla 56 Secuencia de tareas de Acabado para Semigabán

Taches-Pulir-Cartón (etiqueta)

Gaban	Persona 1	Persona 2	Reordenar
Pulir	1,98	2,00	Pulir
Cartón (etiqueta)	0,45	0,44	Botones
Botones	1,25	1,19	Cartón (etiqueta)

Tabla 57 Secuencia de tareas de Acabado para gabán

Pulir-Botones-Cartón (etiqueta)

Luego de realizar el Algoritmo, se grafica un diagrama de Gantt el cual permite identificar las tareas en las que se estará ocupando cada persona y la duración de la ocupación, de tal modo que puedan evitarse periodos ociosos innecesarios y dé también al

dueño de la empresa una visión completa de las personas y los recursos que se encuentran bajo su supervisión.

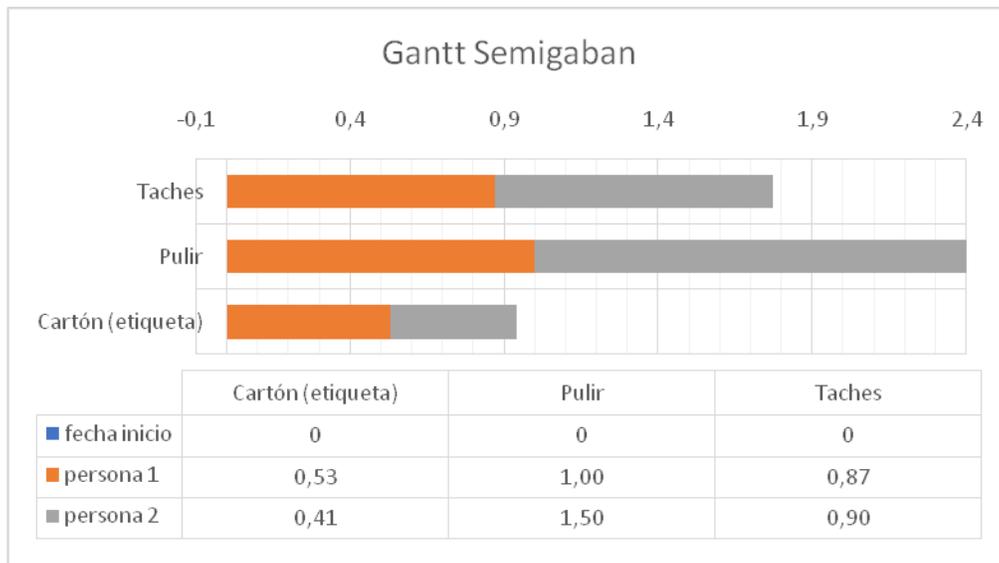


Gráfico 8, Diagrama de Gantt Acabado Semigabán

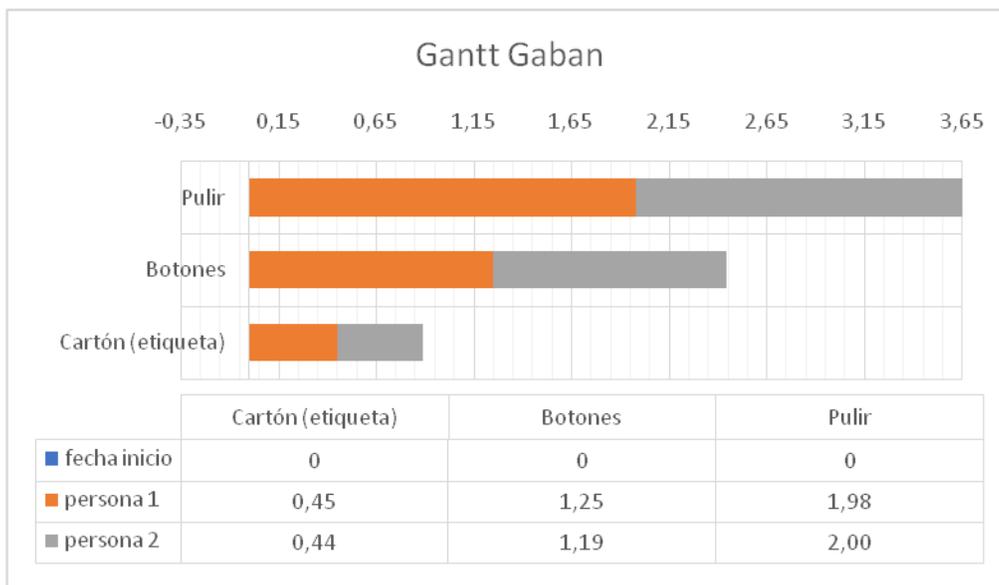


Gráfico 9, Diagrama de Gantt Acabado Gabán

9.6 Inventarios

Para identificar el modelo de inventarios a implementar en la empresa, se estudiaron los que se ajustaran a la situación actual, los cuales son:

- Silver Meal
- Least Unit Cost

9.6.1 Silver Meal

¿Por qué mantener inventario? La empresa S & D no tiene establecido un modelo que le permita controlar el nivel de inventarios de producto terminado mes a mes. Es necesario mantener inventarios por las siguientes razones: (a) Pedir grandes lotes probablemente sea más económico que hacerlo en pequeños lotes; esta hipótesis se comprobó mediante los modelos estudiados. (b) Por especulación; los inventarios deberían acumularse anticipándose a una elevación en los costos de materia prima. (c) Prevenir las incertidumbres en la demanda y en el tiempo de demora. Se estudian dos modelos para control de inventarios para lograr definir cuál es el más óptimo.

Para determinar la cantidad de unidades promedio que se deben mantener en inventario para cada periodo, se utilizó el Método heurístico de Silver Meal. Para el desarrollo de este modelo se determinó el costo promedio de almacenar una unidad en

inventario y el costo de pedido o costo de ordenar. Las unidades a mantener en inventario se determinaron basados en los pronósticos.

Para determinar los costos de almacenamiento, se tomaron las medidas de las chaquetas para así determinar los m² que ocupan el almacenamiento de estas en la bodega.

Para determinar los costos de pedido o costos de ordenar, se realizó un promedio de costo basándonos en las facturas de compra de materia prima y en los costos fijos que se incurren independientemente de la producción.

Los costos correspondientes a la referencia gabán, se reflejan a continuación:

Cantidad de gabán vendido en 12 meses	\$14209	Unidades
Costo de compras	\$5980	Pesos
Costo de almacenamiento	\$498	pesos/unidad

Tabla 58 Costos gabán

Si se tienen suficientes unidades de materia prima para suplir dos periodos o más, se están reduciendo los gastos de generar una nueva orden de compra por cada periodo transcurrido. Por medio de este modelo fue posible determinar los periodos para los cuales no sería necesario ordenar materia prima, reduciendo de esta manera los costos y optimizando el nivel de unidades a mantener en inventario.

Se implementó el modelo para ambas referencias de chaquetas, esto debido a que las dos usan diferentes materias primas. Las ecuaciones usadas fueron las siguientes:

$$C(1) = K$$

$$C(2) = (K + hr_2) / 2 \quad \text{asimismo;}$$

$$C(3) = (K + hr_2 + 2hr_3) / 3$$

$$\text{Y en general: } C(j) = (K + hr_2 + 2hr_3 + \dots + (j-1)hr_j) / j$$

Una vez que $C(j) > C(j-1)$, nos detenemos y establecemos $y_1 = r_1 + r_2 + \dots + r_{j-1}$, e iniciamos un proceso nuevo comenzando con el periodo j .

Lo anterior, se resume en la siguiente tabla donde:

T: Periodo o Mes

Demanda: Cantidad de unidades demandadas por periodo

S: Costo de ordenar o costo de pedido

CT: Suma de cada fila

CTUT: CT/T

T	Demanda	S	D2*H*1	D3*H*2	D4*H*3	Suma de fila	CT	CTUT
1	1082	5980,7				5980,7	5980,7	5980,7
2	1142		2067			2067	8047,8	4023,9

T	Demanda	S	D2*H*10	D3*H*11	D4*H*12	Suma de fila	CT	CTUT
11	1568	5980,7				5980,7	5980,7	5980,7
12	1817		3288,8			3288,8	9269,5	4634,8

Tabla 60 CTUT general gabán

Como nuestro horizonte de producción son 12 meses, hasta el periodo 12 se realizan los cálculos. Los resultados obtenidos al aplicar este modelo se resumen a continuación:

Mes	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo de mantenimiento	Costo de ordenar
1	1082	2224	1142	2067,02	5980,74038
2	1142				
3	1113	3251	2138	3869,78	5980,74
4	1063		1075	1945,75	5980,74
5	1075				
6	1139	3177	2038	3688,78	5980,74
7	1020		1018	1842,58	5980,74
8	1018				
9	1047	2172	1125	2036,25	5980,74
10	1125				
11	1568	3385	1817	3288,77	5980,74
12	1817				

Tabla 61 Costos de orden gabán

Los cálculos mostrados anteriormente corresponden a la referencia de gabán, ahora se mostrarán los cálculos realizados para determinar los periodos para los cuales se debe ordenar materia prima para la referencia Semigabán. Cabe resaltar que esta es la referencia más demandada.

Acá se siguen exactamente los mismos pasos mencionados para la referencia gabán. Teniendo lo siguiente:

T		Demanda S	D2*H*1	D3*H*2	D4*H*3	Suma de fila	CT	CTUT
	1	1182	5601,498912			5601,499	5601,5	5601,5
	2	1246		2606,412397		2606,412	8207,9	4104
	3	1054			4409,56447	4409,564	12617	4205,8

T		Demanda S	D2*H*1	D3*H*2	D4*H*3	Suma de fila	CT	CTUT
	3	1054	5601,498912			5601,499	5601,5	5601,5
	4	1133		2370,036313		2370,036	7971,5	3985,8
	5	1188			4970,17324	4970,173	12942	4313,9

T		Demanda S	D2*H*1	D3*H*2	D4*H*3	Suma de fila	CT	CTUT
	5	1188	5601,498912			5601,499	5601,5	5601,5
	6	1131		2365,852666		2365,853	7967,4	3983,7
	7	1142			4777,72545	4777,725	12745	4248,4

T		Demanda S	D2*H*1	D3*H*2	D4*H*3	Suma de fila	CT	CTUT
	7	1142	5601,498912			5601,499	5601,5	5601,5
	8	1206		2522,739447		2522,739	8124,2	4062,1
	9	1162			4861,3984	4861,398	12986	4328,5

T		Demanda S	D2*H*1	D3*H*2	D4*H*3	Suma de fila	CT	CTUT
	9	1162	5601,498912			5601,499	5601,5	5601,5
	10	1244		2602,22875		2602,229	8203,7	4101,9
	11	1540			6442,81716	6442,817	14647	4882,2

T		Demanda S	D2*H*1	D3*H*2	D4*H*3	Suma de fila	CT	CTUT
	11	1540	5601,498912			5601,499	5601,5	5601,5
	12	1943		4064,413554		4064,414	9665,9	4833

Tabla 62 CTUT Semigabán

Los resultados obtenidos al aplicar este modelo a la referencia Semigabán se resumen a continuación:

Mes	Requerimientos	Cantidad de orden	Inventario final	Costo de mantenimiento
1	1182	2428	1246	2606,41
2	1246			
3	1054	2187	1133	2370,04
4	1133			
5	1188	2319	1131	2365,85
6	1131			
7	1142	2348	1206	2522,74
8	1206			
9	1162	5889	4727	9888,05
10	1244			
11	1540			
12	1943			

Tabla 63 Costos de orden Semigabán

En la columna mes, se encuentra el horizonte de producción. En la columna requerimientos está ubicado el pronóstico de demanda para cada periodo. La columna cantidad de orden refleja los periodos para los cuales se debe ordenar materia prima y la cantidad que se debe ordenar para suplir 2 o más pedidos, este dato fue el obtenido al desarrollar todo el modelo de Silver Meal. En la columna inventario final se ubica el inventario que me queda cada periodo tras suplir la demanda de un periodo T. El costo de mantenimiento indica el costo en el que se incurre al tener almacenadas las unidades de la columna de inventario final, este costo se obtiene multiplicando e inventario final por el costo de mantener una unidad en inventario.

9.6.2 Least Unit Cost

La heurística de costo unitario mínimo (LUC, least unit cost) es similar al método de Silver Meal, excepto que en lugar de dividir el costo en j periodos entre el número de periodos, j , lo dividimos entre la cantidad total de unidades demandadas a lo largo del periodo j , $r_1 + r_2 + \dots + r_j$. Elegimos el horizonte de pedido que minimiza el costo por unidad de demanda, en lugar del costo por periodo.

Para el desarrollo del modelo least unit cost, o modelo LUC. Se requiere conocer el Lead Time, este se define como el tiempo que transcurre desde que se coloca un pedido u orden hasta que este es recibido. También se requiere el costo de ordenar o de realizar un pedido (S) y el costo de almacenar una unidad en inventario (H).

Lead Time:	Costo de Ordenar (S):	Costo de Almacenar 1 unidad en Inventario (H):
0,5 meses	5980,74038 \$/meses	498 \$ unidad / mes

Tabla 64 Lead Time

Para la aplicación de este modelo, se tiene en cuenta el horizonte de producción, en este caso 12 meses. Como en el caso de Silver Meal, los cálculos se detienen cuando $C(j) > C(j-1)$.

Las ecuaciones utilizadas fueron:

$$C(1) = K/r_1,$$

$$C(2) = (K + hr_2) / (r_1 + r_2),$$

$$C(j) = [K + hr_2 + 2hr_3 + \dots + (j - 1) hr_j] / (r_1 + r_2 + \dots + r_j).$$

Aplicando las formulas, se obtuvo las siguientes tablas; siendo (S) el costo de ordenar, K para el primer periodo siempre será 0, ya que aún no se tienen unidades almacenadas, y del primer periodo en adelante $K = \text{Requerimientos del periodo actual} * \text{Costo de almacenar una unidad en inventario} * \text{Periodo inmediatamente anterior}$. El costo total se obtiene de la suma de $S + K$. Y, por último, el costo Unitario se obtiene dividiendo el Costo Total entre el N° de Unidades.

Como ya se mencionó anteriormente, se detiene cuando el costo unitario incremente de un periodo a otro. Primero, se mostrarán los cálculos realizados para la referencia Semigabán.

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario \$total/unidades
1	1182	5980,74	0,00	5980,74	5,06
1- 2	2428	5980,74	620508,00	626488,74	258,03

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario \$total/unidades
2	1246	5980,74	0,00	5981	4,80
2 - 3	2300	5980,74	1049784	1055764,74	459,03

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario \$total/unidades
3	1054	5980,74	0,00	5980,74	5,67
3 - 4	2187	5980,74	1692702,00	1698682,74	776,72

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
4	1133	5980,74	0,00	5980,74	5,28
4 – 5	2321	5980,74	2366496,00	2372476,74	1022,18
Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
5	1188	5980,74	0,00	5980,74	5,03
5 – 6	2319	5980,74	2816190,00	2822170,74	1216,98
Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
6	1131	5980,74	0,00	5980,74	5,29
6 – 7	2273	5980,74	3412296,00	3418276,74	1503,86
Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
7	1020	5980,74	0,00	5980,74	5,86
7 – 8	2348	5980,74	4204116,00	4210096,74	1793,06
Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
8	1206	5980,74	0,00	5980,74	4,96
8 -9	2368	5980,74	4629408,00	4635388,74	1957,51
Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
9	1162	5980,74	0,00	5980,74	5,15
9 – 10	2406	5980,74	5575608,00	5581588,74	2319,86
Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
10	1244	5980,74	0,00	5980,74	4,81
10- 11	2784	5980,74	7669200,00	7675180,74	2756,89
Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario
					\$total/unidades
11	1540	5980,74	0,00	5980,74	3,88
11 – 12	3483	5980,74	10643754,00	10649734,74	3057,63

Tabla 65 Costos Semigabán

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

PERIODO	Requerimientos	CANTIDAD DE ORDEN
0	0	0
1	1182	1182
2	1246	1246
3	1054	1054
4	1133	1133
5	1188	1188
6	1131	1131
7	1142	1142
8	1206	1206
9	1162	1162
10	1244	1244
11	1540	1540
12	1943	1943

Tabla 66 Requerimientos, cantidad orden

Como se puede observar, el costo unitario se incrementó en todos los periodos, esto significa que, según este modelo, se debe realizar pedido de materia prima cada periodo.

Ahora, a continuación, se mostrará el método LUC aplicado a la referencia gabán:

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario \$total/unidades	
1		1082	5980,74	0,00	5980,74	5,53
1 - 2		2264	5980,74	588636,00	594616,74	262,64

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario \$total/unidades	
2		1182	5980,74	0,00	5981	5,06
2 - 3		2295	5980,74	1142910	1148890,74	500,61

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario \$total/unidades	
3		1113	5980,74	0,00	5980,74	5,37
3 - 4		2176	5980,74	2978408,71	2984389,45	1371,50

Periodo	Unidades	S	K	Costo Total	Costo Unitario \$total/unidades
---------	----------	---	---	-------------	---------------------------------

4	1063	5980,74	0,00	5980,74	5,63
4 – 5	2138	5980,74	2978408,71	2984389,45	1395,88

Periodo Unidades S K Costo Total Costo Unitario \$total/unidades

5	1075	5980,74	0,00	5980,74	5,56
5 – 6	2214	5980,74	2978408,71	2984389,45	1347,96

Periodo Unidades S K Costo Total Costo Unitario \$total/unidades

6	1139	5980,74	0,00	5980,74	5,25
6 – 7	2159	5980,74	2978408,71	2984389,45	1382,30

Periodo Unidades S K Costo Total Costo Unitario \$total/unidades

7	1020	5980,74	0,00	5980,74	5,86
7 – 8	2038	5980,74	2978408,71	2984389,45	1464,37

Periodo Unidades S K Costo Total Costo Unitario \$total/unidades

8	1018	5980,74	0,00	5980,74	5,87
8 -9	2065	5980,74	2978408,71	2984389,45	1445,22

Periodo Unidades S K Costo Total Costo Unitario \$total/unidades

9	1047	5980,74	0,00	5980,74	5,71
9 – 10	2172	5980,74	2978408,71	2984389,45	1374,03

Periodo Unidades S K Costo Total Costo Unitario \$total/unidades

10	1125	5980,74	0,00	5980,74	5,32
10- 11	2693	5980,74	2978408,71	2984389,45	1108,20

Periodo Unidades S K Costo Total Costo Unitario \$total/unidades

11	1568	5980,74	0,00	5980,74	3,81
11 – 12	3385	5980,74	2978408,71	2984389,45	881,65

Tabla 67 Costos Gabán

Los resultados obtenidos, al aplicar el método LUC a la referencia gabán fueron los siguientes:

PERIODO	REQUERIMIENTOS	CANTIDAD A ORDENAR
0	0	0
1	1082	1082
2	1182	1182
3	1113	1113
4	1063	1063
5	1075	1075
6	1139	1139
7	1020	1020
8	1018	1018
9	1047	1047
10	1125	1125
11	1568	1568
12	1817	1817

Tabla 68 Requerimientos, cantidad orden

En cuanto a costos el Least Unit Cost, este más rentable que el Silver Meal debido a que reduce costos de almacenamiento. El almacenamiento de M.P mediante el metodo Silver Meal me representa un costo de \$2.962.602.

Con respecto al Silver Meal, al aplicar este método los costos son elevados pero; al tener en cuenta que la empresa podría anticiparse a un incremento en los costos de materia prima y a un desabastecimiento de la misma sería más rentable adoptar este método y asumir el costo de almacenar el producto terminado en inventario.

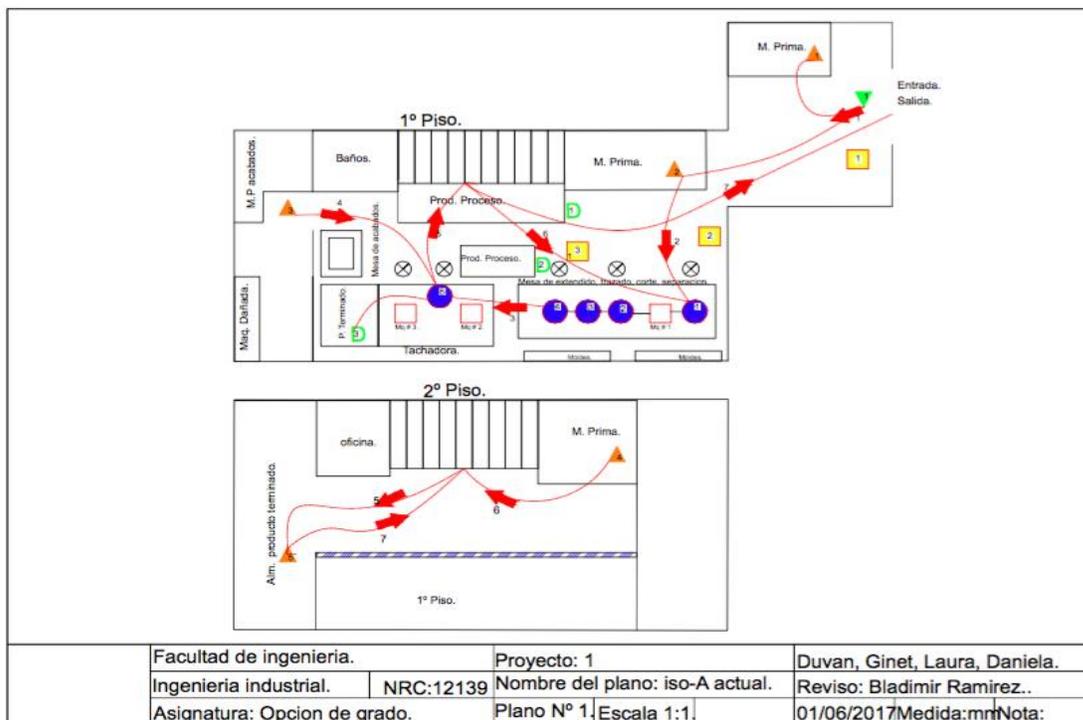
Así, aunque no es posible determinar exactamente cuánto se estaría ahorrando la empresa, se identifica podría ser más económico mantener inventario de materia prima.

10. Layout

10.1 Layout Actual

En la figura 1 se observa la distribución en planta actual de empresa S&D, la cual tiene un flujo de materiales bastante directo; hay alta cantidad de producto en proceso y el almacenamiento de la materia prima se encuentra desubicada, produciendo un alto tiempo en traslados, debido a que las instalaciones de la empresa están quedando pequeñas para la capacidad de producción alta que presentan.

Como se dijo anteriormente la empresa tiene una planta de distribución continua por lo que se emplea una distribución por producto, en la que la maquina se coloca de manera



que el producto siempre siga la misma ruta a través de la planta.

Figura 1 Layout actual.

10.2 Layout Propuesto

Diagrama de flujo del proceso		Resumen			
		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Actividad: Elaboración chaquetas (Semigabán y Gabán)		Operación		5	
Marque el método y tipo apropiados:		Transporte		2	
Método: <u>Actual</u> Propuesto		Demora			
Tipo: <u>Obrero</u> <u>Material</u> Máquina		Inspección		2	
		Almacenaje		2	
Comentarios:		Tiempo (min)		11,5	
		Distancia (m)		7,5	
		Costo			
Descripción de la actividad	Simbolo	Tiempo en minutos	Distancia en metros	Método recomendado	
almacenar M.P	○ → D □ ▼				
a la operación	○ → D □ ▼		7.5		
extendido de la tela	● → D □ ▼	0,492			
trazado	● → D □ ▼	0,154			
corte	● → D □ ▼	4,540			
separación	● → D □ ▼	0,308			
Inspeccionar prod. Proceso	○ → D ■ ▼				
a la operación	○ → D □ ▼				
acabados	● → D □ ▼	6,050			
Inspeccionar prod. Terminado	○ → D ■ ▼				
almacenar Producto Terminado	○ → D □ ▼				

Diagrama de flujo del proceso semigabán y gabán

Con el diseño de una nueva propuesta para la distribución en planta de la empresa Figura 2, el objetivo es reducir el tiempo de traslados dentro de las instalaciones y el producto en proceso dentro de la planta, conservando el proceso lineal de producción y aplicando la secuencia de trabajos, para la adecuada disposición de los recursos.

El tiempo de procesamiento para las dos referencias actualmente es de 13,25 min, luego de realizar la secuenciación propuesta se minimiza a un tiempo total de procesamiento de 11,5 min, también se redujo el tiempo de traslado dentro de la planta, al hacer una adecuada distribución de la materia prima de 12,8 m (actual) a 7,5 m (propuesto), al igual minimizando el producto en proceso dentro de las instalaciones.

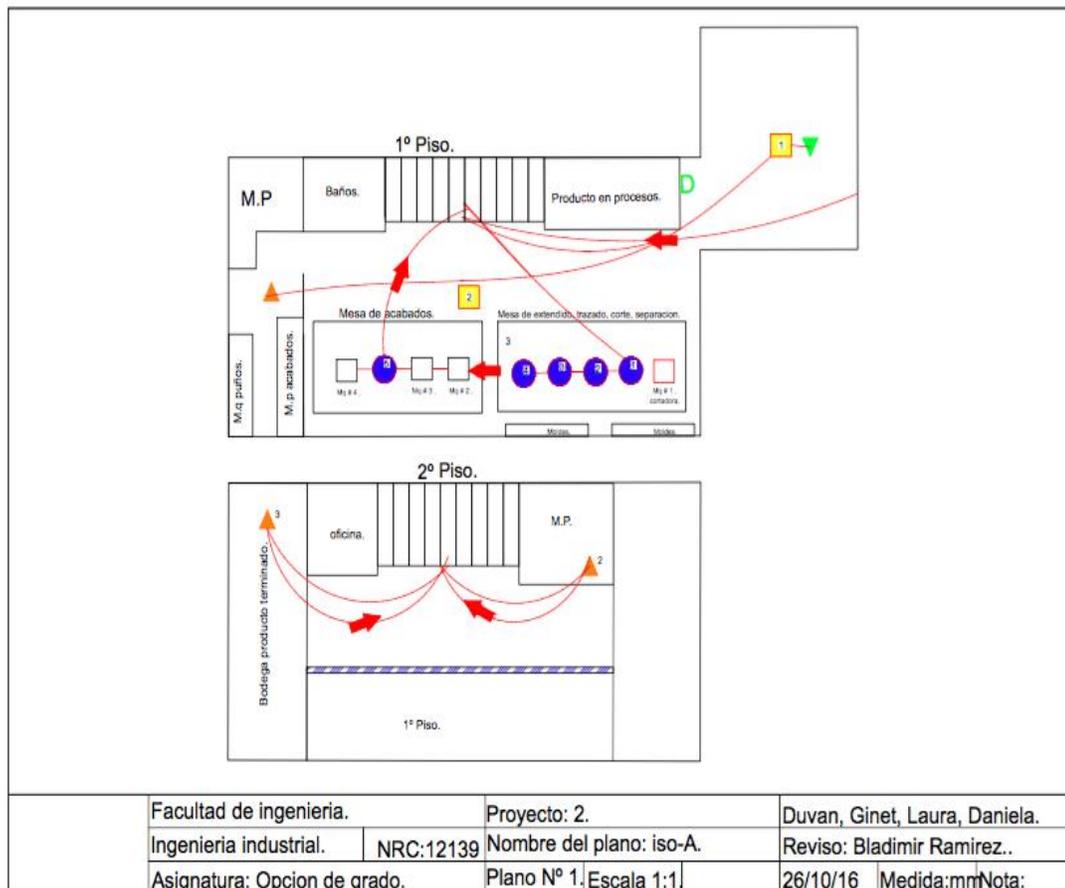


Figura 2 Layout propuesto.

11. Estrategias Productivas

Adaptar modelamientos de predicciones en el periodo 10, para establecer el nivel de producción que se debe tener para cumplir la demanda del año siguiente, previendo que exista disponibilidad de producto.

Realizar una planeación prospectiva que no solo determine las tendencias de los datos históricos y realice proyecciones, sino que además tenga en cuenta los diferentes escenarios no pronosticables, pero si factibles que originan cambios en la demanda como lo es un factor la época de verano donde las ventas disminuirán.

Es de anotar que aunque las condiciones de la capacidad del proceso son eficientes, se crea como estrategia, la construcción de una bodega para producto terminado, con la finalidad de responder a un posible aumento de la demanda garantizando la disponibilidad, lo cual le permitirá a la empresa contar con un stock permanente de producto terminado, del cual podrá disponer al momento en que sea necesario.

Como acciones de mejora para ser más competitivo en el mercado se debe realizar:

- Implantar políticas adecuadas de mantenimiento preventivo en los recursos de capital para reducir las fallas del equipo.
- Establecer planes de contingencia para reducir el lapso de tiempo que se detiene la producción, debido a fallas imprevistas, con la estandarización del mantenimiento correctivo, o la aplicación de medidas alternas en casos de fallas.
- Desarrollar programas de incentivos para reducir la no disponibilidad y mejorar el ambiente de trabajo del recurso humano.
- Realizar un plan de cambios para la apertura de procesos, con el objetivo reducir los tiempos de apertura del proceso.
- Reducir en lo posible la frecuencia de cambios por aperturas de procesos con una adecuada programación detallada.

12. Resultados

Con la investigación y los resultados obtenidos procuramos establecer un diseño que se ajuste a las operaciones de producción, así satisfaciendo las necesidades de la empresa, y de esta manera generar un crecimiento y aumento de la rentabilidad de la misma, sugiriendo estrategias productivas para mejorar su nivel de producción así lograr el posicionamiento de la empresa en el mercado nacional.

13. Producto Final

En búsqueda de encontrar los mejores modelos que permitieran dar solución a los problemas que afronta la empresa, encontramos que el desarrollo de la estadística descriptiva e inferencial nos informa y predice comportamientos positivos en la producción y evolución de la empresa, generando un porcentaje de crecimiento al momento de aplicar estos modelos, los cuales arrojan una serie de resultados estadísticos, con lo que se puede afirmar que se acepta la hipótesis nula (pregunta problema) propuesta por este modelo.

14. Conclusiones

De acuerdo con los modelos sugeridos se puede establecer que la empresa tiene un 9,8% de crecimiento para mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa.

Se logró evidenciar que, mediante la implementación de los modelos estadísticos para predicciones, el modelo matemático que más adaptó a la empresa S & D es la regresión lineal, ya que permite mayor flexibilidad en la producción, debido a que la empresa está empezando.

Es posible afirmar que la implementación del método Silver Meal para control de inventarios, reduce los costos de realizar ordenes de materia prima, permitiendo controlar las unidades a producir previniendo un desabastecimiento de materia prima y fluctuación en los costos de transporte de la misma.

La realización de la planeación y programación de la producción permite mejorar la organización de las áreas de trabajo, reducir tiempos de producción, tiempos de espera, cuellos de botella y demoras en las operaciones y procesos, al igual que la estandarización de actividades y operaciones del mismo, permitiendo establecer un tiempo estándar de producción y la sincronización de los procesos.

15. Bibliografía

- Bahram Alidaee. (1993). Two parallel machine sequencing problems involving controllable job processing times. *European Journal of Operational Research*, 70, 335-341.
- Boschan, P. (1954). Productive Capacity, Industrial Production, and Steel. En C. o. Wealth, Long-Range Economic Projection (págs. 233 - 272). Conference on Research in Income and Wealth.
- Bowman, Robert J., (Mayo de 2002) Access to Data in Real Time: Seeing Isn't Everything, *Global Logistics and Supply-Chain Strategies*.
- Box, G. E. P. y Jenkins, G. M (1976.), *Times Series Analysis—Forecasting and Control*, Holden-DayJ Inc. San Francisco.
- Chase R. Jacobs R. Aquilano N. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministro*, Editorial Mc Graw Hill
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*, 3.
- Daniel Sipper A. Robert L. Baifin Jr. (1998). *Planeación y Control de la Producción*, Editorial Mc Graw Hill.
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y estadística para Ingenierías y ciencias*. Cengage Learning Editores.
- E. L. Lawler. (1974). Optimal Sequencing of a Single Machine Subject to Precedence Constraints. *Management Science*, 19, 544-546.
- F. Robert Jacobs, W. B. (2011). Capacity Planning and Management. En W. B. F. Robert Jacobs, *Manufacturing planning and control for supply chainmanagement* (pág. Chapter 10). US: McGraw-Hill.
- Fogarty, D. W., J. H. Blackstone Jr., y T. R. Hoffmann. (1991) *Production and Inventory Management*. Cincinnati, Ohio: South Western.
- Grubbström, R. (2017). *International Journal of Production Economics*. In R. Grubbström, *International Journal of Production Economics* (pp. 77-85). Linköping, Sweden: Board.

- Lee J. Krajewski / Larry P. Ritzman / Manoj K. Malhotra. (2008.) Administración de operaciones. Procesos y cadena de suministro. Octava edición. México: Pearson Educación.
- Nahmias, S. (2014). Capacity Growth Planning: A Long-Term. En S. Nahmias, Production and operations analysis (págs. 38-46). MEXICO.: McGraw-Hill-Irwin.
- Nahmias, S., (1999). Análisis de la producción y las operaciones. México. Mc Graw Hill.
- Oliveros., M. (25 de 05 de 2017). Producción I. Bogotá., Bogotá D.C., Colombia.
- Reeves Colin R.. (1995). A genetic algorithm for flowshop sequencing. Computers & Operations Research, 22, 5-13.
- Taylor & Francis Group. (2011). A new Silver-Meal based heuristic for the single-item dynamic lot sizing problem with returns and remanufacturing. International Journal of Production Research.
- The University of Texas at Dallas, Richardson, Texas. (1986). On Johnson's Two-Machine Flow Shop with Random Processing Times. Operations Research , 34, 130 - 136.
- Zuluaga, C. A. C., Gallego, M. C. V., & Urrego, J. A. C. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. Iteckne, 8(2).

