

**PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN DE CAMARÓN COCIDO EN LA PLANTA DE PROCESO MAR DE
ALTURA**



Por:

**ZULLY ARZUZA SALGADO
JHON MONYANO CASTRO
JOSÉ SOLANA GARZÓN**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD
2011**

**PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN DE CAMARÓN COCIDO EN LA PLANTA DE PROCESO MAR DE
ALTURA**



Por:

**ZULLY ARZUZA SALGADO
JHON MONYANO CASTRO
JOSÉ SOLANA GARZÓN**

Asesor:

**GUSTAVO ORTIZ PIEDRAHITA
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD
2011**

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	11
INTRODUCCIÓN	12
0. DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCION DE CAMARÓN	
COCIDO	13
0.1.ANÁLISIS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO.....	13
0.2.CONOCIMIENTO DEL PROCESO	14
0.2.1. <i>Descripción de proceso para la producción de camarón cocido.....</i>	<i>14</i>
0.3.ANTECEDENTES.....	17
0.3.1. <i>Planeación y programación de producción del camarón cocido.....</i>	<i>18</i>
0.3.2. <i>Materias Primas.....</i>	<i>21</i>
0.3.3. <i>Pedidos.....</i>	<i>21</i>
0.3.4. <i>Uso de Infraestructura.....</i>	<i>22</i>
0.4.RESULTADOS	23
0.4.1. <i>Análisis DOFA de la planeación y programación actual de Mar de Altura S.A.....</i>	<i>23</i>
0.4.2. <i>Análisis de las Fuerzas de Porter.....</i>	<i>25</i>
0.4.2.1. <i>Fuerzas.....</i>	<i>26</i>
0.4.2.2. <i>Barreras de entrada.....</i>	<i>27</i>
0.4.3. <i>Diagrama Ishikawa</i>	<i>27</i>
1. PRONÓSTICOS.....	30
1.1.TÉCNICAS CUALITATIVAS.....	31
1.2.TÉCNICAS CUANTITATIVAS.....	32
1.3.DESCOMPOSICIÓN DE SERIES DE TIEMPO.....	33
1.3.1. <i>Principios de descomposición.....</i>	<i>34</i>
1.3.1.1. <i>Modelos de descomposición.....</i>	<i>34</i>
1.3.1.2. <i>Ajuste estacional</i>	<i>34</i>
1.3.2. <i>Promedio simple.....</i>	<i>35</i>
1.3.3. <i>Promedios móviles.....</i>	<i>35</i>
1.3.3.1. <i>Promedio móvil simple</i>	<i>35</i>
1.3.3.2. <i>Promedio móvil centrado</i>	<i>36</i>
1.3.3.3. <i>Promedio móvil doble.....</i>	<i>36</i>
1.3.3.4. <i>Promedio móvil ponderado.....</i>	<i>36</i>

1.3.4.	<i>Descomposición Clásica</i>	37
1.3.4.1.	Descomposición aditiva y multiplicativa	37
1.4.	MÉTODOS DE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL	37
1.4.1.	<i>Suavización exponencial simple</i>	37
1.4.2.	<i>Selección del coeficiente de suavización</i>	37
1.4.2.1.	Suavizado exponencial adaptivo	38
1.4.3.	<i>Suavización exponencial doble</i>	38
1.4.4.	<i>Suavización exponencial triple</i>	38
1.4.4.1.	Estacionalidad multiplicativa	39
1.4.4.2.	Estacionalidad aditiva.....	39
1.4.5.	<i>Método de Winters</i>	40
1.5.	APLICACIÓN	41
1.5.1.	<i>Gráficas de Serie de Tiempo</i>	42
1.5.2.	<i>Uso de Autocorrelaciones</i>	43
1.5.3.	<i>Coefficientes de correlación</i>	44
1.5.4.	<i>Justificación del método utilizado</i>	45
1.6.	ANÁLISIS DE CADA REFERENCIA PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO.....	46
1.6.1.	<i>Referencia 1</i>	48
1.6.2.	<i>Referencia 2</i>	48
1.6.3.	<i>Referencia 3</i>	49
1.6.4.	<i>Referencia 7</i>	50
1.6.5.	<i>Referencia 8</i>	51
1.7.	METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO.....	52
2.	PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD	53
2.1.	PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD	53
2.2.	TIPOS DE CAPACIDAD.	54
2.2.1.	<i>Capacidad diseñada</i>	54
2.2.2.	<i>Capacidad real o disponible</i>	54
2.2.3.	<i>Capacidad máxima</i>	54
2.2.4.	<i>Capacidad Pico</i>	54
2.2.5.	<i>Capacidad demostrada</i>	54
2.3.	FACTORES DE AJUSTE A LA MEDIDA DE CAPACIDAD	54
2.3.1.	<i>FACTOR DE UTILIZACION, U</i>	54
2.3.1.1.	Tiempos improductivos	55
2.3.2.	<i>FACTOR DE EFICIENCIA, E</i>	55

2.4.CALCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE	55
2.5.APLICACIÓN	56
2.5.1. Capacidad Descongelar (CMT)	56
2.5.2. Capacidad Cocer (CMT)	56
2.5.3. Capacidad de congelar (CMT)	56
2.5.4. Capacidad Empacar (CMT)	56
2.5.5. Factores de Eficiencia y Utilización	57
2.5.6. Capacidad Disponible	58
2.6.METODOLOGÍA PARA CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE	58
3. PLANEACIÓN AGREGADA	60
3.1.ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA	60
3.2.TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA	62
3.3.CONTROL DEL PLAN AGREGADO	62
3.4.MPS (MASTER SCHEDULE PLANNING)	62
3.5.MRP (MATERIALS REQUERIMENT PLANNING)	62
3.5.1. MRP originario	62
3.5.2. Esquema Básico	63
3.5.3. Técnicas de dimensionado del lote	63
3.5.3.1. Pedidos lote a lote	63
3.5.3.2. Período constante	64
3.5.3.3. Cantidad Periódica de Pedido	64
3.5.3.4. Mínimo costo unitario	64
3.5.3.5. Mínimo costo total	64
3.5.3.6. Razón costo de emisión/costo de posesión (Part-period balancing)	64
3.5.3.7. El algoritmo de Wagner-Whitin	65
3.5.3.8. Lote económico (EOQ)	65
3.5.3.9. Ajustes en el tamaño del lote	65
3.5.4. Sistemas de reprogramación en MRP	66
3.5.4.1. Sistema MRP regenerativo	66
3.5.4.2. Sistema MRP de cambio neto	66
3.6.APLICACIÓN	66
3.6.1. Planeación Agregada	67
3.6.2. Costos relacionados	67
3.6.3. Políticas para el Plan Agregado	68

3.6.4.	<i>MPS</i>	68
3.6.5.	<i>Propuestas de MPS</i>	69
3.6.6.	<i>MPS final</i>	69
3.6.7.	<i>Consolidación de Productos</i>	69
3.6.8.	<i>Tamaño del Pedido</i>	70
3.6.9.	<i>MRP</i>	70
3.7.	METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA	71
4.	PROGRAMACIÓN	72
4.1.	REGLAS DE PRIORIDAD.....	72
4.2.	FORMAS DE REALIZAR LA PROGRAMACIÓN.....	73
4.2.1.	<i>Programación hacia delante</i>	73
4.2.2.	<i>Programación hacia atrás</i>	73
4.2.3.	<i>Programación basada en TOC, Teoría de restricciones</i>	73
4.3.	OTROS TIPOS DE PROGRAMACIÓN.....	74
4.3.1.	<i>Programación estocástica</i>	74
4.3.2.	<i>Programación lineal</i>	74
4.4.	APLICACIÓN.....	74
4.4.1.	<i>Simulación</i>	75
4.4.1.1.	Entradas.....	75
4.4.1.2.	Hipótesis relativas.....	76
4.4.2.	<i>Análisis</i>	77
4.4.2.1.	Líneas de producción relacionadas en la simulación.....	77
4.4.2.2.	Programación PULL.....	77
4.4.2.3.	Programación PUSH.....	77
4.4.3.	<i>METODOLOGÍA DE LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCION</i>	78
5.	METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	79
5.1.	ELABORACIÓN DE PRONÓSTICOS.....	79
5.1.1.	<i>Graficar series de tiempo por referencia</i>	80
5.1.2.	<i>Coefficientes de Autocorrelación</i>	80
5.1.3.	<i>Preseleccionar y calcular los métodos de pronósticos a utilizar</i>	80
5.1.4.	<i>Calcular el MAD para cada método de pronósticos</i>	81
5.1.5.	<i>Calcular la señal de rastreo</i>	81
5.1.6.	<i>Determinar la funcionalidad del modelo cuantitativo</i>	81
5.1.6.1.	Señal de rastreo ajustada y producción representativa.....	81

5.1.6.2.	Señal de rastreo no ajustada y producción representativa	82
5.1.6.3.	Señal de rastreo ajustada y producción irrelevante	82
5.1.6.4.	Señal de rastreo no ajustada y producción irrelevante	82
5.1.7.	<i>Reevaluación de los modelos de pronósticos</i>	83
5.2.	METODOLOGÍA PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE	83
5.2.1.	<i>Determinar los tiempos improductivos</i>	83
5.2.2.	<i>Calcular el porcentaje de utilización</i>	83
5.2.3.	<i>Determinar el porcentaje de eficiencia o calcularlo cuando sea necesario</i>	83
5.2.4.	<i>Calcular la capacidad máxima teórica</i>	83
5.2.5.	<i>Calcular la capacidad real o disponible</i>	83
5.3.	METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA	84
5.3.1.	<i>Determinar la capacidad disponible según el recurso restrictivo</i>	84
5.3.2.	<i>Determinar la carga y la capacidad en horas</i>	84
5.3.3.	<i>Establecer la estrategia del Plan Agregado</i>	84
5.3.4.	<i>Establecer estrategia para el MPS</i>	84
5.3.5.	<i>Análisis de materiales</i>	85
5.3.6.	<i>Elaboración del MRP</i>	85
5.4.	METODOLOGÍA PARA LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	85
5.4.1.	<i>Referirse al MPS final</i>	85
5.4.2.	<i>Asignar las líneas de producción por referencia</i>	85
5.4.3.	<i>Verificar la capacidad de la línea, asignando el total del plan de producción de las referencias asignadas a ella</i>	86
5.4.4.	<i>Determinar los pedidos más críticos en cuanto a cantidad, tiempo de producción y capacidad</i>	86
5.4.5.	<i>Priorizar la programación por pedidos críticos (LPT)</i>	86
5.4.6.	<i>Asignar pedidos a cada una de las líneas de producción, (máquinas)</i>	86
5.4.7.	<i>Ejecutar la simulación del método PUSH para la programación y asignación de recursos</i>	86
5.4.8.	<i>Calcular costos asociados a la planeación y programación de producción</i>	86
5.5.	INDICADORES RESULTADO DE LA METODOLOGÍA	87
6.	ANÁLISIS FINANCIERO	89
6.1.	EVALUACIÓN FINANCIERA	89
6.1.1.	<i>Proyectos mutuamente excluyentes</i>	89
6.1.2.	<i>Técnicas de evaluación de proyectos mutuamente excluyentes</i>	89
6.1.2.1.	Relación beneficio/costo.....	90
6.1.2.2.	Análisis incremental.....	90
6.1.3.	<i>Desarrollo del Análisis</i>	90

6.1.3.1. Análisis de los resultados de la relación beneficio-costo.....	91
7. CONCLUSIONES DEL DOCUMENTO.	93
7.1.CONCLUSIONES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	94
8. RECOMENDACIONES.	96
BIBLIOGRAFÍA.....	98
GLOSARIO.....	101
ANEXOS.....	102

GRÁFICOS

GRÁFICO 1. SITUACIÓN ACTUAL CADENA DE ABASTECIMIENTO	13
GRÁFICO 2A. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAMARÓN COCIDO.	16
GRÁFICO 3. DIAGRAMA PROCESO ACTUAL PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN.....	19
GRÁFICO 4. DIAGRAMA PROCESO ACTUAL PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN	20
GRÁFICO 5. DESPACHOS VS PEDIDOS.....	22
GRÁFICO 6. ANÁLISIS DOFA DE LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CAMARÓN COCIDO.	25
GRÁFICO 7. EL MODELO DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER.....	25
GRÁFICO 8. DIAGRAMA ISHIKAWA, (CAUSA-EFECTO) DE LA METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CAMARÓN COCIDO.	29
GRÁFICO 9. DESPACHOS TOTALES.	43
GRÁFICO 10. GRAFICA DE 9 REFERENCIAS DE CAMARÓN COCIDO	44
GRÁFICO 11. PRONÓSTICO REFERENCIA 1.....	48
GRÁFICO 12. PRONÓSTICO REFERENCIA 2.....	49
GRÁFICO 13. PRONÓSTICO REFERENCIA 3.....	50
GRÁFICO 14. PRONÓSTICO REFERENCIA 7.....	51
GRÁFICO 15. PRONÓSTICO REFERENCIA 8.....	51
GRÁFICO 19. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO.	52
GRAFICO 20. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE	59
GRÁFICO 21. CUADRO DE CONTROL CARGA-CAPACIDAD.....	68
GRÁFICO 22. ÁRBOL DE PRODUCTO.....	70

GRÁFICO 23. METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA DE PRODUCCIÓN.....	71
GRÁFICO 24. METODOLOGÍA PARA LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN.....	78
GRÁFICO 25. METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	79

CUADROS

CUADRO 1. MEJORES MODELOS DE PRONÓSTICO PARA CADA REFERENCIA.....	47
CUADRO 2. FACTORES DE UTILIZACIÓN DE TODAS LAS MÁQUINAS.	57
CUADRO 3. CAPACIDAD DISPONIBLE DE CADA CENTRO PRODUCTIVO.....	58
CUADRO 4. MEDIDAS DE AJUSTE TRANSITORIOS DE CAPACIDAD.....	61
CUADRO 5. COMPARACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES ÍNDICES DEL ANÁLISIS FINANCIERO	91

TABLAS

TABLA 1. MODELOS DE PRONÓSTICO SEGÚN REFERENCIA.....	47
TABLA 2. LOCACIONES DEFINIDAS PARA SIMULACIÓN.....	77
TABLA 3. ENTIDADES DEFINIDAS PARA SIMULACIÓN.....	78
TABLA 4. ENTRADAS DEFINIDAS PARA SIMULACIÓN.....	78

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios y a todas las personas que nos entregaron sus mejores conocimientos, los mejores sentimientos de constancia y la fuerza para no decaer y poder cumplir con este gran logro como Ingenieros próximos a graduarse.

Reconocemos el valor que aportaron en este Trabajo de Grado a:

- ✓ Antonio Lopera, gerente general de la compañía Mar de Altura S.A, quien nos prestó la atención necesaria para la elaboración de la propuesta.
- ✓ Gustavo Ortiz Piedrahita, Director del Trabajo integrador, quien nos dirigió y dio las pautas para la culminación de los capítulos del presente documento.
- ✓ Al equipo de producción y calidad Mar de Altura, quienes nos enriquecieron con la colaboración de ofrecernos su compañía para aportarles un grano de arena en su mejora continua. A todos sus integrantes quienes nos brindaron la información necesaria para detectar las mejores del proceso y que están plasmadas en el trabajo.
- ✓ A todos los docentes de la especialización de la Universidad Tecnológica de Bolívar, personas ilustres en conocimientos de producción y lo referente a todo el sector productivo; ellos nos ayudaron a establecer parámetros decisivos para el trabajo.
- ✓ A nuestros padres y demás familiares, por su constante apoyo en el transcurso de estos meses de trabajo.
- ✓ A nuestros amigos, por colaborarnos con su apoyo.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del mercado a causa de la globalización es un factor que influye en el sector productivo real. Las empresas deben mostrar su competitividad por la capacidad para responder en términos de cantidad, calidad y oportunidad de su producción.

La globalización puso en evidencia la falta de preparación de las empresas, para poder responder a los altos niveles de producción sin caer en costos excesivos de inventarios de producto terminado⁴. En el caso del camarón tipo exportación (*Litopenaeus vannamei*) las empresas productoras han buscado alianzas estratégicas para incentivar su consumo proyectando un aumento en la demanda.

Proponemos una metodología para la planeación y programación de producción de la planta de Mar de Altura S.A, Málaga, que plantea una solución para mejorar la capacidad de respuesta ante las posibles variaciones en la demanda del camarón, siendo éste un gran aporte para la empresa. Además, conllevaría a desarrollar nuevas alternativas para que la planta de producción sea más productiva debido a que por las limitaciones de Know How que tiene la empresa, no aporta lo necesario para estandarizar los procesos y por ende el subaprovechamiento de este y por ende la pérdida de competitividad en el sector.

También, la metodología que se plantea da nuevas ideas de proyectos a futuro, como por ejemplo la integración de la cadena productiva de pequeñas y medianas empresas que integran el sector productivo latinoamericano, apoyada por la realización de actividades optimas en el desarrollo productivo.

Para el desarrollo de la metodología se aplicaron herramientas de Ingeniería Industrial de las áreas de Producción, Finanzas, Análisis de sistemas de información, Investigación de operaciones, Control de calidad y Mercados, necesarias para su adecuada estructuración y valoración.

⁴ CAMARON FICHA/46/ EU, Apoyo a Pymes Promoción de Inversiones e Intercambios Comerciales. Apoyo al sector de la Micro y Pequeña empresa en Guatemala Pag. 3-5,

CAPÍTULO DIAGNÓSTICO

0. DIAGNÓSTICO SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCION DE CAMARÓN COCIDO

0.1. ANÁLISIS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO



Gráfico 1. Situación actual Cadena de abastecimiento

El anterior gráfico corresponde a la Cadena de Abastecimiento donde se visualiza la participación de MAR DE ALTURA S.A. El flujo de materiales y productos a través de todos los eslabones es consistente y se están supliendo los requerimientos del cliente final. Sin embargo en el flujo de información, podría contar con datos compartidos con las plantas de origen, donde la información sea de doble vía, para así conocer las necesidades del cliente final y poder despachar la cantidad real requerida.

Es decir, por más que exista un conocimiento en el flujo de materiales a través de la ínter conectividad entre plantas, no existe una retroalimentación en el flujo de información en la cadena de abastecimiento desde el cliente primario hasta el productor; de esta forma el flujo de información se ve interrumpido y hace que éste logre ser efectivo más no eficiente.

Es en este punto donde se ve una oportunidad en la planeación de la cadena logística, ya que se pueden estar generando costos innecesarios que afectan la operación total. Con esto se está perdiendo el valor que genera tener vinculada la información de la cadena de abastecimiento.

Otro punto a recalcar es que MAR DE ALTURA S.A. tiene relaciones con los proveedores en forma indirecta y directa, lo que hace crítico el proceso de compras en caso de una eventualidad que necesite resolverse en el menor tiempo posible. Este único manejo con los proveedores por parte del departamento de calidad es una restricción del sistema la cual debe ser reevaluada en un futuro cercano.

0.2. CONOCIMIENTO DEL PROCESO

Es necesario conocer el proceso de producción de camarón cocido en forma general para elaborar un diagnóstico adecuado.

0.2.1. Descripción de proceso para la producción de camarón cocido.

Planta de origen:

El proceso de producción de camarón cocido en origen inicia con la llegada de materia prima a la planta de proceso de proveedora a través de camiones refrigerados. Los camarones son lavados, clasificados, cocidos, empacados y exportados a la planta de proceso MAR DE ALTURA según especificaciones. Se realiza la revisión de los documentos y facturas del pedido verificando que cumpla con los requisitos pactados. Posteriormente se continúa con la inspección, con un muestreo de lotes, a éste se le hace una prueba organoléptica en el área de Control de Calidad. Después de haber realizado todas las pruebas correspondientes, si el producto no cumple con las políticas establecidas en la compañía, el lote es devuelto al exportador y si el lote se acepta, se prosigue a transportar los palets en un montacargas a la bodega de producto terminado.

Planta de proceso Mar de Altura:

De acuerdo con los registros en cantidad de materia prima, productos terminados y pedidos se establece la producción en la planta de proceso de MAR DE ALTURA S.A. si se requiere, puesto que los pedidos de gran volumen son procesados preferentemente en las plantas de origen (Latinoamérica).

La materia prima para procesar el camarón cocido en planta es almacenada en bodega de materias primas, las cuales son provenientes de proveedores de algunos países de sur América, Centroamérica y norte América.

La materia prima utilizada para este proceso es comprada actualmente en bloques de camarón crudo en dos kilos, los cuales son desembalados y dispuestos en las canastillas para el armado

de los baches o cestillos, que consiste en llenar de materia prima (camarón) cada canastilla, cada cestillo tiene la capacidad de contener 12 canastillas de seis kilos aproximadamente cada una.

Después de armado el bache se procede a cocer en la marmita que tiene la capacidad de cocer un bache de 72 kilos cada 5 minutos y teniendo una capacidad real de 800 kilos/hora, una vez cocido el bache se inicia el proceso de enfriamiento introduciéndose el bache en la enfriadora, esta cuenta con capacidad de enfriar 4 baches simultáneamente con agua a 0° C para cortar la cocción, este proceso dura aproximadamente 15 minutos teniendo una capacidad real de 1400 kilos/hora aproximadamente.

Subsiguiente al proceso de enfriamiento pasamos al proceso de congelación por salmuera a -20 °C, esta congelación se da por inmersión del bache en agua con sal saturada por 15 minutos, este equipo cuenta con la capacidad real de 1100 kilos/hora aproximadamente.

Por último se realiza el empaque del producto terminado y una inspección del producto, pesando en una balanza una muestra escogida aleatoriamente según metodología establecida por el departamento de control de calidad de un palets de producto terminado, posteriormente se transporta el palets a la cámara de almacén donde se efectúa el picking y el packing del pedido.

A continuación se muestra con un diagrama general, el proceso de producción de camarón cocido

Descargue de materia prima y prod.
Terminado de origen a cámara de
almacén



Transporte de materia prima a
plata de proceso

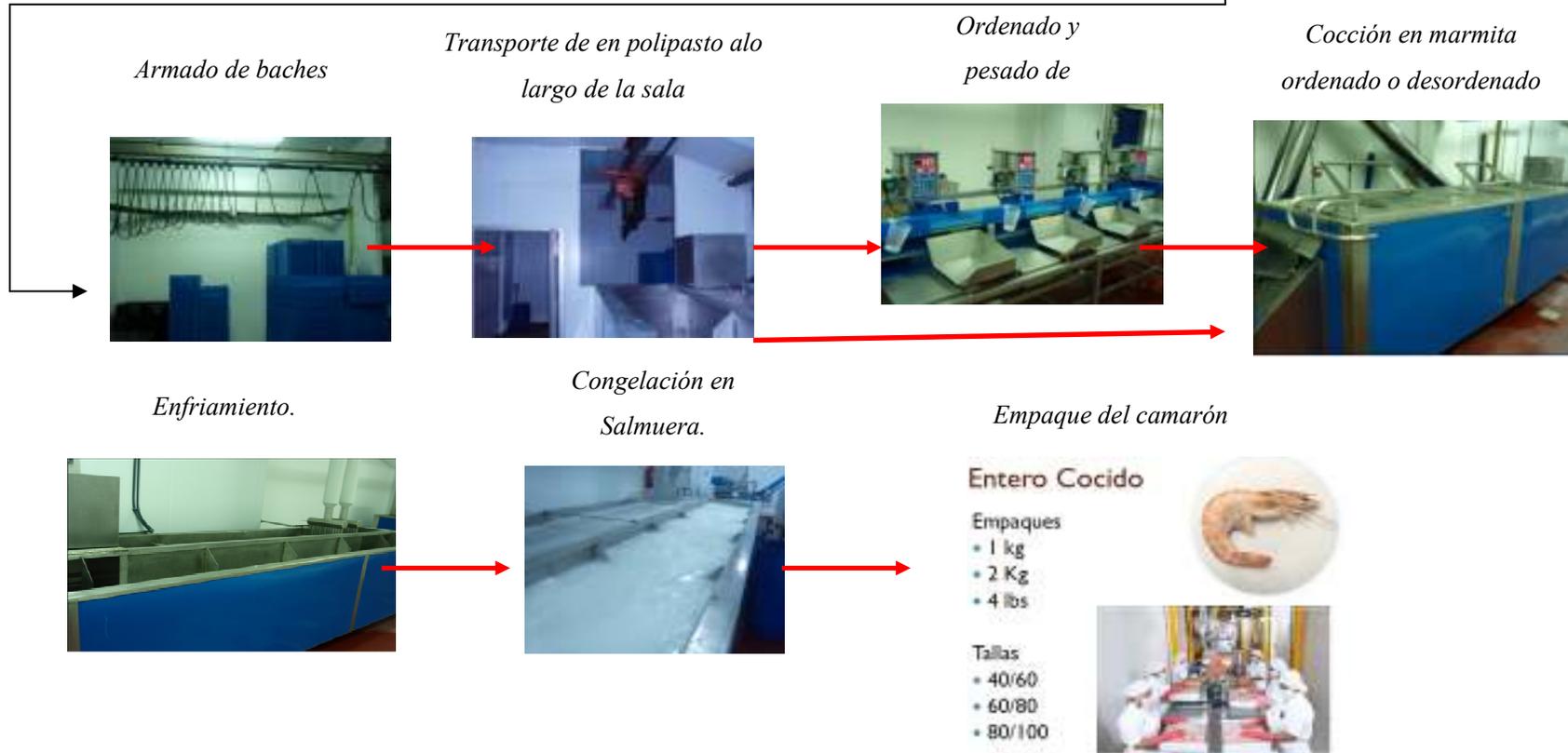


Gráfico 2a. Proceso de producción de camarón cocido.

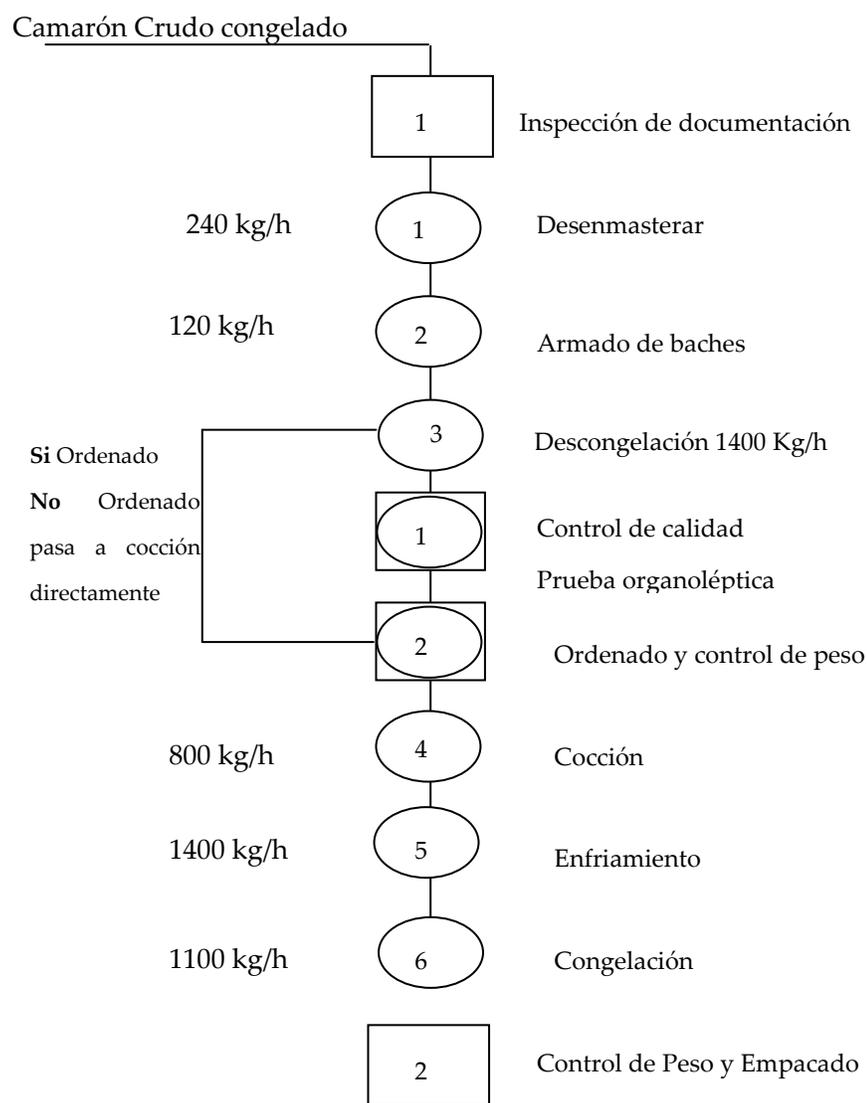


Gráfico 2b. Proceso de producción de camarón cocido.

0.3.ANTECEDENTES.

Tal como lo menciona en la propuesta del trabajo Integrador, el presente trabajo responde a una oportunidad de mejora en el proceso de planeación y programación de la producción de camarón cocido en la planta de MAR DE ALTURA S.A. continuación se muestra lo que se diagnosticó en la situación actual de la empresa frente a los siguientes puntos.

0.3.1. Planeación y programación de producción del camarón cocido.

La elaboración de los productos en la planta de MAR DE ALTURA S.A. se realiza sin mayores traumatismos, sin embargo para tener un cumplimiento excelente ante sus clientes, se incurre en costos que pueden ser eliminados y/o disminuidos con una mejor planeación y programación de la producción.

El proceso para la planeación de la producción de camarón cocido comienza con un pronóstico mensual que arroja el módulo básico de Producción de GESTION (Sistema usado por producción), calculado con un promedio simple comparativo de los datos históricos de las cantidades que han sido despachadas en las últimas semanas. Esto da al Jefe de Producción y al jefe de almacén de producto terminado una idea global de las cantidades de materia prima y materiales que se deberían tener en cuenta para la producción. Con ello, el Jefe de Producción empleando la hoja de cálculo de EXCEL, hace el cálculo de la capacidad disponible de la planta y se hace un alistamiento de recursos para dicha producción, ya sean máquinas, insumos y personal.

Teniendo los pedidos, el jefe de planta abre en GESTION una nueva orden de producción o de fabricación “en firme” según la referencia. Con la orden de producción ya realizada, todos los días se hace una programación con los datos de pedidos “en firme” de los recursos que son necesarios para la producción. A su vez, se hace la revisión de las existencias previas de producción y de acuerdo a la diferencia entre lo que hay que producir en forma neta se controla el ritmo de la planta para cumplir con los pedidos correspondientes. Lo anterior se efectúa de la siguiente manera:

Teniendo el pedido, el Jefe de producción realiza la asignación y secuenciación por línea de empaque de las diferentes órdenes que tiene por producir. Dependiendo de la cantidad de producto terminado que soliciten, realizan unos cálculos que relacionan cantidad de pedido con la cantidad que producen por turno para determinar el número de turnos necesario. Para la priorización de los pedidos, el gerente general se comunica con el cliente donde se establece las prioridades de común acuerdo. No se cuenta con dos máquinas para despachar algún pedido de prioridad, se programan los pedidos con un día de antelación para asegurar el cumplimiento. Una vez se programan los pedidos más relevantes, se continúa con la de los pequeños. Todo lo anterior lo hacen por medio de la metodología “Pull”, donde se programa de atrás hacia delante; en el capítulo de “Programación de Producción” se explican más detalladamente las diferentes metodologías para ejecutar la programación de producción. Toda la programación es realizada con apoyo de herramientas no sistematizadas que dificultan la comunicación de información entre las áreas que así lo requieren, tales como compras, mantenimiento etc.

Una vez los pedidos de materiales están en el almacén, al interior de la planta se hace una solicitud diaria de materia prima y de empaques para el alistamiento de todos los materiales necesarios y dar paso a la producción.

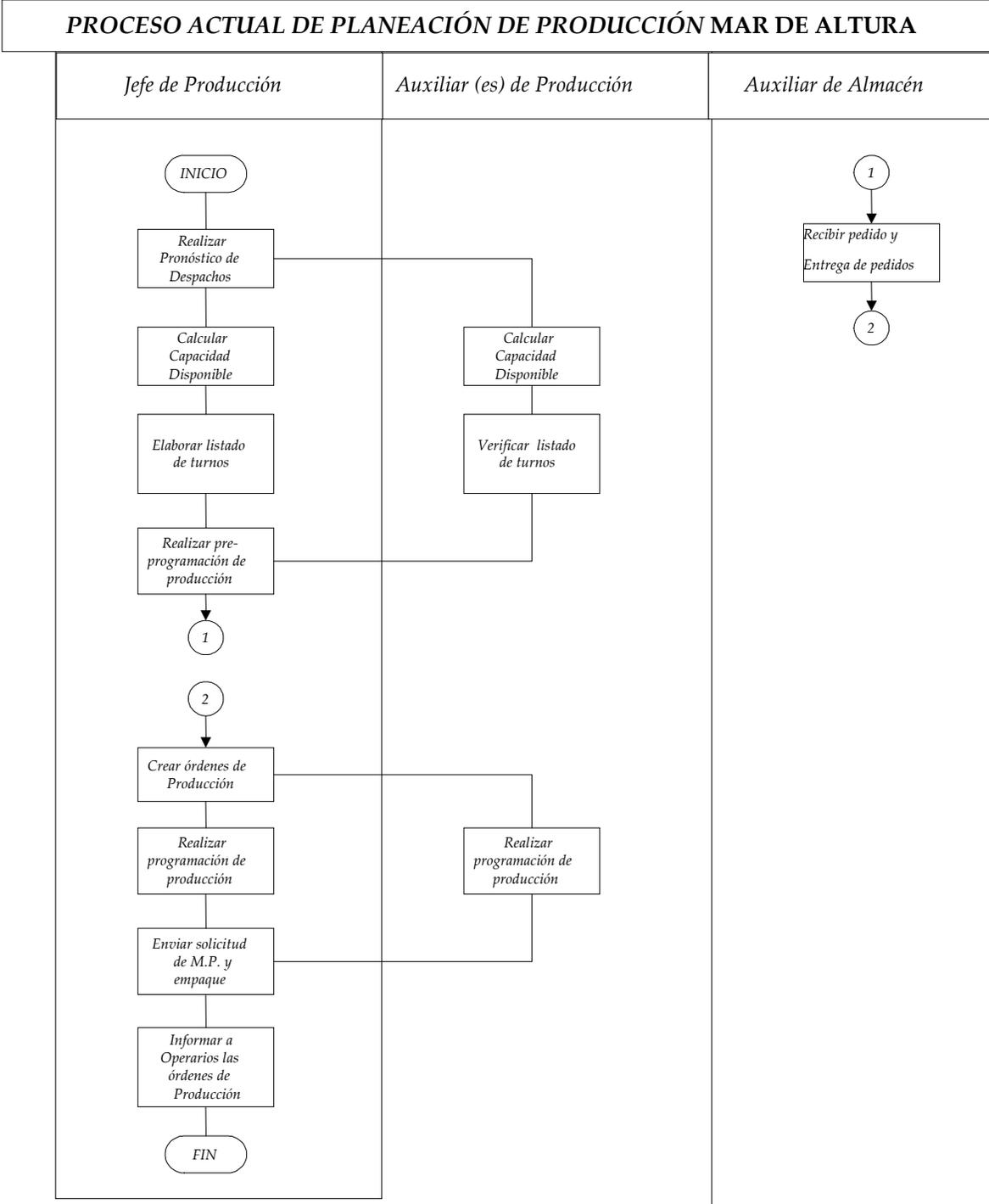


Gráfico 3. Diagrama Proceso Actual Planeación de Producción

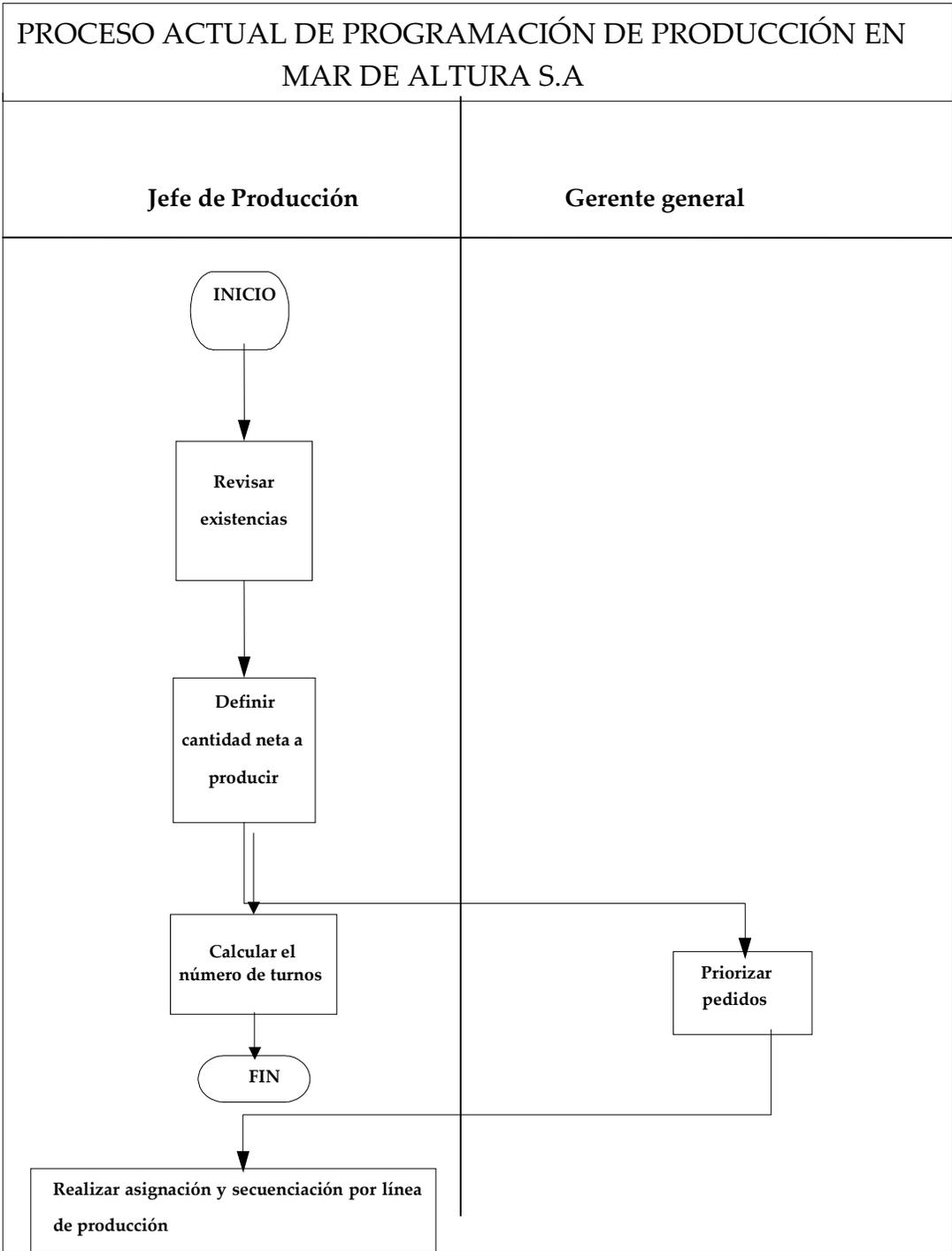


Gráfico 4. Diagrama Proceso Actual Programación de Producción

0.3.2. Materias Primas

De acuerdo con las órdenes de fabricación o producción almacén realiza la respectiva asignación de éstos hacia las diferentes salas de proceso, se calculan los pedidos de materia prima e insumos necesarios para ejecutar la producción. Con ello, se muestra que la única que las salas tienen contacto directo con almacén.

Jefe de almacén es el encargado de verificar que los pedidos montados en el sistema GESTION cumplan a cabalidad con las necesidades de producción, si no es así, se hace un llamado a la planta gerencia general y/o finanzas para que lo efectúen lo antes posible el pago de la solicitud de compra o la importación de producto terminado (camarón cocido de origen) de origen.

0.3.3. Pedidos

El gerente general es el intermediario para la consolidación de pedidos con el departamento de ventas, sin embargo el control final sobre los despachos correspondientes a los anteriores pedidos los realiza el departamento de comercio exterior y el jefe de almacén y logística. Los pedidos existentes de las diferentes salas no se acomodan en su totalidad a lo retirado el día del despacho e interfieren con la producción de cocido, es decir, que existen otros tipos de producciones de otras referencias que no cumplen con los pedidos y atrasan la producción en general.

Cuando se tiene la lista consolidada de los pedidos, en la sala 2 de cocido se realiza la orden desagregada de los pedidos para informar al auxiliar del área de Producción cual va a ser su total por referencia.

Adicionalmente Mar de Altura S.A. manda la lista consolidada de los pedidos totales a todas las plantas de proceso, en Latinoamérica se realiza la orden desagregada de los pedidos para informar y retroalimentar al área de producción cual va a ser su total por referencia.

DESPACHOS Y PEDIDOS

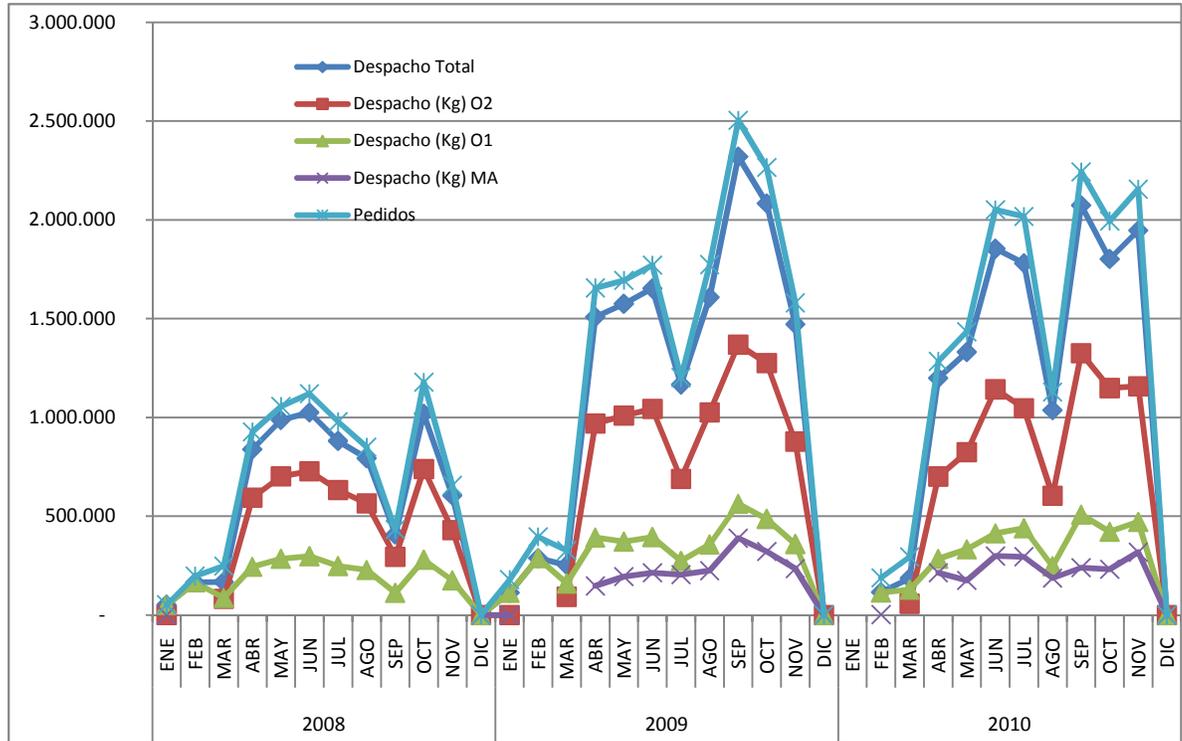


Gráfico 5. Despachos Vs pedidos

0.3.4. Uso de Infraestructura

La planta de MAR DE ALTURA S.A. posee la infraestructura adecuada para la fabricación de sus pedidos. Cuenta con automatización de procesos para lograr una notable calidad en el producto final y cuenta con un ERP⁵ soportado en la plataforma GESTION, con módulos de Servicio al cliente y Logística, Calidad, Sistema Financiero, Sistema de Producción base, y un Sistema de Producción extenso.

Cabe aclarar que los módulos de producción con los que cuenta el ERP son solo los básicos en donde se lleva un registro de las referencias y se crean las formulaciones de las mismas. De igual forma, para las órdenes de producción se cuenta con una base de datos con la que se calculan los promedios de los pedidos de las referencias en los últimos meses.

⁵ ERP por sus siglas en inglés: Enterprise Resource Planning

El modelo básico de producción cuenta con una herramienta para hacer la planeación de los requerimientos de los materiales, sin embargo esta es subutilizada debido a que el funcionario de almacén y el jefe de producción realizan sus actividades como se mencionó en el aparte de Planeación y Programación de la Producción.

La capacidad instalada está calculada con respecto a la eficiencia máxima en Kg/hora que cuenta la línea de cocido contra lo real procesado en la misma obteniendo un 30% de utilización⁶ de la capacidad instalada actualmente, lo que muestra que existe una posibilidad de mejora en el uso de su infraestructura en la sala de cocido.

0.4.RESULTADOS

Para entender cuál es la situación en la que se encuentra la planta para la planeación y programación de producción se hizo una compilación de factores influyentes los cuales están documentados en diferentes herramientas de diagnóstico tales como el análisis DOFA, el Diagrama Ishikawa en el cual se tienen en cuenta las 5 M's de un proceso productivo, y el análisis de las fuerzas de Porter. También se realizó la documentación respectiva en diagramas de flujo, operaciones y recorrido para entender el comportamiento general de cada una de las etapas del proceso de planeación y producción de camarón cocido en la planta de Mar de Altura S.A. Estos se encuentran documentados en el diagnóstico de la planta.

0.4.1. Análisis DOFA de la planeación y programación actual de Mar de Altura S.A.

En general la empresa, en cuanto al proceso de la planeación y programación de la producción, se encuentra con diferentes fortalezas que podrían ser mejor explotadas, claro está que se resalta en la organización el espíritu de mejoramiento continuo mostrado por los planes que se llevan a cabo dentro de la organización, tales como implementación de la trazabilidad de lotes y el cumplimiento de la normativa vigente (Seguridad Alimentaria las normas son las IFS, BRC y ISO 22000 y PLAN NACIONAL DE CONTROL DE LA CADENA ALIMENTARIA 2007-2010 ESPAÑA, Son estándares de Seguridad Alimentaria. Aparte de esto hay normativa específica que debe cumplir toda empresa en España: Planes Generales de Higiene (9 planes), APPCC o HAPPC, Ahora está también el PNCH (Plan Normalizado de la Calidad y la Higiene), Aparte está la normativa de etiquetado, residuos, agua de consumo y aguas residuales y RD 1801/2008 de control nominal de peso en la elaboración de productos), entre otros, que afectan en forma directa la buena ejecución de la producción. MAR DE ALTURA S.A. además de contar con los recursos necesarios para su producción

⁶ Dato suministrado por MAR DE ALTURA, resultado a partir de los cálculos realizados por el Jefe de Producción y el Gerente general

cuenta con un excelente ambiente laboral, representado por el compromiso de sus trabajadores.⁷

En cuanto a las debilidades que se encontraron, en su mayoría están relacionadas respecto a la integración de todos los eslabones de la cadena de abastecimiento en cuanto a la información que deben compartir. Adicionalmente, se encontró que la utilización del módulo básico de producción, es manejada por medio del uso de cálculos diarios no sistematizados.

En las amenazas que puede tener el proceso se encuentran variables macro económicas tales como incrementos del margen entre la compra y venta del camarón a nivel mundial, al igual que en la demanda del producto. También se encuentra el incremento del mercado por parte de la competencia lo que traería como consecuencia un descenso en la producción de las referencias de la empresa. También los productos sustitutos son una amenaza para la producción de camarón, entre estos las carnes de res, y otros productos de la canasta familiar como el pollo.⁸

Las oportunidades que se encuentran son afectadas por variables a nivel microeconómico tales como planes para incrementar el consumo del camarón y otros productos hidrobiológicos. De esta forma la capacidad productiva sería mayor y traería como consecuencias beneficios para la empresa.

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Planta automatizada • ERP Gestión • Maquinaria para la capacidad requerida • Buenas relaciones laboral • Comunicación con las plantas de origen por medio de interconectividad • Cumplimiento del 95% de los pedidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación indirecta con los proveedores • Ineficiente comunicación con sus clientes • La planeación de los requerimientos de materiales la hace la planta madre MAR DE ALTURA. • Utilización de maquinarias manuales, que al no estar sistematizadas fragmentan la información limitando la comunicación entre áreas. • El porcentaje de utilización de la capacidad disponible de está entre 30 y 35 % • Los pedidos difieren de los despachos.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS⁹

⁷ I JORNADAS SOBRE SEGURIDAD ALIMENTARIA FACULTAD DE VETERINARIA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA NOVIEMBRE 2008

⁸ Min. de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de Trabajo No. 70, La Cadena del Camarón de Cultivo en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Pag 5-7.

⁹ FILOSE, Jhon. LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO DEL CAMARÓN, Pag. 59-60.

<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del margen entre compra y venta camarón a nivel mundial. • Campañas institucionales para fomentar el consumo del camarón. • La fluctuación del euro con respecto al dólar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento o descenso excesivo de la demanda del camarón y/o materia prima. • Descenso de precios a nivel macroeconómico • Competencia de productos sustitutos • Mala publicidad en internet a los productos pesqueros. • Que el dólar baje excesivamente. • Incremento de fletes por alzas al combustible. • Los brotes de epidemias en la acuicultura incrementan la volatilidad de los precios
---	---

Gráfico 6. Análisis DOFA de la planeación y programación de producción de camarón cocido.

0.4.2. Análisis de las Fuerzas de Porter

Son cinco las fuerzas que guían la competencia industrial definidas por Michael Porter, con este análisis se quiso tener en cuenta como éstas pueden afectar la competitividad de la industria del camarón procesado.

En el análisis que se hizo de estas fuerzas se enfatiza en dos de ellas, los proveedores y compradores.

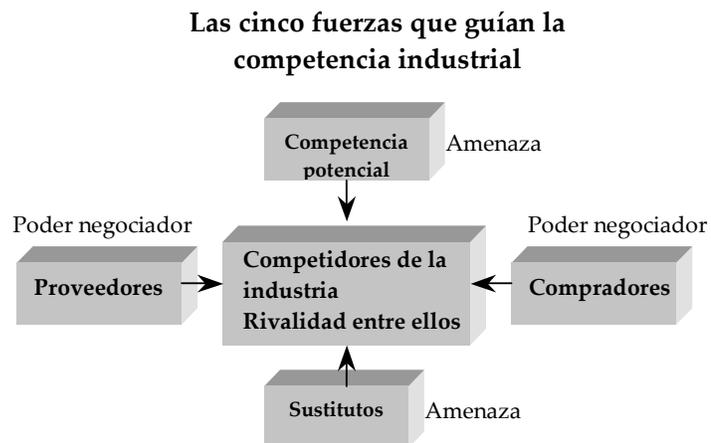


Gráfico 7. El modelo de las 5 fuerzas de Porter¹⁰

¹⁰ Tomado de la página de internet del Directorio Electrónico de Guatemala, Gestión Empresarial.

0.4.2.1. Fuerzas.

Poder de negociación con proveedores

- MAR DE ALTURA cuenta con diferentes proveedores para materia prima, y para materiales. En el análisis concerniente a la planta se identificó que la comunicación directa con los proveedores está a cargo del jefe de producción, el jefe de almacén y logística y el gerente general, es decir, ellos son los que establecen los pedidos de materia prima y materiales para la planta.
- De la misma forma cuando un pedido de materia prima o materiales está atrasado, el jefe encargado de la solicitud se comunica con el proveedor y agilice el pedido.

Poder de negociación con compradores

- MAR DE ALTURA S.A. tiene clientes Nacionales (España) e internacionales, puesto que es distribuidor, este tiene que despachar producto terminado a diferentes dependencias del país e importarlo y exportarlo a diferentes países, esta estratégicamente ubicada en la zona industrial de la Ciudad portuaria Málaga – España.

Competidores en la industria

Los competidores directos con los que cuenta MAR DE ALTURA S.A. son las empresas de producción de camarón o en diferentes presentaciones, entre ellas:

- TERRANOVA
- PEZCANOVA
- MARISCOS CASTELLAR

Hay que resaltar que debido al descenso del consumo de camarón a nivel nacional y mundial, las empresas productoras de camarón han implementado campañas conjuntas buscando un interés para atraer al consumidor y bajar los costos de producción basándose en la tecnificación y la búsqueda de mejores eficiencias.

Competencia Potencial

La competencia potencial que tiene MAR DE ALTURA S.A. son productos que ofrezcan al consumidor las mismas características del camarón cocido, entre ellos se encuentran el pollo, pavo, filetes de pescado, carne, etc.

Sustitutos

Se identificaron como sustitutos los mariscos procesados con valores agregados y aquellos que entre sus componentes contienen camarón como las paellas, camarón pelado y cazuelas.

0.4.2.2. Barreras de entrada

A continuación se presenta el análisis de las barreras de entrada de las cuales se tenía conocimiento.

Economías de Escala

MAR DE ALTURA S.A. cuenta con la mayor producción de camarón cocido de origen en España, esto dificulta la entrada de un nuevo competidor con precios bajos, además cuenta con una línea auxiliar de cocido para completar pedidos y cumplir a tiempo con los despachos.

Diferenciación del Producto

El posicionamiento que tienen los productos de MAR DE ALTURA S.A. en el mercado, hace que la empresa no tenga que hacer cuantiosas inversiones para reposicionarse frente a sus competidores.

Inversiones de Capital

MAR DE ALTURA S.A., al formar parte de las compañías del grupo empresarial español y con socios de las plantas de origen (Latinoamérica), tiene soporte de recursos financieros lo que hace que la entrada de competidores más pequeños no sea una amenaza.

Acceso a los Canales de Distribución

La infraestructura de distribución con la que cuenta MAR DE ALTURA S.A. está ubicada en una zona industrial, uno de los distribuidores medianos en España pero cuenta con un excelente sistema de exportaciones e importaciones las cuales hacen ingreso a la Comunidad Europea por Bilbao, Róterdam, Algeciras y Vigo, una vez ingresa la exportación o importación en cualquiera de las anteriores puertos se maneja con las mismas reglamentaciones, por esta razón, la empresa no tiene que hacer inversiones en la optimización de su canal.

Política Gubernamental

Las políticas gubernamentales protegen la producción de ciertos productos Españoles como es el camarón, por medio de bajos aranceles para su importación y exportación. El interés gubernamental es incentivar la exportación de dichos productos.

0.4.3. Diagrama Ishikawa

Con esta herramienta de calidad se identificaron como se encontraban las categorías para identificar las causas de un efecto, que en este caso específico es la oportunidad de mejora

del proceso de planeación y programación de producción. Estas categorías se conocen como las 5 m's: Maquinaria, Medio ambiente, Metodología, Materia prima, Mano de obra.

De las causas que se identificaron se resaltaron aquellas que se consideraron críticas en el diagnóstico. Entre ellas están:

- Metodología de producción por experiencia (prueba y error)
- Porcentaje de utilización de la capacidad instalada está en el 30%
- Utilización de horas extras, e Inventarios.
- Diferentes proveedores, no hay criterios claros entre proveedores

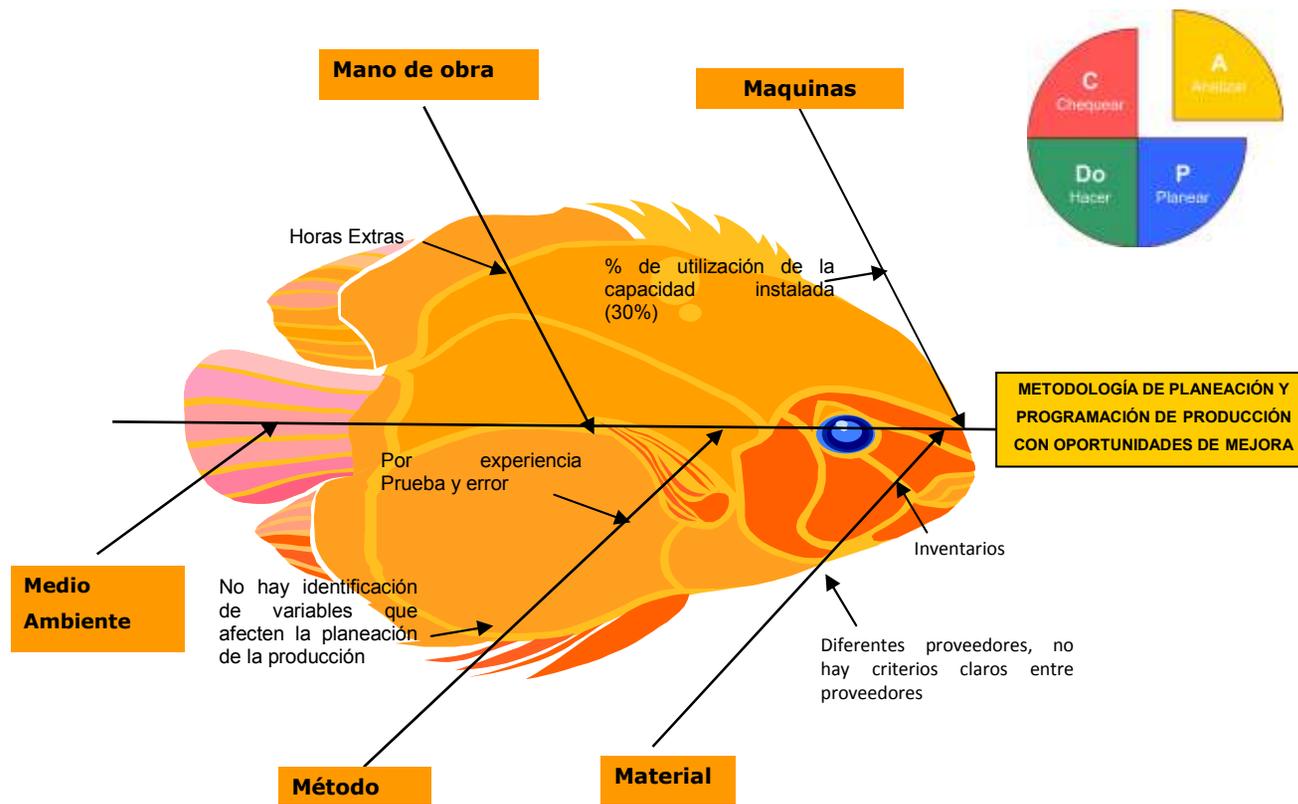


Gráfico 8. Diagrama Ishikawa, (Causa-Efecto) de la metodología de planeación y programación de producción de camarón cocido.

CAPÍTULO I

1. PRONÓSTICOS

Frecuentemente se presenta un tiempo de retraso entre el conocimiento de un evento inminente y la ocurrencia de dicho evento. Ese intervalo de tiempo es la razón principal para planear y pronosticar. Si ese intervalo de tiempo es cero o muy pequeño, no hay necesidad de planear, pero si el intervalo es grande y el resultado del evento está condicionado a factores identificables la planeación puede desempeñar un papel importante. En dichos casos, para determinar cuándo va a ocurrir un evento es necesario llevar a cabo un pronóstico para que puedan tomarse acciones apropiadas.

La necesidad de pronosticar se incrementa a la vez que la gerencia intenta minimizar su dependencia del azar y ser más científico a la hora de tomar decisiones. También es necesario tener en cuenta que la metodología o sistema de pronóstico a realizar debe establecer vínculos entre los pronósticos para las diferentes áreas de la organización ya que un error en uno de éstos puede repercutir en toda la organización, de ahí su importancia. Algunos de los casos en donde los pronósticos toman un papel relevante son:

- Programación (Scheduling): La programación de la producción, transporte, personal, entre otros, es necesaria para la administración eficiente de los recursos. Los pronósticos son una entrada de información importante para llevar a cabo dicha programación.
- Adquisición de recursos: El plazo para adquirir materia prima, contratar personal, o comprar maquinaria y equipos, puede variar desde unos pocos días hasta bastantes años. Los pronósticos son necesarios para determinar los requerimientos de dichos recursos.
- Determinación de requerimiento de recursos: Todas las organizaciones deben determinar qué recursos quieren tener en el largo plazo. Dichas decisiones dependen de las oportunidades del mercado, factores ambientales y del desenvolvimiento de los recursos financieros, humanos, de producción y tecnológicos de la organización. Estas determinaciones requieren tanto de buenos pronósticos y de directivos que puedan interpretar las predicciones para tomar las decisiones apropiadas.

Aunque existen diversas áreas que requieren de la utilización de pronósticos, las tres categorías expuestas anteriormente son los casos típicos para la planeación de los requerimientos de las organizaciones de hoy en día en el corto, mediano y largo plazo.

Todas las necesidades expuestas anteriormente requieren que la compañía realice aproximaciones para predecir eventos inciertos y establezca una metodología al momento de pronosticar. Para esto es necesario tomar en cuenta los siguientes pasos:

- Identificación y definición del problema.
- Aplicación de un rango de métodos de pronósticos.
- Procedimientos para la selección del método de pronóstico adecuado dependiendo de la necesidad.
- Soporte organizacional para la aplicación y el uso formal de los métodos de pronósticos.

Existen dos categorías macro de pronósticos, las técnicas cualitativas y las cuantitativas. En el primer caso, un pronóstico es casi siempre el resultado de una expresión de juicio u opinión personal de uno o más expertos. Esta se usa cuando se dispone de muy poca o no se dispone de información cuantitativa pero existe suficiente conocimiento cualitativo.

El segundo caso se puede aplicar cuando se dispone de información suficiente del pasado, dicha información puede ser cuantificada en datos numéricos y se pueda asumir que algunos aspectos del pasado van a continuar en el futuro. Para este caso se usan dos técnicas distintas; ambas son estadísticas convencionales: el análisis de series de tiempo y el análisis de regresión. Una serie de tiempo estadística es sencillamente una serie de valores numéricos que toma una variable aleatoria a lo largo de un determinado período. En el análisis de regresión, la variable que se va a pronosticar se expresa como una función matemática de otras variables.

Puede existir un tercer caso donde se dispone de muy poca o no se dispone de información tanto cuantitativa como cualitativa, este suceso se denomina *impredecible*.¹¹

1.1.TÉCNICAS CUALITATIVAS

Por su naturaleza, las técnicas subjetivas se basan en el juicio personal y pueden hacer uso de cualidades como la intuición, la opinión de un experto y la experiencia. Estos pronósticos no requieren de datos y sus entradas requeridas dependen del método a utilizar.

Los principales métodos cualitativos son:

¹¹ G.D. EPPEN, F.J. GOULD, C.P. SCHMIDT, JEFFREY H. MOORE, LARRY R. WEATHERFORD, Investigación de operaciones en la ciencia administrativa, 5ª Edición, Prentice Hall. Pag 619

- **Opinión del administrador**

El administrador usa su mejor juicio para hacer el pronóstico. En algunos casos se dispondrá de datos que apoyen a la decisión del administrador. En otros, el administrador extraerá conclusiones basadas sólo en su experiencia y conocimiento detallado de las condiciones actuales para realizar el pronóstico.

- **Jurado de opinión ejecutiva**

A diferencia del método anterior, éste incluye a un pequeño grupo de administradores de alto nivel que unen su mejor opinión para hacer un pronóstico colectivo.

- **Mezcla de fuerza de ventas**

En este método, cuando se dispone de una fuerza de ventas, cada vendedor proporciona una estimación de ventas de su sector. Estas estimaciones suben de nivel organizacional, de subalternos a jefes, donde se realizan las respectivas revisiones para llegar a un pronóstico corporativo.

- **Investigación de Mercado**

Este método adopta un enfoque de raíz para realizar el pronóstico de ventas. Incluye encuestas a clientes y clientes potenciales para analizar sus necesidades, gustos y preferencias con respecto a sus planes futuros de compras, como también analizar la respuesta a nuevos productos. Este tipo de pronóstico es útil para el desarrollo de nuevos productos y para realizar los pronósticos iniciales de las ventas.

- **Método Delphi**

Esta técnica intenta desarrollar pronósticos mediante un “consenso de grupo”. Se organiza un grupo de expertos, todos físicamente separados y que no se conocen, se les solicita que respondan una serie de preguntas. Las respuestas del primer cuestionario se tabulan y usan para preparar un segundo cuestionario, que contiene información y opiniones de todo el grupo. A continuación, se le pide a cada experto que analice y reconsidere posiblemente corrigiendo su respuesta anterior, tomando como base la información suministrada por el grupo. Este proceso continúa hasta que el coordinador cree que se ha llegado a un consenso.

1.2.TÉCNICAS CUANTITATIVAS

Cuando se dispone de datos cuantitativos, existen cinco pasos básicos para cualquier estudio de pronósticos.

- **Definición del problema**

Involucra una comprensión profunda de cómo pueden ser utilizados los pronósticos, quien requiere de éstos y como el estudio de los mismos encaja dentro de la organización. Se recomienda hablar con todo el que esté involucrado en la recolección de datos, mantenimiento de bases de datos y los que utilicen los pronósticos para la planeación futura.

- **Recolección de información**

Siempre existen al menos dos tipos de información disponible, los datos estadísticos y la experiencia adquirida por el personal “clave”. Ambos tipos de información deben ser tomados en cuenta.

- **Análisis preliminar**

Para este análisis se debe comenzar graficando los datos y realizar una inspección visual de los mismos. Luego se deben calcular algunas estadísticas descriptivas asociadas con cada punto tales como la media, desviación estándar, mínimos, máximos y percentiles. A continuación, donde se dispone de más de una serie de datos históricos relevantes o serie de tiempos, se puede analizar la relación entre las series por medio de herramientas estadísticas¹² tales como las correlaciones. Otra herramienta importante es el análisis de descomposición para verificar los factores de tendencia, estacionalidad, ciclicidad y aleatoriedad. Lo anterior ayuda a sugerir que clase de modelos cuantitativos pueden ser más útiles.

- **Escogencia y ajuste de modelos**

Este paso involucra escoger y ajustar varios modelos de pronósticos tomando en cuenta el “filtro” realizado en el paso anterior.

- **Aplicación y evaluación del modelo de pronóstico**

Una vez han calculado varios modelos y se ha seleccionado uno de ellos teniendo en cuenta que se estimaron apropiadamente sus parámetros, el modelo es utilizado para realizar los respectivos pronósticos y los usuarios de estos deben evaluar los “pros” y “contras” del modelo a medida que pasa el tiempo. El funcionamiento del modelo solo será evaluado apropiadamente después que el dato que arroja el pronóstico llega a ser disponible, es decir, se obtenga el real.

1.3.DESCOMPOSICIÓN DE SERIES DE TIEMPO

En el método de descomposición se asume que los datos se componen de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\text{Datos} &= \text{Modelo} + \text{Error} \\ &= f(\text{tendencia} - \text{ciclicidad}, \text{estacionalidad}, \text{error})\end{aligned}$$

¹² Las diferentes herramientas estadísticas que apoyan el análisis de pronósticos se encuentran en el *Herramientas básicas para pronósticos*, <http://www.lums.lancs.ac.uk/files/Chap2.pdf>

Así, además de los componentes del modelo, se asume que está presente un factor de error o aleatoriedad. Este error es la diferencia entre el estudio de la combinación de los factores de tendencia-ciclicidad y estacionalidad con los datos actuales. Frecuentemente este factor se llama “residuo”, componente irregular o datos no explicados.

1.3.1. Principios de descomposición

1.3.1.1. Modelos de descomposición

La aproximación de descomposición se representa matemáticamente de forma general de la siguiente manera:

$$Y_t = (S_t, T_t, E_t)$$

Donde:

- Y_t Es el valor de la serie de tiempo en el período t
- S_t Es la componente estacional en el período t
- T_t Es la componente de tendencia y ciclicidad en el período t
- E_t Es la componente irregular en el período t

La descomposición aditiva tiene como ecuación:

$$Y_t = S_t + T_t + E_t$$

Así mismo, la descomposición multiplicativa tiene como ecuación:

$$Y_t = S_t \times T_t \times E_t$$

El modelo aditivo es apropiado si la magnitud de las fluctuaciones estacionales no varía con el nivel de las series. Pero si las fluctuaciones estacionales crecen y decrecen proporcionalmente con crecimientos y decrecimientos en el nivel de las series, el modelo más apropiado será el multiplicativo.

1.3.1.2. Ajuste estacional

Para la descomposición aditiva el ajuste estacional se calcula de la siguiente manera:

$$Y_t - S_t = T_t + E_t$$

Dejando únicamente los componentes de tendencia-ciclicidad y el residuo. Entonces, para la descomposición multiplicativa el ajuste estacional se calculará así:

$$\frac{Y_t}{S_t} = T_t \times E_t$$

1.3.2. Promedio simple

Aquí, todas las demandas de los períodos anteriores tienen el mismo peso relativo. El promedio hace que las demandas elevadas tiendan a ser equilibradas por las demandas bajas de otros períodos, reduciendo las posibilidades de error que se podrían cometer al dejarse llevar por fluctuaciones aleatorias que pueden ocurrir en un período. Se calcula así:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^k Y_i}{n}$$

En donde, Y_i es la demanda de todos los períodos anteriores
 k = número de períodos

1.3.3. Promedios móviles

Cuando las series no tienen componente estacional, y consisten únicamente en los componentes de tendencia e irregularidad, la descomposición de la serie involucra únicamente la estimación de ese componente de tendencia. Éste se puede estimar por medio de la suavización reduciendo la variación aleatoria. El modelo más básico de suavización se denomina promedios móviles.¹³

1.3.3.1. Promedio móvil simple

Combina los datos de la serie de la mayor parte de los períodos recientes, siendo su promedio el pronóstico para el período siguiente. El promedio se “mueve” en el tiempo, en el sentido que, al transcurrir un período, la demanda del período más antiguo se descarta y se agrega, en su reemplazo, la demanda para el período más reciente, superando así la principal limitación del modelo del promedio simple. Se calcula así:

$$PMS = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

¹³ CHASE, Administración de Producción y operaciones, 2007, 10^a Edición, Mc Graw Hill, Pag. 529,
 HAMDY A. TAHA, Investigación de operaciones una introducción, 1998 6^a Edición Prentice Hall, Pag 492

En donde Y_t es la demanda de cada uno de los n períodos anteriores

1.3.3.2. Promedio móvil centrado

El método de promedio móvil simple requiere un número impar de observaciones para realizar el cálculo correspondiente de cada promedio. Lo anterior es para asegurar que el promedio será centrado. Pero cuando se quiere realizar un promedio móvil con un número par de datos, es recomendable usar un procedimiento que permita centrar el promedio en estos casos.

Por ejemplo, si se quiere hallar el promedio móvil con base 4, es decir, con cuatro observaciones, para los períodos del 1 al 5, se haría de la siguiente forma:

$$T_{2.5} = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4)/4$$
$$T_{3.5} = (Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5)/4$$

Promediando estas dos suavizaciones, se obtiene:

$$T_3'' = \frac{T_{2.5} + T_{3.5}}{2}$$

1.3.3.3. Promedio móvil doble

El promedio móvil centrado es un ejemplo de cómo un promedio móvil puede por si mismo ser suavizado por otro promedio móvil. Esa suavización se conoce como promedio móvil doble. De hecho, cualquier combinación de promedios móviles se puede usar conjuntamente para formar un promedio móvil doble. Por ejemplo, un promedio móvil de 3x3 es un promedio móvil con base 3 de unos promedios móviles con base tres.

1.3.3.4. Promedio móvil ponderado

En general, un promedio móvil ponderado de k puntos se puede expresar de la siguiente manera:

$$T_t = \sum_{j=-m}^m a_j Y_{t+j}$$

Donde $m = (k-1)/2$ y la ponderación la da a_j . Para que este método funcione apropiadamente es importante que el total de las ponderaciones sea una y sea simétrica, esto es $a_j = -a_{-j}$. La ventaja de los promedios ponderados es que el resultado de la suavización de la tendencia es más plana.

1.3.4. Descomposición Clásica

1.3.4.1. Descomposición aditiva y multiplicativa

Para aplicar descomposición aditiva o multiplicativa se pueden seguir los siguientes 4 pasos.

- Para descomposición aditiva la tendencia se calcula usando promedios móviles dependiendo del período de la estacionalidad, es decir, si el período estacional es de 12 observaciones, el promedio móvil será con base 12. Para descomposición multiplicativa se diferencia en que se calcula el promedio móvil centrado.
- Luego se sustrae el factor de tendencia de la ecuación general de descomposición, dejando solamente los factores de estacionalidad e irregularidad.
- A continuación se calculan los índices de estacionalidad. El índice de un determinado mes se calcula promediando la serie sin tendencia de las observaciones del mismo mes. Solo es necesario calcular un valor por observación (mes).
- Finalmente, la serie irregular E_t se calcula con la sustracción de los factores de estacionalidad, tendencia y ciclicidad de la ecuación general.

1.4. MÉTODOS DE SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL

Se distingue porque da pesos de manera exponencial a cada una de las demandas anteriores a efectos de calcular el promedio.

1.4.1. Suavización exponencial simple

El cálculo correspondiente requiere de 2 datos: el primero es la demanda real del período más reciente y el segundo es el pronóstico más reciente obtenido por cualquier otro método. A medida que termina cada período se realiza un nuevo pronóstico. Entonces:

$$\begin{array}{l} \text{Pronóstico de la} \\ \text{demanda del} \\ \text{período siguiente} \end{array} F_t = \alpha \left[\begin{array}{l} \text{Demanda} \\ \text{más reciente} \end{array} \right] + (1 - \alpha) \text{ más } \left[\begin{array}{l} \text{Pronóstico} \\ \text{más reciente} \end{array} \right]$$

1.4.2. Selección del coeficiente de suavización

Para empezar con el pronóstico es necesario tener un buen cálculo derivado de algún otro método, lo que se denomina pronóstico inicial o de arranque. De la misma manera, es necesario seleccionar un coeficiente de suavización α . Un valor elevado de α da un gran peso a la demanda más reciente, y un valor bajo de α da un peso menor a la demanda más reciente.

1.4.2.1. Suavizado exponencial adaptivo

En el suavizado exponencial adaptivo, el coeficiente de suavización α , no siempre es el mismo; inicialmente se determina y luego se permiten variaciones de él en el tiempo, de acuerdo con los cambios del modelo subyacente de la demanda.

1.4.3. Suavización exponencial doble

El modelo para un proceso con tendencia lineal está dado por:

$$Y_t = a + bt + \varepsilon_t$$

En donde b es la pendiente de la tendencia; a , representa la constante fundamental del proceso y ε_t el residuo.

Las ecuaciones a utilizar para calcular el pronóstico son:

$$\begin{aligned}L_t &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \\b_t &= \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\F_{t+m} &= L_t + b_t m\end{aligned}$$

L_t representa una estimación del nivel de las series en el período t y b_t representa una estimación de la inclinación de la series de tiempo en el período t . α es la constante de suavización exponencial simple y β es la constante de suavización de tendencia de la serie de tiempo.

1.4.4. Suavización exponencial triple

El modelo parte de lo siguiente:

$$Y_t = (a + bt)c_t + \varepsilon_t$$

en donde los parámetros son:

a = porción constante

b = pendiente de la componente de tendencia

c_t = factor estacional para el período t

ε_t = componente irregular

El procedimiento, para llegar a los pronósticos, consiste, en términos generales, en estimar los parámetros del modelo y usarlos para generar el pronóstico. En este contexto, la componente constante se estima en forma independiente de la tendencia y los factores estacionales, por lo

que se llama constante no estacional. De la misma manera, el factor de tendencia debe ser independiente de los factores estacionales. Los factores estacionales se pueden ver como un porcentaje de las componentes constante y de tendencia para el período t . Si la demanda en un período dado de una estación es menor que la componente de tendencia constante, el factor estacional será menor que uno y si la demanda es mayor será mayor que uno. El número de factores estacionales debe ser igual al número de estaciones al año.

Este método se basa en tres suavizaciones, una para el nivel, otra para la tendencia y la última para la estacionalidad. Hay dos variaciones del modelo una con estacionalidad multiplicativa y la otra con estacionalidad aditiva.

1.4.4.1. Estacionalidad multiplicativa

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1-\gamma)S_{t-s}$$

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m}$$

Para calcular los índices de estacionalidad, los cuales se calculan con al menos una estación completa. Para el cálculo de los coeficientes iniciales de estacionalidad se puede usar el siguiente procedimiento:

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_s}, \quad S_2 = \frac{Y_2}{L_s}, \quad \dots \quad S_s = \frac{Y_s}{L_s}.$$

1.4.4.2. Estacionalidad aditiva

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s}$$

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m}$$

Para el cálculo de los coeficientes iniciales de estacionalidad se puede usar el siguiente procedimiento:

$$S_1 = Y_1 - L_s, \quad S_2 = Y_2 - L_s, \quad \dots, \quad S_s = Y_s - L_s.$$

Para los dos casos, s es el tamaño de la estacionalidad, L_t representa el nivel de las series, b_t denota la tendencia, S_t es la componente estacional y F_{t+m} es el pronóstico para más períodos adelante. Los parámetros α , β y γ se pueden escoger buscando minimizar MSE o MAPE.

1.4.5. Método de Winters

Se aplica cuando en la serie de tiempo se presentan los patrones de tendencia y estacionalidad ya sea en forma aditiva o multiplicativa.

El Método de Holt – Winters se puede ejecutar en forma sencilla con ayuda del paquete estadístico Minitab o manualmente con el uso de Excel.

Se basa en tres ecuaciones, cada una de las cuales suaviza un factor asociado con uno de los tres componentes del patrón aleatoriedad, tendencia y estacionalidad.

Donde,

S_t = valor suavizado de la serie desestacionalizada.

T_t = valor suavizado de la tendencia

I_t = valor suavizado del factor estacional

I =duración de la estacionalidad.

$$\alpha = (0 < \alpha < 1) \quad \text{Constante de atenuación}$$

$$\beta = (0 < \beta < 1) \quad \text{Constante de atenuación de la estimación de la tendencia}$$

$$\gamma = (0 < \gamma < 1) \quad \text{Constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad}$$

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{I_{t-1}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$

En esta ecuación el primer término X_t se divide entre el factor estacional I_{t-1} con el objeto de desestacionalizar. Esta relación se pondera con α y la suma del valor suavizado de la serie

desestacionalizada del periodo anterior con el valor suavizado de la tendencia del mismo periodo de la serie se pondera con $(1 - \alpha)$.

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

La ecuación suaviza la tendencia pues pondera la tendencia incremental $(S_t - S_{t-1})$ con β y el valor tendencial previo T_{t-1} con $(1 - \beta)$.

La ecuación de I_t es comparable a un índice estacional, dicho índice se calcula como la razón del valor actual de la serie X_t dividido entre el valor suavizado actual de la serie S_t .

$$I_t = \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)I_{t-1}$$

La estacionalidad en cada periodo no es perfecta, contiene aleatoriedad, por lo cual debe ser suavizada o promediada para eliminar tal aleatoriedad. Para suavizar dicha estacionalidad la ecuación de I_t pondera al factor estacional recientemente calculado X_t/S_t con γ y el número estacional más reciente que corresponda a la misma estación I_{t-1} con $(1-\gamma)$.

F_{t+m} = el pronóstico de m periodos en el futuro

Esta fórmula es casi igual a la que se emplea para obtener el pronóstico en el modelo suavización exponencial simple y es llamada como la predicción basada en el método de Winters, la diferencia estriba en que esta estimación para un periodo futuro, $t+m$ se multiplica por I_{t-l+m} , este índice estacional es el último disponible, de ahí que se utilice para ajustar el pronóstico a la estacionalidad.

$$F_{t+m} = (S_t + T_t m) I_{t-l+m}$$

1.5.APLICACIÓN

Siguiendo el objetivo general del taller integrador, para hacer una metodología que apoye la planeación y programación de producción de camarón cocido industrialmente, se inició haciendo un análisis de los datos en la serie de tiempo con los que contaba la empresa. Se optó por hacer pronósticos de tipo cuantitativo que apoyaran las decisiones en el área de producción para la respectiva planeación y programación, ya que se contaba con los datos históricos necesarios. No obstante, se hace necesario realizar un ajuste a este pronóstico por medio de la apreciación de un experto en el tema, es decir, la aplicación de pronósticos cualitativos. Una vez conseguidas las series de tiempo de los datos correspondientes a dos (2009-2010) años de despachos de cada una de las 9 referencias analizadas, se hizo uso de

las “herramientas para pronósticos”¹⁴ para soportar la decisión de cual modelo de pronóstico a utilizar.

1.5.1. Gráficas de Serie de Tiempo

Se graficaron las series de tiempo de cada referencia en los despachos totales en general, para poder identificar y entender el comportamiento de las mismas, puesto que son mayores al 7,4% que los despachos de la planta Mar de Altura Malaga. Se pudo observar que en la mayoría de referencias se presentan irregularidades en las cantidades despachadas que resultan del componente aleatorio de la demanda, consecución de nueva tecnología y fluctuaciones de los precios.¹⁵

Se muestra también que en algunos períodos la demanda se “corre” es decir un incremento en una referencia en un período de tiempo, supone un decremento en el siguiente período.

Los anteriores comportamientos generan la necesidad de comprobar tales observaciones de manera matemática. Se inició con el cálculo del promedio de despachos totales de Mar de Altura S.A. en los 24 meses (2009-2010) de cada referencia y a su vez se halló la desviación estándar. Haciendo una relación entre la desviación y la media, se obtuvo un porcentaje que muestra si la serie tiende o no a ser constante. El resultado obtenido fue que en todas las referencias la desviación es mayor al 36% y se presenta un comportamiento de tendencia¹⁶ ascendente positiva y este cambio es generalmente resultado de preferencias del consumidor o nuevas tecnologías, aunque el volumen específico cada mes es variable, este crecimiento gradual en los despachos muestra la tendencia ascendente claramente para la serie de tiempo. En la siguiente gráfica se muestra tal afirmación.

Aunque se exhibe una tendencia durante los dos años, los valores no caen exactamente en la línea de tendencia, muestra secuencia de puntos alternantes por debajo y por encima de la línea de tendencia que duran más de un año, se le puede atribuir al componente de cíclico¹⁷. Además muestra un patrón estacional a lo largo de cada año con niveles máximos en los meses de marzo a junio y agosto a noviembre.

¹⁴ “Herramientas básicas para pronósticos”, <http://www.lums.lanccs.ac.uk/files/Chap2.pdf>

pag. 28-53

¹⁵ FAO, Informe de Mercado del camarón en la EU-May 2010.

¹⁶ ANDERSON DAVID R. Métodos cuantitativos para los negocios, 9ª Edición, México 2004, Editorial Cengage Learning Editores S.A., Pag. 175-177

¹⁷ ANDERSON DAVID R. Métodos cuantitativos para los negocios, 9ª Edición, México 2004, Editorial Cengage Learning Editores S.A., Pag. 176

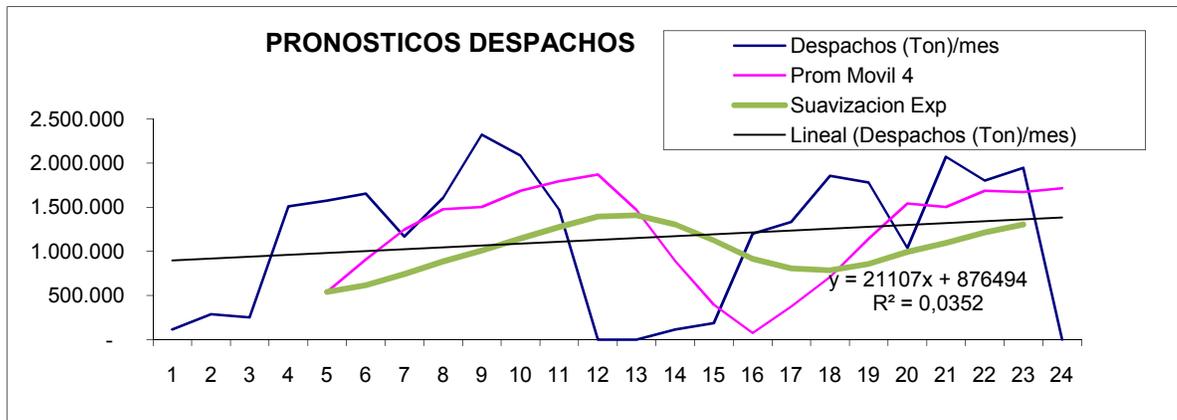


Gráfico 9. Despachos Totales.

1.5.2. Uso de Autocorrelaciones

Para verificar si existía algún tipo de tendencia, variación cíclica, o estacional y variaciones irregulares, se hallaron los coeficientes de autocorrelación. A continuación se muestran la grafica de los despachos por referencia, donde se ve que el comportamiento de todas las referencias presenta estacionalidad, ciclicidad, y tendencia en un período prolongado de tiempo. Las referencias mostradas a continuación componen el 40%¹⁸ de la producción total de la empresa, cabe anotar que la compañía comercializa otros productos y servicios (Bodegaje congelación y/o otras especies).

¹⁸ Dato generado por el departamento de producción Mar de Altura S.A.

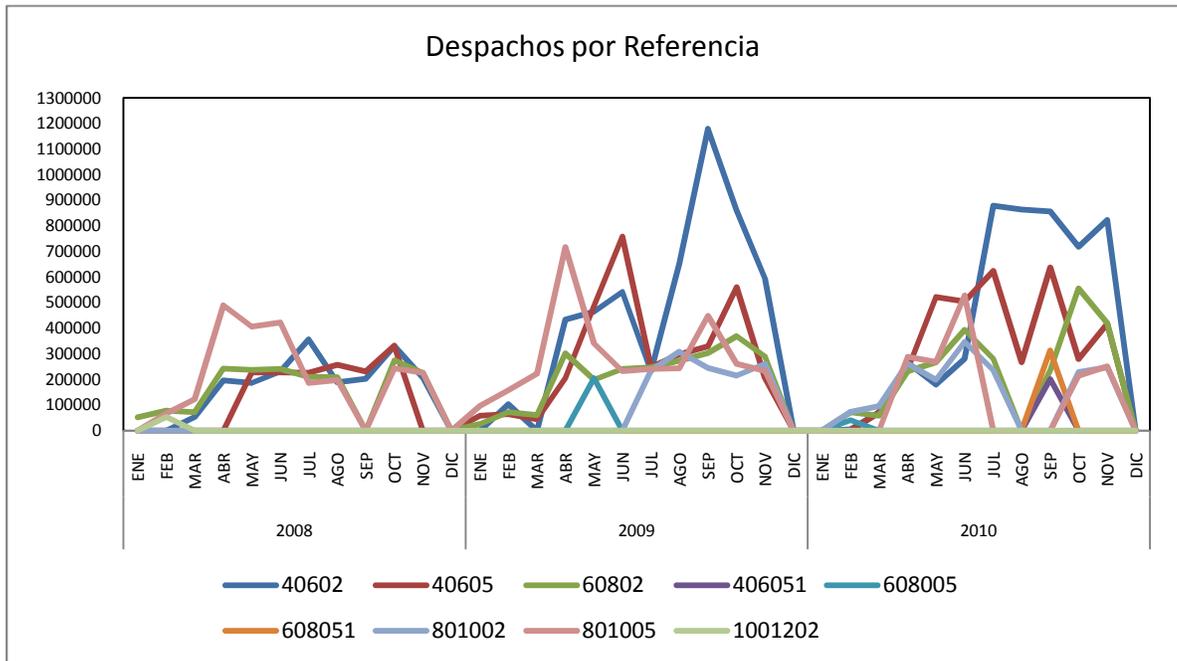


Gráfico 10. Grafica de 9 referencias de camarón cocido

1.5.3. Coeficientes de correlación

Es importante entender que el consumo total de camarón cocido y por lo tanto su producción, no se mantiene constante a lo largo del año, lo que quiere decir que si entre referencias se presentan variaciones se evidencia como el incremento de una referencia afecta de forma inmediata la caída o aumento de otra, ya que éstas están completamente relacionadas entre sí, a este comportamiento se lo ha denominado como “*Fenómeno de desplazamiento*”. Sin embargo, analizando las desviaciones de los despachos totales por mes, se muestra con claridad un comportamiento que tiene variaciones considerables a través del tiempo; lo que es lógico al saber que el consumo per cápita en Málaga y en España ha sufrido incremento significativo en los últimos años y por lo tanto en el sector productivo, el comercio de camarones está mejorando y es probable un aumento de los precios, dicho resultado es coherente con la actualidad en el Informe del Mercado del camarón en la UE - Mayo 2010.¹⁹

¹⁹ FAO, Informe del Mercado del camarón en la UE - Mayo 2010, pag 1.2

La relación entre las diferentes referencias es sustentada en el cuadro de coeficientes de correlación²⁰ donde se establece el criterio que: un valor entre 0,6 y -0,6 muestra que tanta incidencia tiene una referencia sobre la otra. Si el valor es positivo se encuentra una relación directa es decir, si una referencia crece, la otra también, mientras que si el valor negativo es menor a -0,6 el comportamiento entre estas referencias es inverso. Se tomaron los últimos 2 períodos de tiempo (2009 y 2010) ya que desde esta fecha inicio la producción en la planta Mar de Altura Málaga y se ha logrado aumentar el portafolio de productos de la compañía y por tanto ocurre dicho fenómeno.

Después de hacer un análisis preliminar y de graficar cada una de las series de datos, se prosiguió a escoger y ajustar el método de pronósticos. La mejor forma de realizar la selección de éste es por medio de la utilización de cada uno de los modelos que se adecuen o que justifique su uso. En el caso de Mar de Altura S. A. se hizo uso de los modelos básicos de pronósticos tales como promedios móviles, Winters y suavizaciones exponenciales, la razón principal es que el comportamiento de la demanda del camarón cocido aumenta con tendencia a subir levemente en el tiempo.²¹ Los métodos restantes de pronósticos fueron descartados en el análisis previo, debido a que no cumplen con la parametrización necesaria para su uso, en el caso de analizar las 9 referencias, finalizamos con 5 referencias que cumplen con la parametrización.

1.5.4. Justificación del método utilizado

Debido a que presenta ciclicidad²², estacionalidad²³ y tendencia²⁴, con sus posibles combinaciones, se puede hacer uso de los métodos que incluyen estos componentes en la demanda, tales como descomposición, Winters y/o Holt Winters, entre otros. De la misma forma quedan descartados aquellos modelos que necesitan más de dos años de datos históricos tales como el método de Box Jenkins, que requiere como mínimo 4 años. En algunas de las referencias existe una tendencia a crecer o a decrecer, sin embargo, a pesar

²⁰VER Anexo 1. Cuadro de coeficientes de correlación

²¹ FAO, Informe del Mercado del camarón en la UE - Mayo 2010. "Según las revisiones más recientes en 2008/160.000 ton, 2010 1^{er} trimestre en 55.000 ton."

²² Componente cíclica: fluctuación con apariencia de ondas alrededor de la tendencia. HANKE, J.E. y REITSCH A.G., Estadística para negocios. McGraw-Hill, México. Pag 683.

²³ Componente estacional: patrón de cambio en los datos mensuales o trimestrales que se repite de un año tras otro. HANKE, J.E. y REITSCH A.G., Estadística para negocios. McGraw-Hill, México, Pag 683.

²⁴ Tendencia: HANKE, J.E. y REITSCH A.G., Estadística para negocios. McGraw-Hill, México, Pag 684-689.

que el MAD²⁵ en algunas de éstas da menor con el método de tendencia, este método no es asertivo para la escogencia del modelo de pronóstico, esto se debe a que las tendencias entre las referencias no permanecen constantes a través del tiempo ya que éstas se presentan cuando se introduce un nuevo producto y ocurre el “*fenómeno de desplazamiento*”. Por ello, es necesario pronosticar con base a una tendencia lineal en un periodo no prolongado en el tiempo.

Cabe recalcar que el pronóstico cuantitativo, en este caso, no es suficiente para dar inicio a la planeación y programación de la producción basado en esas cifras. Para ello, el criterio de los expertos en el tema, como el de los jefes de producción de la empresa, es necesario para ajustarlo a las exigencias de la demanda. Con ello, el impacto de las discrepancias entre el pronóstico y los datos reales se espera que se minimice.

1.6. ANÁLISIS DE CADA REFERENCIA PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO.

Basándose en el análisis de la Desviación Media Absoluta (MAD) para la escogencia del modelo de pronóstico para cada referencia, se buscó el que presentara el menor valor de este índice ya que éste mide la dispersión del valor observado o real, con base en el de la estimación; utilizando la señal de rastreo como herramienta para la detección de puntos que no estén manteniendo un comportamiento acorde a los cambios normales de la demanda y también utilizando los datos arrojados en el análisis preliminar de los datos se concluyó lo siguiente:

Según los resultados del análisis efectuado para la selección del método de pronóstico para cada referencia, se obtuvo en términos generales que el 55.56%, 5 de 9 referencias arrojan datos que se ajustan a la parametrización de pronóstico como los sugeridos en la siguiente tabla de modelos por referencia, Winter fue el modelo de pronóstico que tuvo mayor ajuste a las series reales de las referencias de Mar de Altura S.A. La siguiente tabla muestra el porcentaje de las referencias que se acoplan a cada modelo de pronóstico.²⁶

²⁵ Desviación Media Absoluta.

²⁶ Se identifica PMS: como promedio móvil simple, en cualquiera de sus bases, SED: suavización exponencial doble, SES: suavización exponencial simple, WINTER: modelos de Winter y REG L: Regresión lineal. HANKE, J.E. y REITSCH A.G., Estadística para negocios. McGraw-Hill, México. Pag 561, 735-753

MODELO	# Ref	%
PMS (2)	0	
PMS (3)	1	11,11%
PMS (4)	0	
REG LINEAL	0	
WINTER	4	44,44%
SES	0	
Total general	9	100%

Tabla 1. Modelos de pronóstico según referencia.

Los errores arrojados por los pronósticos son manejados con un stock de seguridad calculado con un nivel de confiabilidad o servicio. Este nivel es establecido para que pueda cubrir la cantidad del error medio en kilos. Este corresponde a un valor aproximado del 18,5% del pronóstico total, según la metodología propuesta. Comparando el stock de seguridad que manejan actualmente en Mar de Altura S.A. (no mayor a 2 días de inventario) y el arrojado por el análisis, se produjo una reducción del 81%, ya que se pasó de 63.000 kilos a 12.000 kilos aproximadamente. Se comprobó que el uso de esta cantidad para el stock de seguridad es suficiente, ya que al comparar la metodología propuesta con datos reales se obtuvo el cumplimiento total de los pedidos²⁷.

A continuación se muestra una tabla donde se compilan todas las referencias y los mejores modelos para cada una de ellas. Hay que tener en cuenta las conclusiones expuestas a continuación en este capítulo y las del *Anexo 2 Tabla resumen de pronósticos por referencia*, donde se analiza y se concluye acerca de la utilización de cada modelo.

SES	REF 2
PMS 2	REF 3
PMS 3	REF 2 Y REF 8
PMS 4	REF 1
WINTER	REF 1, REF 2, REF 3 Y REF 7

Cuadro 1. Mejores modelos de pronóstico para cada referencia.

A continuación se realiza un análisis de las referencias que representan el 34% producción promedio total (2009-2010) de MAR DE ALTURA S.A. y con las que se hará el respectivo

²⁷ Este resultado se puede visualizar comparando el resultado del pronóstico total con el pedido proporcionado por Mar de Altura (2009-2010)

análisis para las posteriores etapas de la planeación de producción; las restantes, se encuentran documentadas en el Anexo 2. *Tabla resumen de pronósticos por referencia.*

1.6.1. Referencia 1

Debido a que esta referencia tiene tendencia creciente provocada por el fenómeno de desplazamiento, el mejor modelo de pronóstico que se ajusta a esta referencia es el de promedio móvil en base 4 o sin embargo, a pesar que este sea el mejor modelo, hay que reevaluarlo con el modelo de Winter, puesto que este modelo ajusta la desviación absoluta media más baja, ya que los incrementos de las referencias son producidos por el *fenómeno de desplazamiento*. Los picos inesperados dentro de la serie de tiempo de la referencia pueden ser pronosticados pero se corren en el tiempo, es por ello que ante esos valores es recomendable hacer ajustes con pronósticos cualitativos.

Solo el 7,6% de los valores estimados no están dentro de los límites de la señal de rastreo, lo que resulta recomendable para una referencia que tiene el 33% de la producción total de kilos de camarón. El stock de seguridad necesario para cubrir el error medio fue calculado con un nivel de confiabilidad del 76,10%.

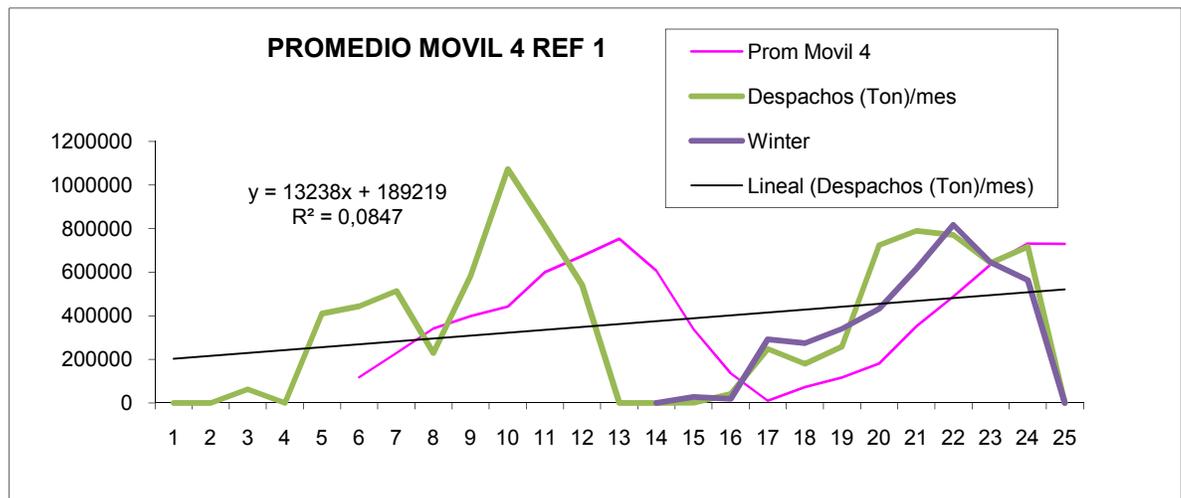


Gráfico 11. Pronóstico referencia 1

1.6.2. Referencia 2

El mejor modelo de pronóstico para esta referencia es la suavización exponencial simple, con un $\alpha=0.2$. Los valores estimados se ajustan al comportamiento de la demanda desviándose el 4,15% de los datos, los cuales sufren una caída en cantidad. Esta referencia tiene patrón de estacionalidad y de tendencia a pesar que sus cantidades estén disminuyendo, se reevalúo

con el método de promedio móviles en base 3 (PMS (3)) y con el método de Winter ajustándose más los datos al el método de PMS (3) desviación absoluta media más baja de 91.9987 kilos. El stock de seguridad para esta referencia está calculado con un nivel de confiabilidad del 72,05% para cubrir la cantidad de kilos de error.

Esta referencia tiene un porcentaje considerable de la producción del 23%, por lo que hay que apoyar la estimación con recomendaciones de los expertos para el ajuste del pronóstico.

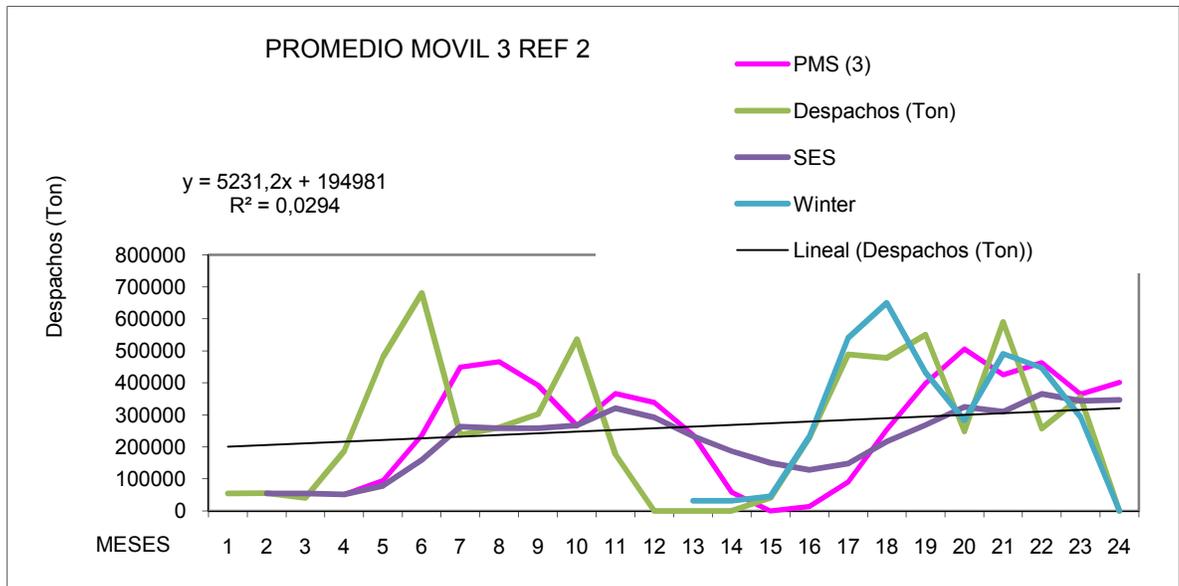


Gráfico 12. Pronóstico referencia 2

1.6.3. Referencia 3

El mejor pronóstico para esta referencia arrojó como resultado un promedio móvil simple en base 2 (PMS (2)) con un error porcentual medio del 1,22%, muy próximo a cero donde nos indica que los valores arrojados no están sesgados. Todos los valores estimados se encuentran dentro de los parámetros de la señal de rastreo, lo que comprueba que se está siguiendo el comportamiento real de la demanda con los valores del pronóstico. Sin embargo, para referencia hay que reevaluar el método de forma seguida ya que el crecimiento puede estabilizarse después de un tiempo. El segundo mejor método de pronósticos fue el método de Winter, hay que evaluarlo como segunda alternativa cuando la referencia se estabilice, puesto que presenta tendencia y estacionalidad. El error de esta referencia es posible que sea cubierto con un stock de seguridad ajustado con un 68,8% de confiabilidad.

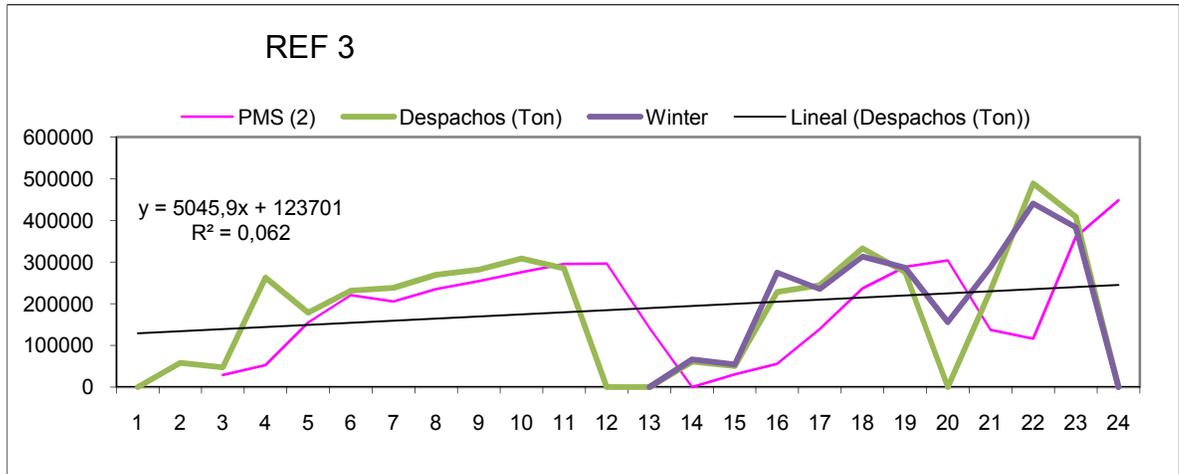


Gráfico 13. Pronóstico referencia 3

1.6.4. Referencia 7

El mejor pronóstico para esta referencia fue el método de Winter. Los valores arrojados por el modelo de pronóstico se ajustan a la tendencia real de la demanda, desviándose solo el 9,2% de los valores estimados. La producción de esta referencia es el 10% de la producción total. El error arrojado por este pronóstico puede ser cubierto, con un nivel del 73,83% de confiabilidad para el cálculo del stock de seguridad. Se ve que el modelo de Promedio móvil (2) es también un pronóstico muy acertado, sin embargo el error arrojado por este modelo puede aumentar cuando la tendencia de la referencia se estabilice a causa del aumento de los pedidos. Es por ello que se tomó como modelo el método de Winter.

Esta referencia en los períodos de Enero a Julio del 2009 y Diciembre a Marzo del 2010 sufre un comportamiento de decrecimiento. Se puede pensar que se debe a la misma causa del desplazamiento de producto debido al cambio de empaque y los meses de baja temporada. Así mismo es necesario conocer la causa para establecer el modelo recomendado o mirar si algún otro se ajusta más para este período.

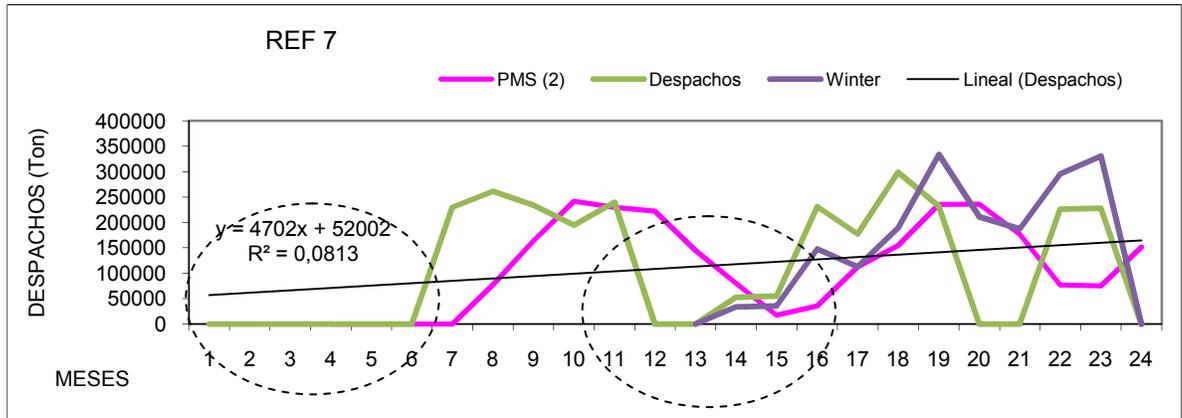


Gráfico 14. Pronóstico referencia 7

1.6.5. Referencia 8

El modelo de pronóstico que más se ajusto a esta referencia fue el de Promedio móvil simple en base 3 (PMS (3)) con un error porcentual medio (EPM) de 3,04%. Esta referencia tiende a decrecer en su producción que se encuentra en el 8% del total actualmente, sin embargo es posible que esta referencia esté condicionada al fenómeno de desplazamiento por lo que hay que tener especial cuidado cuando éste desaparezca. Todos los valores de la estimación se ajustan al patrón de la demanda, según la señal de rastreo, por lo que es confiable pronosticar con estos valores mientras la referencia exista y siga de la misma forma con su comportamiento. El error de esta referencia es cubierto con un stock de seguridad del 81,91%. Los picos presentados en la serie son difíciles de pronosticar y que se deben a cambios repentinos del comportamiento del mercado.

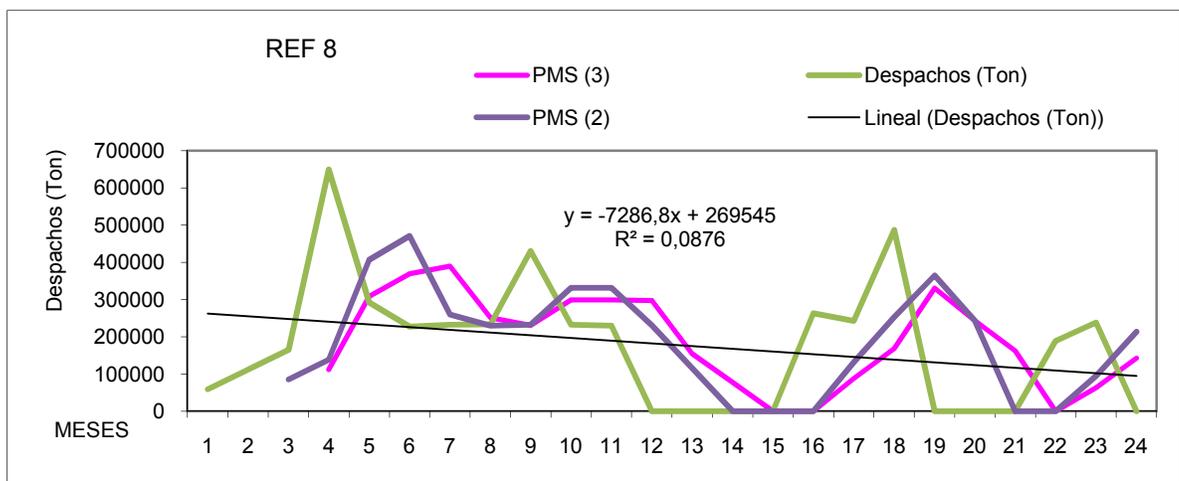


Gráfico 15. Pronóstico referencia 8

1.7.METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DEL MODELO DE PRONÓSTICO.

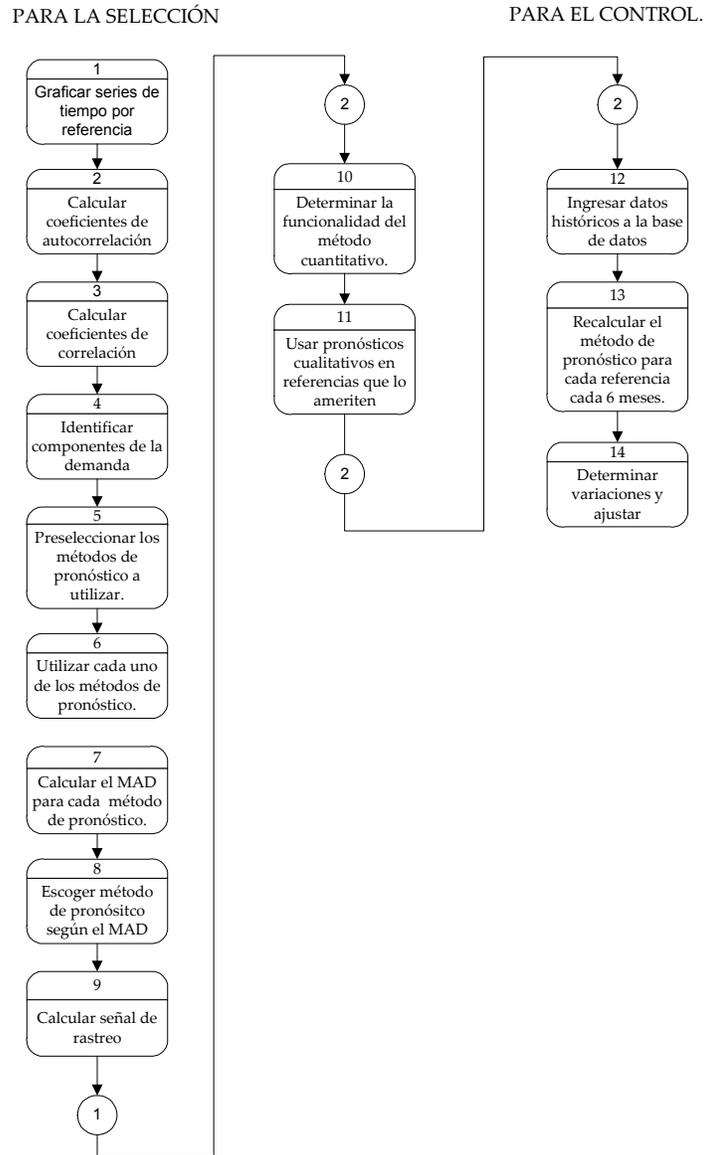


Gráfico 19. Metodología para la selección del modelo de pronóstico.

CAPITULO II

2. PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD

Teniendo claras las cantidades que se requieren producir, es necesario tener control sobre lo que el sistema de producción es capaz de lograr durante un período específico de tiempo, esto es lo que se conoce como capacidad. Su planificación se hace con el objetivo de adecuar el sistema productivo con respecto a la variación de la demanda ya que la adecuación de la capacidad de la planta depende de esta última.

Es necesario conocer la capacidad que se tiene en una planta manufacturera, con ésta se puede disponer de una forma más eficaz los recursos necesarios para poder llevar a cabo la producción, entre ellos, la mano de obra, horas laborables, tiempo de producción etc. Para ello, existen diferentes estrategias para lograr un ajuste de la capacidad con respecto a la variación de la demanda, las cuales varían y dependen de los horizontes de tiempo para las que fueron concebidas.²⁸

2.1.PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD

Debido a que la capacidad se ajusta a la demanda, esta se considera en diferentes horizontes de planificación: a largo plazo, mediano plazo, corto plazo o plazo inmediato.

- **Largo Plazo.**

Se considera más de un año. Los recursos tales como edificios, equipos e instalaciones en general requieren de un tiempo largo para poder adquirirse. Usualmente esta planeación requiere aprobación por parte de la gerencia.

- **Mediano Plazo.**

La planeación a mediano plazo está estipulada para planes mensuales o trimestrales para los siguientes 6 a 18 meses, en este caso la capacidad puede variar debido a alternativas tales como la contratación, los despidos, las nuevas herramientas y la subcontratación.

- **Corto Plazo.**

Esta planeación tiene que ver con el proceso de programación semanal o diaria, e implica la realización de ajustes para eliminar las discrepancias entre la producción planeada y la producción real. Esto incluye alternativas como horas extras y las transferencias de personal.

²⁸ LEE J. KRAJEWSKI & LARRY P. RITZMAN, Administración de operaciones estrategia y análisis, 1999, 5ª edición, Prentice Hall. Pag 265-272

2.2.TIPOS DE CAPACIDAD.

Existen diferentes tipos de capacidad en el proceso de planificación y control de la capacidad, sin embargo el cálculo que cobra mayor importancia, es el de la capacidad disponible, ya que está afectada por una serie de factores que determinan el valor real de lo que se es posible producir, entre los tipos de capacidad disponible se encuentran:

2.2.1. Capacidad diseñada

Es el volumen de producción para el que fue diseñado el recurso. Sería la salida máxima bajo condiciones ideales. Éste se trata como algo teórico ya que, muchas situaciones que ocurren impiden que se pueda alcanzar.

2.2.2. Capacidad real o disponible.

Constituye el volumen de producción realmente logrado. Se calcula aplicando a la capacidad diseñada los coeficientes de eficiencia (E) y de utilización (U)

2.2.3. Capacidad máxima

Se entiende que es el volumen que se podría obtener operando 24 horas al día, 7 días a la semana. Es un concepto ideal ya que difícilmente se alcanzarán estas condiciones en la práctica.

2.2.4. Capacidad Pico

Es la suma de la capacidad que se podría lograr en circunstancias normales de producción, más la derivada del uso de todas las posibles medidas de aumento transitorio. Este concepto ocurre de manera puntual y no puede sostenerse indefinidamente en el tiempo.

2.2.5. Capacidad demostrada

Es la que se ha conseguido en el pasado.

2.3.FACTORES DE AJUSTE A LA MEDIDA DE CAPACIDAD

Para poder encontrar la capacidad disponible es importante tener en cuenta aquellos factores que hacen que la capacidad de un recurso se vea afectada. Un buen ajuste de la capacidad hace que sea necesario conocer todas las variables que puedan afectar la producción, entre ellas, las políticas de la compañía en cuanto a bienestar de los trabajadores, tiempos y frecuencias de mantenimiento, entre algunos otros.

2.3.1. FACTOR DE UTILIZACION, U

Dado que es imposible utilizar toda la capacidad del recurso en un determinado período, hay que calcular U que es la proporción de tiempo en que realmente se utiliza el recurso. Se

calcula con el cociente entre el Número de Horas Productivas (Nhp) y el Número de Horas Reales (Nhr) por período, así:

$$U = Nhp/Nhr \text{ de donde } Nhp = U*Nhr$$

2.3.1.1. Tiempos improductivos

Para el cálculo del factor de utilización se toman en cuenta ciertos tiempos que han sido establecidos como tiempos improductivos programados y tiempos improductivos por razones técnicas. Los primeros contemplan tiempos perdidos por tolerancias personales tales como tiempos de almuerzo, desayuno y descanso. Los segundos son tiempos perdidos debido a los tiempos de mantenimiento programado.

2.3.2. FACTOR DE EFICIENCIA, E

Este factor muestra la forma en cómo cada individuo o recurso realiza una misma tarea. Este factor es diferente en cada caso ya que cada persona tiene distintas habilidades, conocimientos, destrezas, e incluso un mismo individuo puede tener diferente eficiencia según el momento de la jornada laboral en que esté actuando. En el caso de la maquinaria, el factor de eficiencia muestra qué tanto es capaz de producir, es la relación del output sobre el input.

2.4. CALCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE

Si la capacidad con la que fue diseñado un recurso coincide con la que es capaz de producir realmente, esta sería la misma capacidad disponible. Sin embargo como la utilización y la eficiencia de las instalaciones no son del 100% es necesario afectarlo por dichos factores para obtener el output realmente logrado, la capacidad que realmente está disponible.

Como lo que se busca es una unidad que pueda ser utilizada para desarrollar planes y programas de producción genéricos, es necesario encontrar una medida de tiempo homogénea basada en **U** y **E** que se llama hora estándar (he). El número de horas estándar, Nhe, representa el total de capacidad disponible.

Sea: $Nhe = E*Nhp$
Y como: $Nhp = U*Nhr$,
Sale que: $Nhe = Nhr*U*E$

Que es la fórmula para calcular la CAPACIDAD DISPONIBLE.

2.5. APLICACIÓN

Para el cálculo de la capacidad en la planta de MAR DE ALTURA S.A. se tomó como unidad de medida kilos/hora. En esta unidad se obtendrá el resultado de la capacidad real que la planta tiene para producir camarón cocido industrialmente.

Para el cálculo de la capacidad disponible se halló primero la capacidad máxima teórica (CMT) en cada uno de los procesos, se hallaron las capacidades en descongelación, cocción, congelación y empaque en cada uno de los turnos, es decir, se hallaron las capacidades teóricas trabajando 1 y 2 turnos en forma consecutiva.

2.5.1. Capacidad Descongelar (CMT)

Para el proceso de descongelar, se tomó el valor de la carga del descongelador y se calcularon los kilos de camarón que la máquina puede proporcionar por ciclo si está en funcionamiento todas las horas del turno.

2.5.2. Capacidad Cocer (CMT)

Para el proceso de cocido se hizo el mismo cálculo teniendo en cuenta el rendimiento en kilos/hora de cada una de las marmitas. El rendimiento de cada marmita se multiplicó por el número de los que conforman la línea de producción, si había más de uno, a su vez se hizo el producto con el tiempo en que estos pueden estar produciendo en cada turno.

2.5.3. Capacidad de congelar (CMT)

En este proceso se tomó la capacidad de cada uno de las salmueras (enfriadora y salmuera) y se dividió por el número promedio de horas en que se congela el camarón y a este valor se le hizo la conversión a horas. Se multiplicó por el número de salmueras que tiene la línea y por el número de horas de cada uno de los turnos.

2.5.4. Capacidad Empacar (CMT)

Por último para el proceso de empaque se calculó la capacidad máxima tomando el rendimiento de la máquina y se multiplicó por el número de máquinas existentes en la línea de producción. En aquellas máquinas que pueden empacar dos referencias distintas se tomó el porcentaje de tiempo en que la máquina empaca cada referencia, lo que correspondería al número de máquinas existentes. Así por ejemplo, para la máquina L-01 el 90% del tiempo trabaja en referencia de 800 gramos y tan solo el 10% trabaja en referencia de 2000 gramos, por lo tanto son estos dos coeficientes los que acompañan al número de máquinas.

Debido a que algunas operaciones son más críticas que otras, los tiempos de trabajo en cada turno son distintos entre procesos. El resultado del producto entre el rendimiento de cada marmita con el número de máquinas y el tiempo de los turnos arroja como resultado el cálculo de la máxima capacidad teórica.

2.5.5. Factores de Eficiencia y Utilización.

El siguiente paso para calcular la capacidad disponible de la planta fue calcular los factores de eficiencia y utilización para los procesos anteriores. Para ello se identificaron los tiempos improductivos de cada uno de las máquinas que conforman el proceso, así por ejemplo para *descongelar el camarón* se calcularon los tiempos que realmente la máquina está siendo utilizada; haciendo la diferencia entre el tiempo del turno y la sumatoria de los tiempos improductivos, ya sean programados o por razones técnicas se halla el tiempo productivo real. Haciendo la relación entre el tiempo productivo real y el tiempo total del turno se calcula el porcentaje de utilización. El cálculo del porcentaje de utilización se encuentra en el *Anexo 3. Cálculo de la capacidad disponible*.

Los resultados de cada uno de los factores de utilización se muestran a continuación.

Cod	Turno	
	1	2
D-01	93%	91%
M-01	93%	91%
M-02	93%	91%
EF-01	93%	91%
S-01	88%	85%
L-01	66%	64%
L-02	91%	89%
SII-01	87%	85%
SII-01	79%	77%
Et-01	86%	84%
Et-01	67%	65%
EM-01	92%	90%
EM-02	94%	92%
R-01	85%	83%
R-02	79%	77%

Cuadro 2. Factores de utilización de todas las máquinas.

El factor de eficiencia fue suministrado para cada una de las máquinas según estudios previos realizados en la empresa, en este factor se comparó el valor de lo que le ingresa a la máquina y lo que esta entrega como producto de ese proceso. En la operación de congelar cabe recalcar que la eficiencia de esta máquina se estima que es del 104% ya que no presenta pérdida el producto en esta operación, es la hidratación del musculo producidos por la reacción física en el proceso de cocción. Una vez calculada la capacidad máxima teórica y tendiendo los factores de eficiencia y utilización de cada una de las máquinas se hizo el cálculo de la capacidad disponible para cada uno de los turnos.

2.5.6. Capacidad Disponible

En la capacidad disponible de las máquinas empacadoras se tuvo en consideración las combinaciones posibles entre estas para hallar el valor total de la capacidad, es decir, se tuvo en cuenta la capacidad de la máquina en una sola modalidad de empaque cuando puede empacar en dos referencias distintas, como es el caso de la máquina R-01 que empaca en base cuadrada al igual que la R-02 que empacan en referencias de 500 gramos hasta 2000 gramos cada una.

A continuación se muestra la capacidad disponible, en kilos/h, de cada una de las operaciones

CAPACIDAD DE CADA UNA DE LAS OPERACIONES TEORICAS PROMEDIOS							
TURNOS /Kg/h	DESCONGELAR	COCER		CONGELACION		EMPACAR	
	Maquina D-01	M-01	M-02	Enfriar EF-01	Congelar S-01	Estuche	Tirado L-01
1-2	1.135	1.135	1.135	1.135	1.071	1.877	2.277

Cuadro 3. Capacidad disponible de cada centro productivo

2.6.METODOLOGÍA PARA CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE

Para el cálculo del porcentaje de utilización es necesario tener los tiempos estándares de las actividades de alistamiento, mantenimiento y tolerancias personales para los trabajadores. Una vez se han determinado estas últimas se propone la siguiente metodología para el cálculo de la capacidad disponible para cada centro productivo y para cada turno.

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE

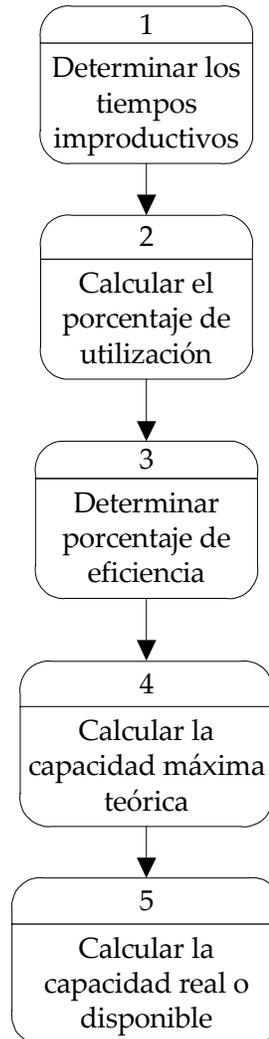


Grafico 20. Metodología para el cálculo de la capacidad disponible

CAPITULO III

3. PLANEACIÓN AGREGADA²⁹

El término Planeación Agregada significa planeación para un grupo a fin de obtener una visión de los resultados totales planeados. Un plan agregado puede abarcar una línea de productos; los productos de una planta, división, o de una organización entera, o las ventas planeadas en un área geográfica³⁰. Para hacer la planeación agregada se debe tener en cuenta cómo es el comportamiento de la demanda; si es estacional, constante, con ciclos, etc.

Lo que busca la planeación agregada es poder especificar la combinación óptima de la tasa de producción, el nivel de la fuerza laboral y el inventario con el que se dispone, es decir, se involucra el número de unidades terminadas por unidad de tiempo, el número de trabajadores necesarios para la producción y el saldo de inventarios no utilizados traídos del período anterior, para minimizar los costos correspondientes a ese horizonte de planeación.

3.1. ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA

Para llevar a cabo la administración de la demanda, suelen plantearse dos posibilidades:

- Modificar o manejar la demanda.
- Manejar la oferta (producción), por medio de dos estrategias denominadas puras. La primera conocida como estrategia de persecución o Chase²⁷ consiste en proporcionar amplia capacidad y flexibilidad para que la demanda coincida con la producción y la segunda, producir a nivel constante y por medio de los inventarios generados satisfacer la alta demanda. Para ello se utilizan medidas de ajuste transitorio para el manejo de la capacidad, las cuales se presentan en el siguiente cuadro tomado del capítulo “*PLANIFICACIÓN AGREGADA Y PROGRAMACIÓN MAESTRA DE LA PRODUCCIÓN*” del libro “*DIRECCIÓN DE OPERACIONES*” de José Antonio Domínguez Machuca y otros:

²⁹ CHASE, Administración de Producción y operaciones, 2007, 10^a Edición, Mc Graw Hill, Pag. 577

³⁰ FOGARTY, et al. Planeación a Largo Plazo. En: Administración de la Producción e inventarios, 2^a edición, CECSA p. 53

Opción	Posibles Ventajas	Posibles inconvenientes	Costos
Modificar volumen de mano de obra: contrataciones y despidos	<ul style="list-style-type: none"> - Evita tiempos ociosos, acumulaciones de inventario y horas extra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitaciones legales y de convenios colectivos. - Causa malestar en trabajadores y sindicatos, aumento de conflictos. - Poco viable si la mano de obra es especializada - Es necesario alta capacidad de formación. - Puede reducir la productividad. 	<p>CONTRATACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anuncios de ofertas - Pruebas de selección - Formación y entrenamiento - Caída de productividad <p>DESPIDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indemnizaciones - Trabajo administrativo - Conflictos
Utilización de horas extras	<ul style="list-style-type: none"> - Es una opción menos drástica y evita costos de contratación y despido. - Evita acumulación de inventarios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitaciones legales y de convenio - El trabajador no está obligado a aceptarlas - Su uso es limitado ya que trae efectos negativos sobre motivación, calidad, productividad, accidentes, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento en el costo de horas extras - Costos derivados de reducción de la productividad
Tiempos ociosos	<ul style="list-style-type: none"> - Si la disminución de la capacidad es corta, es más barato que el despido - Evita los efectos negativos del despido - Conserva a los trabajadores calificados y eficientes - Evita acumular inventarios innecesarios 	<ul style="list-style-type: none"> - El trabajador sigue recibiendo su remuneración - Baja la eficiencia en el uso del equipo fijo 	<ul style="list-style-type: none"> - Salarios y cargas sociales - Penalización por el desaprovechamiento de la capacidad
Subcontratación	<ul style="list-style-type: none"> - No se realizan inversiones adicionales - Evita la sobre utilización del equipo fijo - No hay limitaciones legales o de convenio - Evita el sobre costo de horas extras y contrataciones - No se presentan despidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de pérdida de clientes caso de subcontratar el producto final - Falta de disponibilidad de empresas para subcontratar - Pérdida del control del proceso productivo - El costo de fabricación suele ser superior al de la empresa 	<ul style="list-style-type: none"> - Precio cobrado por la empresa subcontratada - Penalizaciones por riesgo de pérdida de calidad y de cliente
Programación vacaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce la mano de obra sin costo adicional y sin otros riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> - Condicionadas por limitaciones legales y de convenio colectivo 	<ul style="list-style-type: none"> - Ninguno adicional

Cuadro 4. Medidas de ajuste transitorios de capacidad

3.2. TÉCNICAS DE LA PLANEACIÓN AGREGADA

Existen diferentes modelos que han sido elaborados para llevar a cabo la planeación agregada. Se clasifican en tres grupos³¹:

1. *Intuitivos o de prueba y error*
2. *Analíticos*
 - Minimización de costos por Programación Lineal.
 - Reglas de decisiones lineales.
 - Programación por metas
3. *De simulación*

3.3. CONTROL DEL PLAN AGREGADO.

Se contraponen las diferencias entre las cantidades reales producidas y las cantidades que fueron planeadas, con ello se puede pronosticar si la situación del plan agregado está bajo control. Una tabulación o la representación gráfica de los resultados pondrán en evidencia la acción que deba tomarse en caso de haber divergencia.

3.4.MPS (MASTER SCHEDULE PLANNING)

El Plan Maestro de Producción consiste en la planeación a corto plazo de las necesidades de producción por cada producto. Se tiene en cuenta el plan de producción definido en la planeación agregada, desagregándolo por semanas, basándose en históricos o comportamientos que permitan definirla apropiadamente. También es necesario tomar en cuenta los pedidos que realiza el cliente en ese período para de esta forma tomar una decisión comparando el plan de producción y los pedidos y determinar así el Plan Maestro de Producción. Habiendo generado el MPS, se calcula el inventario final, y se toman las respectivas medidas para la planeación de requerimiento de materiales.

3.5.MRP (MATERIALS REQUERIMENT PLANNING)

3.5.1. MRP originario

Es un sistema de planificación de componentes de productos que, mediante un conjunto de procedimientos, lógicamente relacionados, traduce el Plan Maestro de Producción en necesidades reales de componentes, con fechas y cantidades.

³¹ La descripción detallada de los modelos se presenta en el *Anexo. 4 Modelos de planeación Agregada y Técnicas de Decisión.*

Está orientado a los productos concretos que hay que generar (no considera familias de productos); a partir de las necesidades de éstos, manifestadas en el PMP, planifica las de los componentes necesarios.

El MRP es prospectivo, es decir la planificación se basa en las necesidades futuras de los productos.

Realiza un retroceso en el tiempo acerca de las necesidades de los ítems, en función de los tiempos de suministro de los componentes que requieren los proveedores externos o internos para cumplir sus compromisos, estableciendo fechas de emisión y plazos de entrega de los pedidos. El MRP originario no toma en cuenta las restricciones de capacidad de producción. Se maneja a partir de una base de datos integrada que debe ser empleada por las diferentes áreas de la empresa.

3.5.2. Esquema Básico

Hay que reconocer tres tipos de datos para el funcionamiento de este modelo.

ENTRADAS: Son el conjunto de informaciones básicas necesarias, contempladas en los siguientes documentos:

Programa Maestro de Producción realista: contiene las cantidades de producto final y las fechas en que deben estar listas. Para propósitos del MRP, la primera parte del horizonte del Plan Maestro de Producción, conformado por varias semanas, debe permanecer invariable, firme o congelada durante un lapso equivalente al tiempo de suministro más largo de cada nivel del árbol de estructura del producto o de la lista de materiales. Cada semana que pasa provoca la puesta al día del MPS, eliminándose la semana transcurrida y añadiéndose una nueva al final del horizonte de programación.

LISTA DE MATERIALES ACTUALIZADA: Es el producto de construir el árbol de la estructura y montaje del producto final.

FICHERO DE REGISTRO DE INVENTARIOS: Contiene segmentos de datos mantenidos al día, gracias a métodos como el de control por código de barras, entre otros, sobre los distintos materiales

3.5.3. Técnicas de dimensionado del lote

3.5.3.1. Pedidos lote a lote

Es la técnica más simple y consiste en hacer los pedidos iguales a las necesidades netas de cada período, minimizando así los costos de posesión. Son variables tanto los pedidos como el intervalo de tiempo entre los mismos.

3.5.3.2. Período constante

Se fija el intervalo entre pedidos de forma intuitiva o empírica. Una vez establecido este, los lotes se igualan a la suma de las necesidades netas en el intervalo elegido, resultando aquellos, lógicamente, variables. En esta técnica y en las restantes, en la que los pedidos agrupan necesidades netas de varios periodos, los lotes deben hacerse llegar en el primero de los períodos computados.

3.5.3.3. Cantidad Periódica de Pedido

El valor del período constante se calcula a partir del lote económico obtenido por el método clásico; a partir de éste se deducen la frecuencia y el tiempo entre pedidos, el cual se toma como período constante. Por otra parte, la demanda se calculará como suma de las necesidades netas durante el horizonte de planificación, HP.

3.5.3.4. Mínimo costo unitario

La decisión se basa en el costo unitario, entendiendo por tal la suma del costo de emisión y de posesión por unidad. Se comienza calculando este costo para el caso de pedir un lote igual a las necesidades netas del primer periodo; se continúa para el caso de los dos primeros períodos, etc., seleccionando el lote que dé lugar al primer mínimo relativo. Se continúa del mismo modo con las necesidades netas aún no cubiertas hasta llegar al límite del horizonte de planificación.

3.5.3.5. Mínimo costo total

La suma total de costos de posesión y de emisión se minimizan cuando ambos son lo más parecido posibles, ante lo cual hay que decir que si bien esto es cierto para demandas continuas y bajo ciertas hipótesis, no tiene por qué cumplirse en el caso de demandas discretas.

3.5.3.6. Razón costo de emisión/costo de posesión (Part-period balancing)³²

Su idea básica es la misma que la del mínimo costo total, buscándose un lote con el que se iguala al máximo el costo de emisión y el de posesión. Se diferencian en que, para facilitar la

³² ADAM EVERETT, EBERT RONALD, Administración de la Producción y las operaciones: Conceptos, modelos y fundamentos, 4ª Edición, Mexico 1991, Editorial Prentice – Hall, ISBN 968-880-221-2, Pag. 407-479

comparación, se utilizan las «unidades-período» (UP), es decir, el producto del número de unidades por el período en que permanecen en almacén. Por lo que respecta al costo de emisión, las correspondientes LJP se determinan dividiéndolo por el costo unitario de posesión. Se elige aquel lote que hace las UP del costo de emisión y del de posesión lo más parecidas posibles.

3.5.3.7. El algoritmo de Wagner-Whitin

Los mencionados autores desarrollan, en un ya clásico artículo (1958), el algoritmo que lleva su nombre. Basándose en la programación dinámica, y para una serie de condiciones, seleccionan un conjunto de costos que aseguran la minimización de los costos totales de gestión (emisión + posesión) durante el horizonte de planificación. A pesar de su carácter optimizador, esta técnica ha recibido poca aceptación en la práctica.

3.5.3.8. Lote económico (EOQ)

Esta técnica, propia de la gestión de stocks de Ítems con demanda independiente, puede también ser empleada en algunos casos. La fórmula de cálculo del lote, como se recordará es la siguiente:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AK}{H}}$$

Donde

A: Demanda.

K: Costo de Pedido

H: Costo de Almacenamiento

3.5.3.9. Ajustes en el tamaño del lote

Los lotes calculados por medio de las distintas técnicas suelen ser objeto de algunos ajustes en función de consideraciones prácticas, entre ellos:

- **Mínimos y máximos.**

Consisten en establecer límites inferiores y/o superiores a los lotes solicitados. Pueden expresarse en cantidades o en períodos por cubrir.

- **Factor de defectuosas.**

Pretende prever la existencia de componentes defectuosos en un lote mediante la adición al lote calculado de un porcentaje adecuado, correspondiente a las defectuosas. Así, si llamamos LA al lote ampliado con la cantidad necesaria para hacer frente al tanto por uno de defectuosas, TUD, y L al lote realmente deseado, podemos escribir:

$$LA - TUD \times LA = L \rightarrow LA (1 - TUD) = L \Rightarrow LA = L / (1 - TUD)$$

de donde, a partir de los pedidos calculados por las distintas técnicas y de los tantos por uno de defectuosas, se pueden calcular los pedidos que se deben solicitar para satisfacer realmente las necesidades.

- **Múltiplos.**

A veces, necesidades de proceso, de empaquetado, de costo, etc., hacen que los lotes deban ser múltiplos de algún número. Ello se tiene en cuenta redondeando el lote obtenido hasta el múltiplo inmediatamente superior. Lógicamente, estos ajustes pueden dar lugar a excesos de stocks que podrán ser utilizados para satisfacer necesidades futuras.

3.5.4. Sistemas de reprogramación en MRP

3.5.4.1. Sistema MRP regenerativo

Es el enfoque tradicional, el más antiguo. Con este sistema se repite cada vez el cálculo completo, realizándose de nuevo la explosión de necesidades nivel a nivel para todos los productos finales del Programa Maestro de Producción; antes han de introducirse los cambios acaecidos desde el último programa.

3.5.4.2. Sistema MRP de cambio neto

Es un método más moderno. En lugar de realizar explosiones periódicas completas se llevan a cabo explosiones parciales, las cuales se limitan a aquellos ítems que hayan sufrido algún cambio susceptible de alterar las necesidades calculadas previamente.

El sistema regenerativo es más adecuado en entornos estables, mientras que el de cambio neto será preferible cuando existan frecuentes cambios. En algunos casos podrían utilizarse de forma complementaria. Como lo expresa su nombre, éste consiste en la planeación de los materiales necesarios para la producción del producto. El MRP es una metodología que necesita de herramientas computarizadas para generarlo eficiente y eficazmente.

3.6.APLICACIÓN.

La planeación agregada tiene como objetivo agrupar los diferentes pedidos de las dependencias de la planta MAR DE ALTURA S.A., para después distribuirlo en cada una de las plantas productoras según las referencias de los productos. Esta información agregada es la entrada al sistema de planeación de producción y capacidad en cada una de las plantas productoras (plantas de origen) en el mejor de los casos, pero se planeará solo la dependencia MAR DE ALTURA S.A. Planta Málaga.

3.6.1. Planeación Agregada

Para desarrollar el plan agregado en MAR DE ALTURA S.A. Planta Málaga se tomó el valor del pronóstico del total de los despachos. Debido a que el pronóstico más ajustado fue el modelo de Winter, con un 2,2% de error porcentual medio (EPM), pronosticando los valores del siguiente año, además se tomó el modelo de tendencia y con patrón de estacionalidad ajustado (desestacionalizado el pronóstico)³³, con un 9,1% de error porcentual medio (EPM) y una desviación absoluta media de 128.555 tones mayores que el primer método. Por tal razón se pronosticaron los 12 meses siguientes con Winter y se realizó la planeación agregada, ajustando el nivel de producción a los valores de la demanda (despachos) pronosticada más un stock de seguridad.

El stock de seguridad del total de la producción fue calculado con un nivel de servicio del 91,4% y es equivalente a manejar un 36% aproximado del valor del pronóstico. Este rango, fue calculado con la suma de los valores calculados de todos los stocks de seguridad de cada referencia de cada mes, y se hizo la relación con el valor total del pronóstico en el último período.

Para establecer la estrategia que se va a aplicar en el MPS se tomó como unidad agregada de producción, kilos por mes.

3.6.2. Costos relacionados

Para establecer una estrategia de producción a mediano plazo, fue necesario analizar el comportamiento de los despachos y probar diferentes escenarios que minimizaran los costos tanto de inventarios como de horas extra. Para esto se analizó la capacidad disponible por centro de producción, en kilos, de los meses pronosticados ubicando así el recurso restrictivo con el cual se determinó la capacidad de la planta. Para este caso el centro productivo de descongelación fue donde se presenta menor capacidad, sin embargo, éste no es cuello de botella ya que la demanda es menor que su capacidad. La capacidad se discriminó para dos turnos, con el objetivo de controlar la carga y no incurrir en costos de horas extra, por ello se tomó como base la capacidad con sólo dos turnos.

Se prosiguió con el cálculo de la capacidad en horas disponibles de producción, para los 12 meses siguientes y con ello se determinó si la carga necesitaba horas extra. Para visualizar si en algún período la carga excede a la capacidad disponible en horas, de algún centro productivo, se hicieron cuadros de control en los que se puede verificar dicha situación. A continuación se muestra uno de éstos.

³³ ANDERSON DAVID R. Métodos cuantitativos para los negocios, 9ª Edición, México 2004, Editorial Cengage Learning Editores S.A., Pag. 177

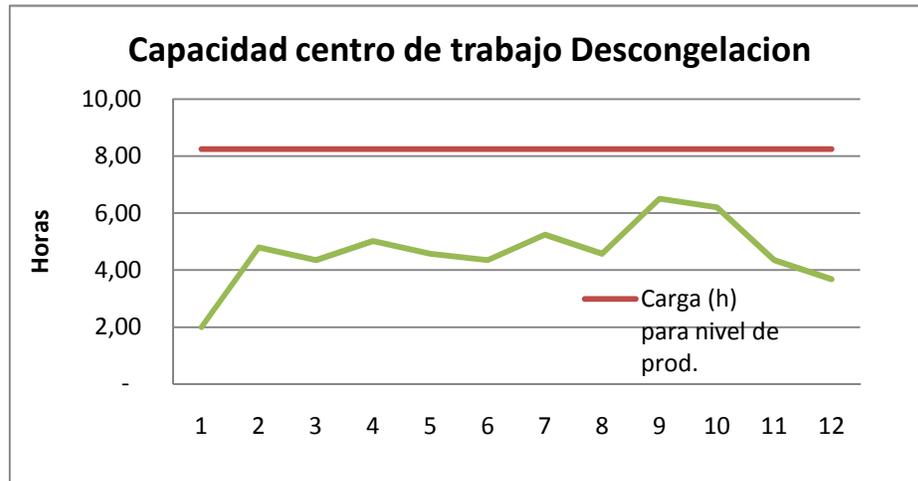


Gráfico 21. Cuadro de control Carga-Capacidad

Esta carga se determina con el nivel de producción que se desee implementar, puede ser usando estrategias puras como Chase³⁴, o estrategias mixtas, esto depende de la necesidad de la planta para adecuar su producción al de la demanda. Este valor es el que varía en el nivel de producción en los cálculos de la planeación.

3.6.3. Políticas para el Plan Agregado

De acuerdo con las políticas de MAR DE ALTURA S.A., la fuerza laboral tiene que ser constante, si se puede contratar y despedir personal pero en lo menos posible, por ello, basarse en estrategias puras para determinar los niveles de producción resulta viable. Para el caso de MAR DE ALTURA S.A. que es una planta relativamente nueva y el personal está en entrenamiento, solo se tomaron en cuenta las horas extras y los inventarios que se pueden generar; tomando el valor de los costos de éstos, se determina que estrategia tomar, buscando minimizarlos según las necesidades de producción.

3.6.4. MPS

Al establecer el nivel de producción, se continuó con el planteamiento del MPS para elaborar la planeación por producto de lo que se va a producir en un mes por cada semana. Para el análisis se tomaron las referencias más relevantes de la producción actual de MAR DE ALTURA S.A. según un análisis de la demanda. Se proyectó los siguientes meses de los datos de los despachos para determinar el plan de producción de las 4 semanas que lo componen a cada mes. Tomando los pedidos y el nivel de producción que corresponde a los

³⁴ CHASE, Administración de Producción y operaciones, 2007, 10ª Edición, Mc Graw Hill, Pag. 579

pronósticos de cada referencia, se determinó el MPS por producto. Todo ello con el fin de igualar el nivel de producción al de la demanda. Fue necesario basarse en los históricos y en las aproximaciones de los pronósticos para generar el Plan Maestro de Producción ya que no pudo basarse en los pedidos porque los que efectúan las plantas de origen no corresponden a sus despachos. Con ello, se continuó con la planeación de los requerimientos de materiales.

3.6.5. Propuestas de MPS

Para la posterior programación se tomó un pedido que fue discriminado por dependencia (Mar de Altura, planta Málaga) y por referencia donde se totalizó y se comparó con el valor del pronóstico para determinar el MPS.

Se elaboraron dos propuestas para el MPS teniendo el siguiente criterio de decisión:

- Si el pedido es menor o igual al pronóstico, entonces tome el pedido ya que no hay que producir más de lo necesario.
- Si el pedido es mayor o igual al pronóstico, entonces haga una ponderación cualitativa que está a criterio del responsable de la producción. En aquellos casos donde el pronóstico cuantitativo no fue confiable, se tomó el pedido como MPS final para esa referencia (Ref 4, 5, 6 y 9).

Se espera que estas propuestas de elaboración del MPS arrojen el mismo resultado a medida que el porcentaje del cumplimiento por parte del cliente se incremente, ya que así el MPS correspondería a los pedidos elaborados por cada dependencia.

3.6.6. MPS final

El resultado final de estas propuestas es el MPS final, al que le fueron asignadas las máquinas que podían producir dicha referencia vinculada al Plan Maestro de Producción. Posteriormente se hizo una verificación de la capacidad asignando el total del plan de producción por referencia a la línea condicionada para esa referencia. Ver *Anexo 4*.

3.6.7. Consolidación de Productos

Fue necesario realizar una base de datos que permitiera clasificar los productos por características semejantes para realizar los requerimientos de materiales. Por ejemplo para realizar los pedidos de camarón a los proveedores, es necesario conocer la necesidad total de la planta, ya que la materia prima para todas las referencias es la misma solo variando las tallas de camarón pero este ya viene clasificado por los lotes. Para el pedido de las plegadizas o/y estuches y el de bolsas prefabricadas de empaque, se clasificaron por gramaje ya que la diferencia de las referencias está en su empaque primario y embalaje final en cajas máster, por ejemplo, la referencia 1 utiliza el mismo empaque que la referencia 3, lo que varía es la consolidación del producto en la capacidad de almacenaje de la caja según la referencia, la

primera referencia se embala en cajas con capacidad de 10 kilos y en la segunda con capacidad de 12 kilos. Entonces para la planeación de requerimientos de materiales no fue necesario realizarlo por cada referencia, sino que dependiendo del material se puede realizar un MRP que programe los pedidos de las diferentes posibles agrupaciones según las necesidades. A continuación se muestra el árbol de producto en forma general para todas las referencias. Para el caso específico del termofilm, cinta y etiquetas no se va a trabajar en el MRP porque se conoce la cantidad que se usa en promedio para la producción de cierto número de estuches de camarón pero se hace referencia de las cantidades aproximadas de estos materiales.

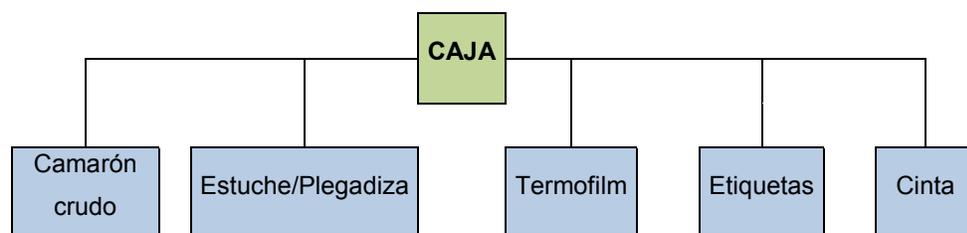


Gráfico 22. Árbol de producto.

3.6.8. Tamaño del Pedido

Para los pedidos de materia prima, materiales e insumos es necesario tener en cuenta el tamaño del lote. Para cada material se pueden implementar diferentes metodologías como lote a lote, lote mínimo, múltiplos de un tamaño específico de lote, EOQ, etc., dependiendo de las necesidades de la planta y de las características propias de la producción de los materiales y sus diferentes proveedores. En algunas metodologías se tienen en cuenta los diferentes costos que genera la administración de materiales. También se necesita conocer el tiempo de entrega del proveedor para realizar una programación de pedidos eficiente que no afecte la programación de recursos. Para MAR DE ALTURA S.A la utilización de métodos cuantitativos como EOQ, Wagner Within, entre otros, para los cuales es necesario contar con información de costos, no fue posible utilizarlos ya que no se tiene dicha información. Es por lo anterior que se optó por una metodología flexible como el MRP, que permitiera realizar la planeación de materiales efectiva y eficientemente.

3.6.9. MRP

Lo esencial del MRP es tener la herramienta apropiada que realice automáticamente el proceso y que sea flexible a cualquier cambio como de proveedor, de políticas, etc. Para el diseño de esa herramienta se debe tener en cuenta, aparte de las variables anteriores, el stock de seguridad, el inventario disponible y otros ítems para la identificación del artículo (Código de Nivel, Identificación del artículo). Se realizó la simulación para doce meses de todos los materiales para un caso en específico determinando las necesidades brutas, las

recepciones programadas si existían, el inventario disponible, las necesidades netas, las recepciones de pedidos planificados y el lanzamiento de pedidos planificados.

Al “correr” el MRP se tienen claros los períodos en los que se reciben los diferentes materiales y en los que se debe pedir, para con base a ello hacer la respectiva programación de recursos. La idea es buscar la conectividad entre los diferentes procesos para concretar un planeación integral de la producción de la planta. Ver *Anexo 5. Análisis para la planeación agregada de la producción.*

3.7.METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA

M E T O D O L O G Í A P A R A L A P L A N E A C I Ó N A G R E G A D A

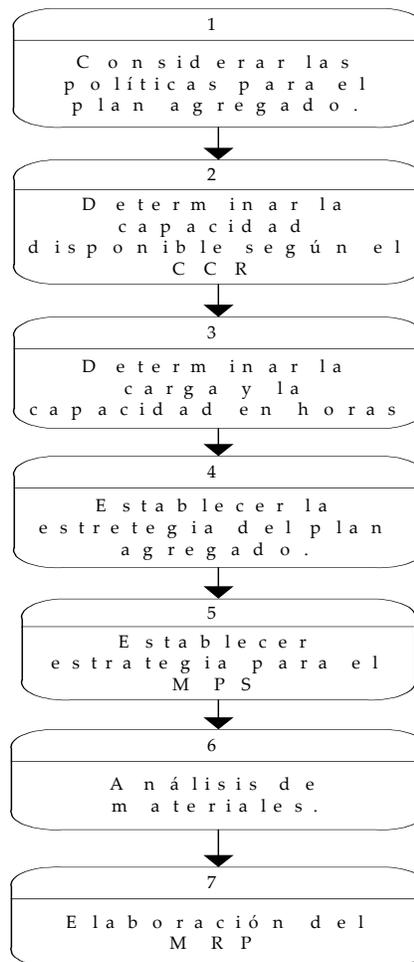


Gráfico 23. Metodología para la planeación agregada de producción.

CAPITULO IV

4. PROGRAMACIÓN.

El objetivo de la programación de operaciones es determinar qué operaciones se van a realizar sobre los distintos pedidos durante el horizonte de planeación en cada centro de trabajo, de forma que, con la capacidad disponible en cada uno de ellos, se cumplan las fechas de entrega planificadas, empleando el menor volumen de recursos e inventarios posibles.³⁵

La asignación de los pedidos en cada centro de trabajo depende de la forma en cómo se lleve a cabo la producción, es decir, si ésta es en forma lineal o continua, o si por el contrario es por lotes haciéndose necesario esperar a que un centro de trabajo termine el procesamiento de todo un lote para poder proseguir a la operación siguiente.³⁶

Es necesario identificar cuál es la situación a la que está sujeta el proceso, es decir, si un pedido puede ingresar en diferentes máquinas, o si solo está asignado a una línea en particular; para el primer caso se llamará secuenciación en varias máquinas y en el segundo, secuenciación en una sola máquina.

Si el pedido se encuentra en una sola máquina o instalación, su secuenciación puede efectuarse teniendo en cuenta los tiempos de preparación, o por el contrario no tenerlos en cuenta. De igual forma si hay diferentes pedidos en una sola línea se pueden tomar en cuenta las reglas de priorización para ordenar la secuenciación de cada uno de los pedidos.

Si existe la posibilidad de efectuar la operación o dar ingreso al pedido en más de una sola máquina que tiene secuencia entre sí, se utilizan reglas tales como la norma de Jonson. Esta norma busca minimizar el tiempo del flujo, desde que inicia la primera tarea, hasta la terminación de la última. Estas normas son técnicas heurísticas consistentes en el establecimiento de una regla basada en un indicador numérico con el objetivo fundamental de lograr la secuenciación.

4.1. REGLAS DE PRIORIDAD.

En este caso, en el orden de procesamiento influye el tiempo total necesario para la elaboración de los pedidos. De acuerdo con ello, se trataría de establecer la secuencia para

³⁵ PLANIFICACIÓN Y CONTROL A MUY CORTO PLAZO, en Dirección de operaciones, Domingo Machuca José Antonio.

³⁶ MONKS JOSEPH G., Administración de Operaciones, McGraw Hill, México. Pag 17

cumplir las fechas de entrega de los pedidos, siempre y cuando implique el menor tiempo total en la obtención de los mismos. Se conocen diferentes reglas de prioridad para el ingreso de un pedido entre ellas:

- Operación más corta o SPT, ingresa el pedido que demore menos en producirse.
- Operación más larga. LPT, ingresa el pedido que involucre mayor tiempo de operación.
- Primero en entrar, Primero en Salir. Los pedidos se producen de acuerdo con el orden en que van llegando.
- Último en entrar primero en salir, los pedidos que se reciben en última instancia son los primeros que se producen.
- Menor tiempo de entrega, se comienza con el pedido que tenga la fecha más pronta de entrega.

4.2. FORMAS DE REALIZAR LA PROGRAMACIÓN

Una vez ya se han establecido las políticas que se utilizarán para la programación, se debe determinar cómo se va a realizar. Existen diferentes métodos que permiten acomodarla a través del tiempo. Estas diferentes formas de programación pueden ser:

4.2.1. Programación hacia delante

Esta se refiere a la situación en el cual se toma un pedido y se programan todas las operaciones que deben completarse más adelante en el tiempo.

4.2.2. Programación hacia atrás

Esta programación inicia en alguna fecha futura, usualmente la de entrega, para que a partir de ahí, se haga la secuenciación de las operaciones. El programa regresivo indica cuándo debe iniciarse un pedido para que éste se efectúe en una fecha específica.

4.2.3. Programación basada en TOC, *Teoría de restricciones.*

Los centros de producción se programan para mantener al cuello de botella, o al recurso restrictivo ocupado el mayor tiempo posible. La secuenciación se realiza regulando la velocidad de la línea a la del tambor (CCR). Recurso que restringe la velocidad del flujo del producto.³⁷

³⁷ OSORIO, OSCAR M., La capacidad de producción y los costos, 1991 2ª Edición, Macchi, Buenos Aires.

4.3. OTROS TIPOS DE PROGRAMACIÓN

Existen otros tipos de programación que no solo buscan que el modelo aplicado sea beneficioso para la empresa. Hay modelos de programación que optimizan las asignaciones por medio de modelos matemáticos. Estos son la Programación lineal y la programación estocástica.

4.3.1. Programación estocástica.

La programación estocástica trata con situaciones donde algunos o todos los parámetros del problema se describen mediante variables aleatorias. La idea es convertir la naturaleza probabilística del problema en una situación determinista equivalente.

4.3.2. Programación lineal.

Para realizar la programación de producción utilizando la técnica de programación lineal, el modelo matemático necesita realizar la definición previa de las variables de decisión sobre las cuales va a actuar el modelo. Cada variable tiene un comportamiento binario que puede adquirir el valor de 0 o 1 según corresponda su representación, generándose un modelo de programación entera.

Específicamente en un problema de asignación la decisión corresponde a si “¿Debe ser asignado i para realizar la tarea j ?” siendo Z el costo total, el problema de asignación busca minimizar el costo.

4.4. APLICACIÓN

Al analizar cómo se debe planear la producción de MAR DE ALTURA S.A., existen herramientas que influyen en la toma de decisiones para saber exactamente qué se debe hacer en cada una de las etapas del proceso para ser más productivos y así cumplir con la demanda. Según los deseos de la gerencia, se está apuntando a tener una planta de producción que pueda producir entre 7 y 8 toneladas por día de productos ya que en la actualidad sólo puede procesar a lo máximo 4 toneladas. Por la cual, se toma la simulación de procesos para conocer exactamente las condiciones que se presentan y los recursos restrictivos para así realizar las asignaciones correspondientes para incrementar el desempeño de la planta.

Para ello se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Se produce sólo 4 toneladas por día en dos turnos de trabajo.
2. Los tiempos de alistamiento son de dos horas
3. Cada máquina es operada por un operario

4.4.1. Simulación

Al elaborar esta simulación, se desea tener una herramienta para la toma de decisiones que ayude a incrementar la productividad del proceso de cocción de productos de la empresa MAR DE ALTURA S.A.

Para realizar la simulación de producción se utilizó como herramienta el programa PROMODEL³⁸. Las entradas de la simulación fueron las siguientes:

4.4.1.1. Entradas

- Definición del sistema.
 - Locaciones

	Cantidad	Tipo de alimentación
Descongelación	1	Manual
Cocción	2	Polipastos
Enfriamiento	1	Polipastos
Congelación	1	Polipastos
Empaque	1	Manual y Automatizado por banda transportadora
Empaque Master	1	Manual
Cuarto Frío	1	Manual

Tabla 2. Locaciones definidas para simulación

Dentro de la simulación se definieron locaciones de apoyo de almacenamiento intermedio para cada una de las máquinas y a través de los reportes que arroja la simulación, determinar exactamente cuáles son los porcentajes de utilización.

- Entidades

	Cantidad
Camarón	1
Camarón Cocido	1
Camarón Congelado	1
Estuche	1
Master	1

Tabla 3. Entidades definidas para simulación

³⁸ BLANCO R. LUIS E, FAJARDO P. IVAN D. Simulación con Promodel, 2ª Edición, Colombia 2003, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Pag. 249

- Arrivos

Entidad	Cantidad	Observaciones
Camarón	60	Unidades en bache y cada bache equivale a 72 kilogramos

Tabla 4. Entradas definidas para simulación

- Identificar las limitaciones o restricciones.
 - Por ser productos perecederos, el lote producción que se decida producir en el día debe ser procesado en su totalidad, ya que este tipo de producto no puede ser sometido a cambios bruscos de temperatura.
- Conocer las especificaciones.
 - Para la simulación, se tomó como base el producto de referencia 1 por ser el de mayor impacto en la producción y comercialización. Las especificaciones de este producto es que va empacado en estuches de dos (2) kilogramos y embalado en master de doce (12) kilogramos (seis (6) estuches).
- Determinar la información requerida³⁹
 - Tiempos: se tomaron como base de análisis, una muestra de 20 datos. Estos datos se analizaron a través de la herramienta STAT:FIT, que apoya la herramienta PROMODEL. Las distribuciones de probabilidad que se seleccionaron son aquellas que cumplen con el mayor porcentaje de aceptación de los resultados que sugiere STAT:FIT. Ver *Anexo 7 Análisis de datos*.

4.4.1.2. Hipótesis relativas

A continuación se enunciarán unas hipótesis frente a la situación actual de la programación de producción de MAR DE ALTURA S.A., que determinan los patrones de conducta del sistema total.

H₀: El recurso restrictivo de la planta es el centro productivo de descongelación.

H₁: El porcentaje de utilización de la capacidad disponible de la planta está en un 34% aproximado.

H₂: Los métodos de programación de producción se basan en cálculos manuales que dificultan tener una visión global, afectando la eficiencia en la toma de decisiones en la asignación de recursos.

³⁹ BLANCO R. LUIS E, FAJARDO P. IVAN D. Simulación con Promodel, 2ª Edición, Colombia 2003, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Pag. 8-38.

4.4.2. Análisis

Antes de realizar la corrida del modelo de simulación, se validó el modelo con la Gerente de Producción de MAR DE ALTURA S.A., donde ella corroboró que los procesos, las entradas y los tiempos analizados son los correctos para poder realizar la actividad y por ende analizar la información resultante.

Teniendo en cuenta las hipótesis relativas al momento de realizar la programación, se hizo en una tabla la consolidación de las capacidades de los diferentes centros productivos por línea de producción, buscando la justificación de las dos primeras hipótesis. Se encontró que el análisis de la capacidad de la planta en forma global, es decir, por centro de producción, está siendo utilizada a tan solo un 38,95%, por lo que se identifica que la planta está subutilizada. Pero un análisis por cada proceso, encontramos que el recurso restrictivo de empaque master se encuentra trabajando a su máxima capacidad con un 91,19% por lo que para poder incrementar la productividad de la línea de producción, se debe ampliar la capacidad de este. Ver *Anexo 6 Resultado de simulación*.

Con estas conclusiones se tiene que la hipótesis 0 planteada es errónea pero después del recurso restrictivo empaque master, la descongelación sigue en orden de prioridades. En cuanto a la hipótesis 1 quedó validada con los resultados obtenidos y las metodologías que son utilizadas para llevar la producción de mal de altura no son las mejores para cumplir con las expectativas del mercado.

4.4.2.1. Líneas de producción relacionadas en la simulación.

Al haber encontrado dicho evento se estableció que realmente el recurso restrictivo por línea de producción es la operación de empaque, refutando así, la primera hipótesis relativa.

4.4.2.2. Programación PULL

El sistema de producción de MAR DE ALTURA S.A. trabaja bajo el esquema PULL debido a que no se puede mantener inventarios en proceso y todo lo que se dispone al inicio del proceso debe ser procesado.

4.4.2.3. Programación PUSH

La empresa MAR DE ALTURA S.A. trabaja bajo el esquema PUSH cuando se considera el macro de la cadena de abastecimiento, esto quiere decir que cuando se tiene el pedido total del cliente y las plantas de origen suministran la información de los productos procesados y despachados, la empresa toma estos datos y comienza a producir para cumplir con el pedido.

4.4.3. METODOLOGÍA DE LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

METODOLOGÍA PARA LA PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN.

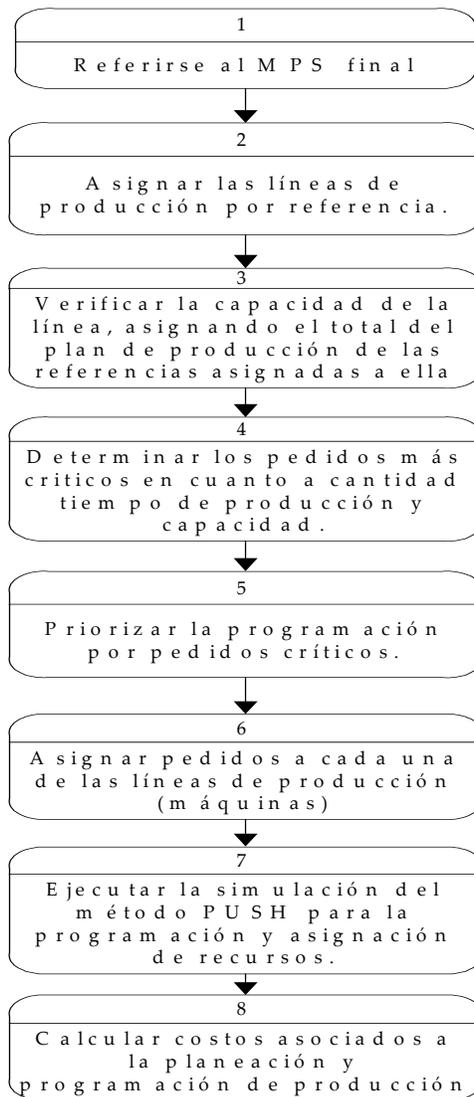


Gráfico 25. Metodología para la programación de producción.

CAPITULO V

5. METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

Para llevar a cabo la metodología de Planeación y Programación de Producción se establecieron unos procedimientos necesarios que permitirán comprender, analizar y concluir sobre las variables que afectan el sistema de Producción de la planta de MAR DE ALTURA Málaga. A continuación, se muestra y explica la secuencia de la metodología propuesta dimensionada para los requerimientos y oportunidades de mejora diagnosticadas de MAR DE ALTURA S.A.⁴⁰

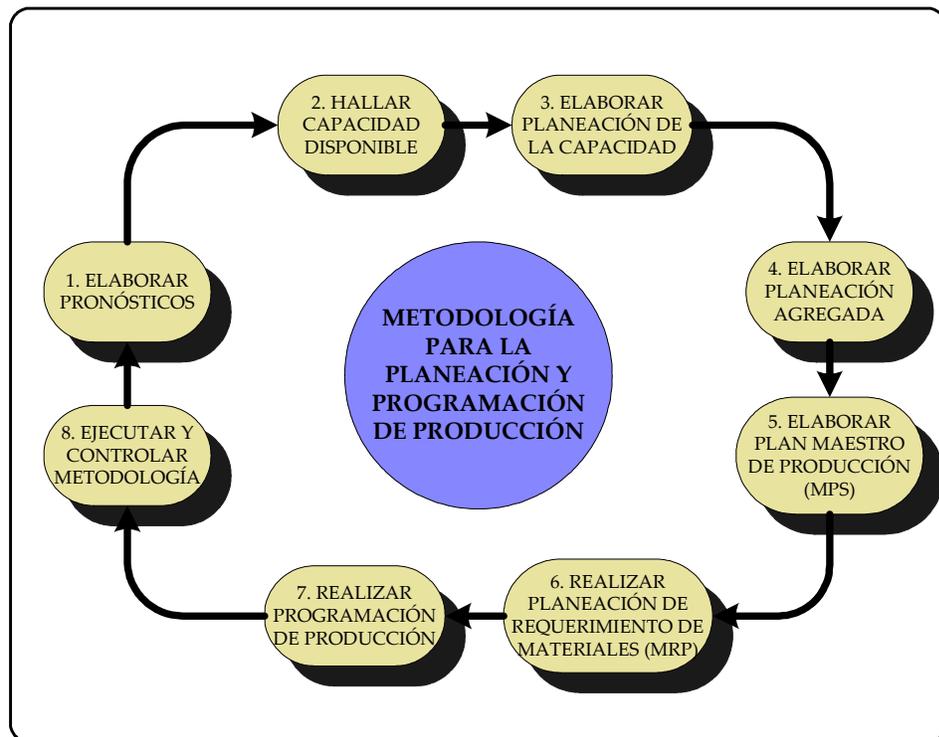


Gráfico 26. Metodología para la Planeación y Programación de la Producción

5.1. ELABORACIÓN DE PRONÓSTICOS.

La elaboración de los pronósticos comprende una secuencia de pasos recomendados que facilitan el análisis y comprensión de las series de tiempo. Para dar inicio al análisis es indispensable contar con los datos de la demanda, en este caso de los despachos, para con

⁴⁰ OSORIO, OSCAR M., La capacidad de producción y los costos, 1991 2ª Edición, Macchi, Buenos Aires, pag 151.

ellos poder trabajar y aplicar métodos cuantitativos. Los modelos cualitativos y las diferentes herramientas estadísticas servirán de apoyo dentro del análisis y en algunos casos específicos los pronósticos cualitativos serán los que se usarán para determinar el valor. En seguida se enunciarán los diferentes pasos para la aplicación de pronósticos en la planta de MAR DE ALTURA Málaga.

5.1.1. Graficar series de tiempo por referencia

Teniendo los datos correspondientes a los despachos, se procede a la graficación de las series para visualizar los diferentes comportamientos que pueden presentarse. En este caso en particular, al estar trabajando con un producto que no es de la canasta familiar, éste va a presentar estacionalidad, ciclicidad y el componente de tendencia que pudiera exhibir sería con una pendiente estimada de un valor mayor al 1%. Lo anterior permite concluir que al analizar las gráficas correspondientes a las series de tiempo de los despachos de MAR DE ALTURA S.A., otra de las cosas que se deben tener en cuenta son las aleatoriedades, enfocándose en las más representativas e intentando ubicar sus causas.

5.1.2. Coeficientes de Autocorrelación

Al haber analizado la totalidad de las gráficas, el siguiente paso que se tendría en cuenta correspondería al cálculo de los coeficientes de autocorrelación, pero para este caso, el cálculo es indispensable debido a que ya se tiene conocimiento que las series presentarán estacionalidad y ciclicidad.

5.1.3. Preseleccionar y calcular los métodos de pronósticos a utilizar.

Para preseleccionar los métodos de pronósticos se debe tener en cuenta los componentes que afectan el comportamiento de las series de tiempo de los despachos. Para MAR DE ALTURA S.A es necesario utilizar modelos que trabajen las componentes de estacionalidad, ciclicidad, aleatoriedad y tendencia, por esto se establecieron los siguientes:

- Promedio móvil simple
- Suavización exponencial simple o doble
- Winter
- Regresión Lineal

Teniendo en cuenta los anteriores modelos se procede a realizar los cálculos para cada uno y realizar el pronóstico. Cabe aclarar que se hizo un análisis preliminar donde se determinaron las referencias para las cuales no es necesario en este momento, realizar pronósticos cuantitativos, es decir, que para los 6 primeros meses que se evalúe la metodología desde el análisis preliminar dicha selección de referencias es válida, pero pasado este período de

tiempo es necesario reevaluar los pronósticos y realizar el análisis que se explicará a continuación.

5.1.4. Calcular el MAD para cada método de pronósticos

Después de haber realizado los cálculos de los pronósticos, se calcula el MAD para escoger el pronóstico que mejor se ajuste a los datos históricos. El pronóstico con el menor valor de MAD es el que se selecciona como modelo cuantitativo de pronóstico y teniendo el menor porcentaje del error EPM (error porcentual medio).

5.1.5. Calcular la señal de rastreo

Ya habiendo seleccionado el pronóstico, con base a dicho modelo se calcula la señal de rastreo para detectar los puntos que no estén manteniendo un comportamiento acorde a los cambios normales de la demanda, se debe realizar para cada una de las referencias y subtotales.

5.1.6. Determinar la funcionalidad del modelo cuantitativo

Para determinar la funcionalidad del pronóstico se evaluaron 3 variables, la primera que ya se explicó fue el cálculo correspondiente al MAD, la segunda se refiere al ajuste del modelo con los datos históricos que determina la señal de rastreo y la última y de gran importancia, es el porcentaje de producción que representa cada referencia con respecto al total de la producción de la planta. La primera variable a evaluar es el MAD y seguido de esto se procede a analizar conjuntamente la señal de rastreo y el porcentaje de producción para determinar que tan viable es tomar como base el pronóstico cuantitativo, o si es necesario tomar en cuenta información cualitativa para realizar algunos ajustes o si definitivamente el modelo cuantitativo no es funcional.

5.1.6.1. Señal de rastreo ajustada y producción representativa

Cuando la producción de la referencia es representativa y la señal de rastreo arroja que entre el 70% -90% de los valores están dentro de los límites de confianza, el modelo es suficiente y solo es necesario el uso del pronóstico cuantitativo. Pero cuando la señal de rastreo arroja que entre el 80% -90% de los valores están dentro de los límites de confianza, es necesario apoyarse con información cualitativa, así la señal de rastreo esté ajustada, con el fin minimizar el error del pronóstico.

5.1.6.2. Señal de rastreo no ajustada y producción representativa.

Cuando la producción es representativa y la señal de rastreo no se ajusta debido a que más del 20% de los datos están por fuera de los límites, se estaría presentando una señal de alerta ya que no se cuenta con información cuantitativa confiable para pronosticar. En este caso, lo más seguro es que se posea información cualitativa que sustente dicho evento ya que no es normal que se presenten alteraciones en la curva de los despachos sin conocer su causa, como por ejemplo el fenómeno de desplazamiento, o la existencia de alguna promoción, etc.

Es necesario prestar bastante atención cuando se presentan este tipo de casos ya que podrían afectar de gran manera la planeación de la producción.

Cuando se presentan estas situaciones es recomendable visualizar el gráfico para analizar la tendencia y analizar el MAD para observar la posibilidad, así el resultado de la señal de rastreo no sea el mejor, de tomar el valor pronosticado y apoyarse en información cualitativa, pero si aún así no se consigue una decisión viable para llevar a cabo la planeación, el pronóstico cualitativo será la única herramienta con la que se determinará dicho valor con el fin de evitar cometer algún error representativo.

5.1.6.3. Señal de rastreo ajustada y producción irrelevante

Cuando la señal de rastreo arroja que más del 80% de los valores está dentro de los límites de confianza y la producción de la referencia a analizar es irrelevante, el valor pronosticado es suficiente para realizar la planeación.

5.1.6.4. Señal de rastreo no ajustada y producción irrelevante

Por último, cuando la señal de rastreo no es ajustada y la producción de la referencia no es importante con respecto al total, dependiendo de la referencia se pueden tomar dos opciones:

- Si la producción definitivamente es muy baja, tomar como base un promedio es suficiente. Se recomienda prestarle la atención adecuada a estos casos ya que no afectarán de gran manera la planeación de la producción.
- Si la producción es baja, pero se podría catalogar como importante dentro de estos términos, es necesario basarse en pronósticos cualitativos que ayuden a ajustar el modelo de pronósticos, pero al igual que la anterior solo es necesario prestarle la atención adecuada.

5.1.7. Reevaluación de los modelos de pronósticos

Las decisiones que se puedan tomar de los parámetros explicados anteriormente solo serán validas durante los 6 meses de su aplicación, pasado este tiempo, es necesario calcular de nuevo los pronósticos y realizar todo el proceso de análisis.

5.2. METODOLOGÍA PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE.

Para realizar el cálculo de la capacidad disponible es necesario realizar la metodología que fue planteada en el capítulo respectivo, sin embargo, para que MAR DE ALTURA S.A. siga con ésta es necesario tener las siguientes consideraciones.

5.2.1. Determinar los tiempos improductivos

La determinación de tiempos improductivos para cada máquina debe variarse cuando ingresen una nueva, ya que afectará el total de la capacidad disponible, o cuando los métodos para realizar el mantenimiento, la limpieza o la lubricación varíen y disminuyan su tiempo de ejecución. Si ninguna de las dos situaciones ocurre, MAR DE ALTURA S.A. no tendrá que calcular de nuevo sus tiempos improductivos y no variará la capacidad disponible.

5.2.2. Calcular el porcentaje de utilización

Si los tiempos improductivos han variado porque se presentaron alguna de las dos situaciones mencionadas anteriormente, entonces hay que recalcular el porcentaje de utilización. Cuando no, los tiempos improductivos y el tiempo productivo real de cada máquina no varía, por lo tanto tampoco su porcentaje de utilización.

5.2.3. Determinar el porcentaje de eficiencia o calcularlo cuando sea necesario

Al porcentaje de eficiencia viene dado por la máquina en sus manuales de utilización, sin embargo en procesos en los cuales no se conozca la eficiencia hay que calcularla con la relación de total producto de salida sobre total de producto de ingreso.

5.2.4. Calcular la capacidad máxima teórica

MAR DE ALTURA S.A. debe recalcular la capacidad máxima teórica si cambia el rendimiento de la máquina, o si ingresa una nueva al proceso de producción.

5.2.5. Calcular la capacidad real o disponible

Con el factor de eficiencia, el de utilización y con la capacidad máxima teórica se calcula la capacidad disponible de cada centro productivo.

5.3.METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA

Para dar paso a la planeación de producción a mediano plazo, las políticas de producción deben estar ya establecidas, como es el caso de MAR DE ALTURA S.A. Sin embargo, se es consciente que éstas pueden variar dependiendo de las consideraciones y evaluaciones periódicas que se hagan para la planeación de producción.

5.3.1. Determinar la capacidad disponible según el recurso restrictivo.

Se debe establecer cuál es el recurso restrictivo, es decir, el centro de producción con menor capacidad. Este recurso es el que determina la capacidad real de la planta para que al compararlo con la demanda se determine si es o no cuello de botella.

5.3.2. Determinar la carga y la capacidad en horas.

Es necesario controlar si las horas requeridas para cumplir con la demanda, son o no las suficientes para no incurrir en costos extras.

5.3.3. Establecer la estrategia del Plan Agregado

Es aquí donde se establece el nivel necesario de producción de cada mes para cumplir con la demanda pronosticada teniendo en cuenta el recurso restrictivo y la carga en horas. Para establecer la estrategia del plan agregado, es necesario analizar diferentes escenarios en donde se pueda mostrar en que costos se podría incurrir, y determinar cual los minimiza. Los costos mínimos a analizar son costo de materia prima, costo de horas extras, costo de Mano de Obra Directa y costo de almacenamiento. Es necesario tener en cuenta un stock de seguridad que minimice el error de los pronósticos.

5.3.4. Establecer estrategia para el MPS

Es indispensable analizar cada una de las referencias y establecer el MPS de cada una de ellas. Teniendo conocimiento de los pedidos en firme y del inventario final, se establece cómo se va a desagregar la producción, ya sea constante cada semana o con ponderaciones de la producción para cada una de ellas. Este plan de producción se debe definir según tres criterios:

- El de basarse en el pedido en firme correspondiente a esa semana, aconsejable cuando el cumplimiento de los despachos con respecto al pedido de MAR DE ALTURA S.A. (Todas las plantas) sea del 100%
- Basarse en el plan de producción tomado desde el pronóstico de despachos ya desagregado, o

- Asignando factores de compensación entre el pedido y el pronóstico, estos factores también varían de acuerdo al cumplimiento del cliente, entre más se acerque al 100% el factor de ponderación de pedidos puede incrementarse.

5.3.5. Análisis de materiales

Antes de la ejecución del MRP es necesario establecer la Lista de Materiales y si es factible, como es en el caso de MAR DE ALTURA S.A., agrupar las necesidades de un mismo material para diferentes referencias en un solo pedido.

5.3.6. Elaboración del MRP

Para la elaboración del MRP se deben tener en cuenta las siguientes variables para así poder llevar un control de las recepciones de materia prima e insumos necesarios para la producción, éstas son:

- Tiempo, frecuencia, y forma de entrega del proveedor.
- Políticas de los proveedores, es decir, si hacen descuento por volumen, si entregan en múltiplos de un número específico, etc.

5.4.METODOLOGÍA PARA LA PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Una vez ya se ha hecho el cruce entre la capacidad instalada y el pronóstico, se debe hacer la preparación de la planta para que pueda producir eficientemente haciendo la distribución adecuada de cada uno de los recursos, a esto se le denomina Programación de Producción.

5.4.1. Referirse al MPS final

Escoger entre los pronósticos, los pedidos o una ponderación entre ambos; la opción que mejor se adecue a las necesidades de producción, siendo ésta una de las entradas para la elaboración de la programación.

5.4.2. Asignar las líneas de producción por referencia

En caso tal que ingrese una máquina nueva, se debe asignar a ésta la referencia que puede empacar para tenerla en cuenta en la programación de la producción.

5.4.3. Verificar la capacidad de la línea, asignando el total del plan de producción de las referencias asignadas a ella

Si la capacidad de una línea es suficiente para producir una referencia es mejor asignarla a una sola línea ya que así se disminuye o elimina el tiempo de alistamiento por cambio de formato entre referencias.

5.4.4. Determinar los pedidos más críticos en cuanto a cantidad, tiempo de producción y capacidad

Según lo analizado anteriormente, enfoque su atención a las líneas de producción que se encuentran sobrepasadas en su capacidad por la asignación de pedidos.

5.4.5. Priorizar la programación por pedidos críticos (LPT)

Para la empresa este criterio de priorización de pedidos es el propuesto ya que la empresa es evaluada por cumplimiento.

5.4.6. Asignar pedidos a cada una de las líneas de producción, (máquinas)

Para los casos críticos por sobre utilización de capacidad, se deben distribuir las referencias del pedido entre las máquinas que puedan producirlos. Teniendo en cuenta que el criterio de asignación prioritario es la máquina que tenga mayor rendimiento.

5.4.7. Ejecutar la simulación del método PUSH para la programación y asignación de recursos.

Realizar el diagrama de Gantt para mostrar la programación de la producción permite ver cómo es la asignación y la ubicación de las referencias de cada pedido en cada línea de producción.

5.4.8. Calcular costos asociados a la planeación y programación de producción.

Identificar cuál asignación en la programación genera más costos, tales como horas extras o inventarios y escoger la que los minimice.

5.5.INDICADORES RESULTADO DE LA METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta que el objetivo de la metodología propuesta es optimizar la asignación de los recursos y hacer más eficiente la toma de decisiones para la gestión integral de la misma, se vio la necesidad de plantear algunos indicadores que permitan medir dicha eficiencia.

Para ello se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- Porcentaje (%) de utilización de la capacidad por línea de producción.
- Stock de seguridad mínimo.
- Horas extras.
- Cumplimiento de pedidos.

La eficiencia en la toma de decisiones depende de los resultados que se obtengan de la utilización de la capacidad, disminución de inventarios y disminución de horas extras sin descuidar el cumplimiento del 100% de los pedidos que tiene actualmente MAR DE ALTURA S.A.

Actualmente el porcentaje de utilización de la capacidad en algunas líneas de producción es superior a la capacidad disponible para dos turnos haciendo inevitable la utilización de horas extras. Es decir, que el indicador tiene que medir la variación mensual en la utilización de horas extras para determinar la eficiencia en la asignación de pedidos por línea de producción.

Se utilizará como unidad de medición el porcentaje de utilización de horas extras por mes, derivado de la relación entre el total de horas extras con el total de horas trabajadas. A continuación se enuncia la fórmula que calculará la medida o indicador que determinará la disminución o aumento de utilización de horas extras.

$$\frac{\%HE_2 - \%HE_1}{\%HE_1}$$

Donde $\%HE_2$ es el porcentaje de horas extras utilizadas en el mes 2 y $\%HE_1$ es el porcentaje de horas extras utilizadas en el mes 1.

De igual forma la gestión de inventarios también permite determinar la eficiencia en la asignación de recursos. Para esto se tomará el aumento o disminución mensual del stock de seguridad.⁴¹

⁴¹ ADAM EVERETT, EBERT RONALD, Administración de la Producción y las operaciones: Conceptos, modelos y fundamentos, 4ª Edición, Mexico 1991, Editorial Prentice – Hall, ISBN 968-880-221-2, Pag. 505, 534

$$\frac{Stock_2 - Stock_1}{Stock_1}$$

Donde $Stock_2$ es el stock de seguridad en el mes 2
 $Stock_1$ es el stock de seguridad en el mes 1.

En la fórmula anterior sólo se tomó en cuenta el stock de seguridad, pero el indicador también permitiría medir la gestión de inventarios diferentes al anterior. Es decir, que se tendría otro indicador para la gestión de inventarios.

Es fundamental continuar con la etapa de implantación de la metodología propuesta, con ella se espera tener los rangos aceptables para cada uno de los indicadores, por ahora estos sólo serán enunciados de manera que se logre un control futuro. Con los indicadores determinados anteriormente se logra medir parte de la eficiencia en la gestión de los recursos, ya que otra gran unidad que ratificaría el resultado de dicha medición son los costos en los que se incurre en la producción del camarón en la planta. Debido a que no se cuenta con la información necesaria para la elaboración de otro indicador relacionado con los costos, no se incluirá, pero de igual forma se comunicará la necesidad de plantear en un futuro no muy lejano la determinación de este indicador.

CAPITULO VI

6. ANÁLISIS FINANCIERO

La evaluación financiera del proyecto consiste en comparar los beneficios proyectados, asociados a una decisión de inversión, con su correspondiente corriente proyectada de desembolsos. Esto se realiza con el flujo de fondos netos estimados del proyecto. Para llegar a definir la conveniencia de una inversión es necesario comparar sus resultados con un parámetro de aceptación o rechazo determinado por el inversionista.⁴²

6.1.EVALUACIÓN FINANCIERA.

La evaluación financiera se realiza con dos fines principales: tomar una decisión de aceptación o rechazo, cuando se estudia un proyecto específico, o decidir el ordenamiento de varios proyectos en función de su rentabilidad, cuando estos son mutuamente excluyentes o existe racionamiento de capital.

6.1.1. Proyectos mutuamente excluyentes.

Cuando dentro de un grupo de alternativas solamente puede llevarse a cabo una de ellas y este hecho hace que una u otras alternativas no puedan realizarse, se dice que son mutuamente excluyentes.

6.1.2. Técnicas de evaluación de proyectos mutuamente excluyentes.

Las técnicas utilizadas en la evaluación financiera de proyectos de inversión se pueden clasificar en dos grupos principales cuya diferencia está en la consideración o no del valor del dinero a través del tiempo. Las principales técnicas de evaluación son las siguientes:⁴³

- Período de recuperación de la inversión
- Valor presente neto⁴⁴

⁴² LEE J. KRAJEWSKI & LARRY P. RITZMAN, Administración de operaciones estrategia y análisis, 1999, 5ª edición, Prentice Hall. Pag 265-272, 841

⁴³ UMBLE M. MICHAEL, Manufactura Sincrónica: Principios para lograr una excelencia de categoría mundial, 1997, Continental. Pag 17-45, 73-79.

- Costo anual uniforme equivalente.
- Valor futuro neto⁴⁵
- Tasa interna de retorno.
- Relación beneficio costo.
- Análisis incremental.

6.1.2.1. Relación beneficio/costo.

La relación beneficio-costo consta de determinar el cociente entre el valor presente neto de los ingresos y el valor presente neto de los egresos. Si este cociente calculado a una tasa de interés dada, es mayor que la unidad, la alternativa evaluada es aceptable. Si es menos que la unidad no deberá aceptarse, finalmente si es igual a la unidad, entonces la tasa utilizada para la evaluación es igual a la tasa interna de retorno.

6.1.2.2. Análisis incremental

Este análisis determina la alternativa o conjunto de alternativas óptimas, se basa en el análisis de los incrementos entre cifras de igual naturaleza, que se dan al comparar las alternativas que resultaron aceptables.

6.1.3. Desarrollo del Análisis

Se espera que al finalizar el taller integrador se encuentre un sistema de información que acorde al existente en MAR DE ALTURA S.A., brinde los mayores beneficios y se adecúe correctamente a la metodología propuesta. Para ello, es importante efectuar un análisis financiero comparativo entre los distintos proyectos de inversión que puedan resultar factibles.

Se analizaron las siguientes opciones de inversión:

- Desarrollo del modulo de producción en el software GESTION. Para esta opción se recurrió a una empresa especializada, que analizó la metodología y las características básicas del sistema de información actual de MAR DE ALTURA S.A. (plataforma) y realizó una ampliación con **valores aproximados**.
- Implementación de un módulo comercial. Es necesario tener en cuenta como restricción de esta posibilidad, que en algunos casos no es posible la consecución por módulos sino que ofrecen únicamente la solución integral. Para la valoración de esta

⁴⁴ PORTUS G. LINCOYÁN., Matemáticas Financieras, 1997 4^a Edición, Mc Graw-Hill, Santa Fe de Bogotá, Col. Pag 31-36.

⁴⁵ PORTUS G. LINCOYÁN., Matemáticas Financieras, 1997 4^a Edición, Mc Graw-Hill, Santa Fe de Bogotá, Col. Pag 95-98.

opción, se tomaron **costos aproximados**, basados en información entregada por la firma especializada.

Para el análisis financiero de las opciones anteriores se tomó una TREMA (Tasa de Rentabilidad Mínima Atractiva) del 30% que corresponde a una tasa libre de riesgo del 10% y tasa de riesgo del 20% para la implementación de un módulo comercial y una tasa libre de riesgo del 10% y tasa de riesgo del 7% para la implantación del desarrollo. Este riesgo está asociado a:⁴⁶

- Duración de la implantación y ampliación del modulo de producción del sistema de información.
- Que no se adecúe el sistema por la dificultad de implantación.

Se determinó que el riesgo en el desarrollo de la aplicación es menor debido a que cumple con mayor certeza con la exactitud e integridad de los requerimientos necesarios para la metodología diseñada, a diferencia del módulo comercial que puede ser sobredimensionada.

Se hizo la relación beneficio-costos de las dos opciones factibles, es decir, cuál de los dos proyectos genera mayores beneficios. Se tuvieron en cuenta cada uno de los costos asociados tales como el personal involucrado en el proyecto, los costos de mantenimiento de proyecto, las actualizaciones de versiones del software, mantenimiento, las licencias de uso, equipo y materiales. Los beneficios corresponden al ahorro que se obtiene al disminuir los inventarios en un 96% para cualquiera de las dos alternativas, este valor es de \$ 4.782.405,23 para el primer mes.⁴⁷

6.1.3.1. Análisis de los resultados de la relación beneficio-costos

ITEM	TREMA	TIR Em	TIR EA	B/C
<i>Desarrollo y Actualización</i>	17% EA	1,36%	17.59%	1
<i>Módulo Comercial</i>	30%	-	-	0,089 1

Cuadro 5. Comparación entre los diferentes índices del Análisis Financiero

⁴⁶ Suministrado por el Jefe Financiero Mar de Altura S.A.

⁴⁷ Suministrado por el Jefe Financiero Mar de Altura S.A.

En el cuadro anterior, se recopilaron los cálculos realizados de la evaluación financiera, donde se pueden apreciar las ventajas de la primera opción. Para un período que comprende 8 meses de implantación y 3 años siguientes de aplicación se concluye lo siguiente:

- Para este intervalo de período la implantación de un módulo comercial no es rentable ya que la Tasa Interna de Retorno es negativa.
- Comparando solamente el Valor Presente Neto de los beneficios por proyecto, el desarrollo y actualización de la aplicación es más rentable debido a la diferencia entre las Tasas de Rentabilidad Mínima del Proyecto de ambas opciones.
- La relación beneficio-costos del desarrollo de la aplicación es superior en un 91%.⁴⁸

⁴⁸ Suministrado por el Jefe Financiero Mar de Altura S.A.

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES DEL DOCUMENTO.

- El *fenómeno de desplazamiento* determina que es aconsejable utilizar el modelo de pronósticos por tiempo definido, mientras no se establezca el tiempo que dure dicho fenómeno a causa del desconocimiento del comportamiento del consumidor final, sus preferencias y tendencias, es indispensable que los procesos de la planeación de producción sean controlados y revalidados cada 6 meses, como mínimo para validar la adecuación del mercado en el ciclo productivo.
- El comportamiento usual entre las referencias es que después un pico en cantidad venga un descenso de esa referencia en los próximos meses. Es importante que se comparta información entre los eslabones de la cadena de abastecimiento para que se establezcan estrategias que vinculen a las diferentes plantas de MAR DE ALTURA S.A.
- Se comprueba que al trabajar con un producto que no es de la Canasta Familiar, se obtienen resultados coherentes en la modelación de sus pronósticos ya que presentan estacionalidades, tendencia, etc.
- Para la planeación de requerimientos de capacidad, no solo basta con hallar la capacidad por centro productivo, sino que es necesario discriminarlo por línea de producción para hacer la comparación respectiva en la programación de la producción. Fue necesario hallar la capacidad disponible por línea de producción; basarse en el cálculo de la sumatoria de las capacidades por centro productivo da una visión errada del recurso restrictivo debido a que por cada uno de los pedidos, éste puede variar, sin embargo, se evidenció que el recurso que muestra mayores inconvenientes es empaque puesto que se puede concentrar la producción en tan solo una de las líneas. Sin embargo, para operaciones que son comunes para cada una de las líneas es suficiente hallar el total de la capacidad de ese centro productivo.
- En una empresa que es medida por el cumplimiento con sus clientes, es demostrable que la restricción del sistema productivo está atada a la demanda.
- Se comprueba que si la organización es una fábrica de producción sobre pedido, la cual se basa en los requerimientos del cliente para realizar el proceso de planeación de producción, la programación debe ser acorde a sus características, sin embargo, en el documento se comprueba que aunque PUSH debería ser la metodología que mejor se adecua para la empresa, en el análisis se identifica que es PULL el que acopla mejor al sistema productivo.

- La planeación de producción se facilita al trabajar con una planta donde los procesos de producción están casi en su totalidad automatizados, ya que permite tener un mayor control sobre las variables que afectan el sistema como por ejemplo la capacidad disponible.
- La planeación por escenarios ayuda a tomar en cuenta diferentes posibilidades reales para la ejecución de la actividad de programación, la simulación fue una herramienta decisiva para saber en forma más real que es lo que le ocurre a la empresa y también, puede ayudar a proyectar los cambios necesarios para mejorar. Se le recomienda a las directivas de MAR DE ALTURA S.A., tener en cuenta esta herramienta para poder realizar los cambios que necesita sin invertir tanto dinero. La simulación que se realizó fue bajo la plataforma estudiantil de PROMODEL y esta tiene limitantes, por lo que con la versión enterprise se puede ingresar mayores variables y así convertir este modelo más real.
- Para la planeación de producción es necesario hacer una planeación global de la producción pero una verificación local de la misma. Es decir, “planee global pero verifique local”.

7.1. CONCLUSIONES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

- En la planeación de la fuerza laboral muchas veces se piensa intentar optimizar la línea incrementando o reduciendo operarios para la ejecución de una tarea. La labor como Especialistas en Gerencia de Producción y Calidad no es tan solo optimizar la línea para lograr “la meta” de cualquier empresa, sino que se debe explorar más a fondo las consecuencias que una decisión de estas traería. En el caso de MAR DE ALTURA S.A., la planeación de la fuerza laboral va mucho más allá de tener un número adecuado de personas que logre empacar la producción a la velocidad de las máquinas.
- El poder crear vínculos con empresas del sector real, pone en evidencia que para lograr la mejora del sector productivo es necesario vincular la teoría con la práctica. Es claro que para pasar de una a la otra, los procesos se vuelven a veces utópicos por cada una de las particularidades que tienen las organizaciones, sin embargo, éstas siempre iniciarán un ciclo de búsqueda de información en la academia. El poder proponer desde esta última mejora en las prácticas empresariales, hace que nuestra labor como especialistas en Gerencia de producción y Calidad se vea recompensada.
- El conocimiento de herramientas de Especialista en Gerencia de producción y Calidad hace posible que éstas no solo se usen para la identificación de una situación actual, sino que también se usen para resolver problemas de aplicación tal como sucedió en la programación de producción.

- Al inicio del trabajo se dificultó comprender la particularidad de las características de MAR DE ALTURA S.A., ya que no es un esquema común trabajado en los casos de academia. Debido a que como planta de producción tiene características exclusivas, ya que no es una empresa común donde se determinan claramente los clientes y proveedores, se desarrolló una metodología flexible que permitiera adaptarse a cualquier tipo de planta pero que tuviera en cuenta las restricciones específicas de MAR DE ALTURA S.A. .
- Las metodologías propuestas para procesos de mejoramiento han de ser generales, la nuestra hace que la adición de una nueva referencia por conocimiento de los cambios del mercado, hace que pueda ser vinculada a esta nueva metodología.
- Para obtener mejoras en el sector real crear una brecha entre la teoría y la práctica no es conveniente, ya que para obtener mejoras en la realidad siempre se recurre a la academia.

CAPITULO VIII

8. RECOMENDACIONES.

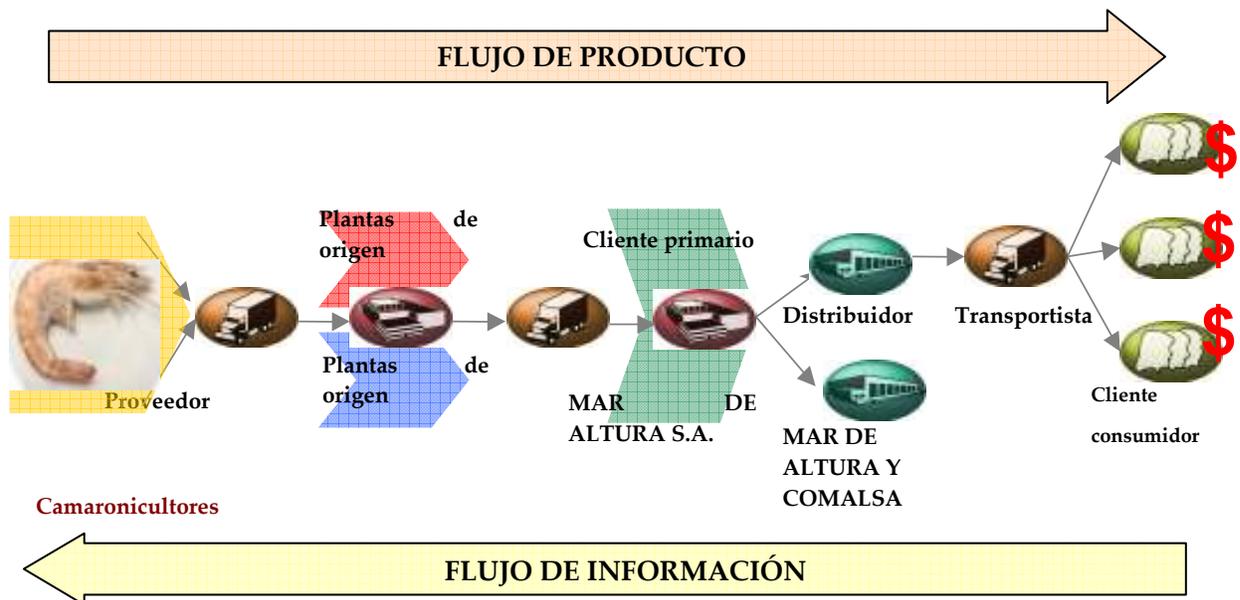
Según la óptica de los investigadores y haciendo claridad que la información tomada fue recolectada en el año 2008 y pudo haber tendido variaciones en sus métodos hasta el día de hoy, se perciben restricciones del sistema que conducen a elaborar las siguientes recomendaciones desde la perspectiva global de las mejores prácticas empresariales que pueden ser ejecutadas en MAR DE ALTURA S.A.

- Se recomienda que la empresa de comienzo a elaborar la planeación de la cadena de suministro, la cual involucra actividades como planeación de la demanda; planeación de los recursos de distribución; implantación; planeación de la producción; y programación detallada.
- Se recomienda que en un futuro, la empresa se haga partícipe del control y el desempeño de cada uno de los proveedores con los que se negocia, es difícil tener control de la situación si existen más actores involucrados que sirvan de intermediarios, en este caso la planta madre (COMALSA) ya que se estaría planeando sobre lo que realmente se está despachando y no sobre lo que se pide que no es una información con 100% de certeza. Por ello se recomienda que se realice la negociación directa con los proveedores con un control y un apoyo de la planta madre para la realización de las negociaciones.

Para poder iniciar la planeación de la cadena de suministro debe haber integración de la información entre los actores involucrados, se recomienda llevar a cabo la planeación colaborativa, con los aportes que hacen los actores se puede tomar en consideración actividades de sincronización para todas las actividades de planeación tales como la elaboración de los pronósticos. Con esto se asegura un enfoque al cliente ya que sus requerimientos serán cumplidos a cabalidad. La planeación colaborativa implica compartir información desde los clientes hasta los proveedores, con el fin de tener pedidos en firme, reducir el riesgo de incertidumbre y obtener ventajas tales como la reducción de inventarios.

- Se recomienda definir e implantar políticas de cumplimiento bilaterales. Es decir, la falta de cumplimiento por parte del cliente a la hora de despachar pedidos elaborados, hace que la eficiencia de la planta disminuya.

- En este taller se presenta una metodología para la planeación y programación de la producción en la planta de MAR DE ALTURA S.A. Se recomienda que con la implementación de la *planeación colaborativa*, el flujo de información en la cadena de abastecimiento se hace continuo, mejorando en forma significativa la situación actual de la empresa tal como lo muestra la *gráfica 1 Situación actual de la cadena de abastecimiento*. A continuación se muestra el ideal de comunicación entre los distintos eslabones de la cadena.



Lo que se pretende es que MAR DE ALTURA S.A. pueda en el futuro, contar con información como la demanda real del producto, o tener contacto directo con los proveedores, y logre independizarse de tal forma que la planeación y programación de producción tenga mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

ADAM EVERETT, EBERT RONALD, Administración de la Producción y las operaciones: Conceptos, modelos y fundamentos, 4ª Edición, Mexico 1991, Editorial Prentice – Hall, ISBN 968-880-221-2, Pag. 739

ANDERSON DAVID R. Métodos cuantitativos para los negocios, 9ª Edición, México 2004, Editorial Cengage Learning Editores S.A., Pag. 172-220

ARANGO BARRIENTOS FERNANDO, Trabajo Preparado – Evaluación de Proyectos.

BLANCO R. LUIS E, FAJARDO P. IVAN D. Simulación con Promodel, 2ª Edición, Colombia 2003, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Pag. 249

CHASE, Administración de Producción y operaciones, 2007, 10ª Edición, Mc Graw Hill, Pag. 520-556, 577-579

DOMINGUEZ MACHUCA JOSÉ, Dirección de Operaciones: Aspectos estratégicos en la producción y los servicios y Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios, McGraw Hill, Madrid, 1995, Pag. 76

DONALD W. FOGARTY, JHON H. BLACKSTONE JR. & THOMAS R. HOFFMANN, Administración de la producción e inventarios, 1994 1ª Edición, CECSA, Pag. 53

G.D. EPPEN, F.J. GOULD, C.P. SCHMIDT, JEFFREY H. MOORE, LARRY R. WEATHERFORD, Investigación de operaciones en la ciencia administrativa, 5ª Edición, Prentice Hall. Pag 605-653.

HANKE, J.E. y REITSCH A.G., Estadística para negocios. McGraw-Hill, México. Pag 683, 684-689, 561, 735-753

HAMDY A. TAHA, Investigación de operaciones una introducción, 1998 6ª Edición Prentice Hall, pag 491-501, 639-672.

LEE J. KRAJEWSKI & LARRY P. RITZMAN, Administración de operaciones estrategia y análisis, 1999, 5ª edición, Prentice Hall. Pag. 265-272, 841

MEIER ROBERT C., NEWELL WILLIAM T. & PAZER HAROLD L., Técnicas de simulación en Administración y Economía, 1975, Trillas.

MONKS JOSEPH G., Administración de Operaciones, McGraw Hill, México. Pag 17

OSORIO, OSCAR M., La capacidad de producción y los costos, 1991 2ª Edición, Macchi, Buenos Aires. Pag 34-37, 151.

PORTUS G. LINCOYÁN., Matemáticas Financieras, 1997 4ª Edición, Mc Graw-Hill, Santa Fe de Bogotá, Col. Pag 31-36, 95-98.

RUSSELL, ROBERTA S. & BERNARD W. TAYLOR, Operations Management, 2000 3ª Edición, Prentice Hall.

SCHROEDER, ROGER G., Administración de operaciones, 1992 3ª Edición, Mc Graw-Hill, México. Pag: 17- 23, 332-418.

UMBLE M. MICHAEL, Manufactura Sincrónica: Principios para lograr una excelencia de categoría mundial, 1997, Continental. 1997. 254 p.

PAGINAS DE INTERNET:

Código Internacional Recomendado de Practicas para los Camarones,
http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/Marco_Regulatorio/normativa/codex/rcp/17-1978.PDF

Directorio Electrónico de Guatemala, Gestión Empresarial.
www.dequate.com/infocentros/gerencia/mercadeo/mk16.htm

FAO, Informe del Mercado del camarón en la UE - Mayo 2010, pag 1-2,
http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10694%3AInforme-del-mercado-del-camaron-en-la-ue-mayo-2010&catid=58&lang=es

Herramientas básicas Para pronósticos,
<http://www.lums.lancs.ac.uk/files/Chap2.pdf>

FILOSE, Jhon. LA EVOLUCIÓN DEL MERCADO DEL CAMARÓN, Pag. 59-60.
<http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/boletin81/15.pdf>

I JORNADAS SOBRE SEGURIDAD ALIMENTARIA FACULTAD DE VETERINARIA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA NOVIEMBRE 2008,
http://cederul.unizar.es/docs/seguridad_alimentaria/Herrera.pdf

Min. de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de Trabajo No. 70, La Cadena del Camarón de Cultivo en Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Pag 5-7.

http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511215737_caracterizacion_camaron_cultivo.pdf

CAMARON FICHA/46/ EU, Apoyo a Pymes Promoción de Inversiones e Intercambios Comerciales. Apoyo al sector de la Micro y Pequeña empresa en Guatemala Pag. 3-5,
<http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2105/Ficha46%20-Camar%C3%B3n.pdf>

PROGRAMACIÓN PUSH-PULL. ANÁLISIS COMPARATIVO MEDIANTE SIMULACIÓN, David de la Fuente García.
<http://gio.uniovi.es/documentos/nacionales/ArtNac45.pdf> .

GLOSARIO

Ciclo de cocción: Tiempo de ciclo en el que se efectúa la operación de cocer camarón crudo.

ERP: Sigla que significa Enterprise Resource Planning o Planeador de Recursos Empresariales, se refiere a un paquete informático que cubre de forma parcial o total las áreas funcionales de la empresa. Este es un sistema de gestión de información estructurado, diseñado para satisfacer a las soluciones de gestión empresarial.

Gráfico de control: Representación de datos numéricos por líneas visuales. En el texto no se refiere a un gráfico de control estadístico.

Metodología: Ciencia del modo ordenado de proceder

Nivel de Servicio: Valor porcentual que se asigna a la probabilidad que haya inventario disponible cuando un cliente haga un pedido, es decir que pueda ser “servido”

Picking: El Pick (verbo inglés) traduce seleccionar, recolectar y cosechar. En términos logísticos es la preparación de un pedido. Este término de aplicación general en inglés pero tiene una amplia difusión internacional en el ambiente de la logística y el transporte.

Packing: Embalaje o unitarización de uno o más ítems de una orden en un contenedor apropiado y su etiquetado o marcado con los datos del destinatario del despacho y toda otra información necesaria.

Plantas de Origen: son aquellas donde se inicia el alistamiento del pedido de un cliente. Estas plantas son las que procesan gran parte del camarón que llega a los clientes finales o en dicho caso a MAR DE ALTURA S.A. Estas se encuentran ubicadas en Latinoamérica.

SKU: Unidades de existencias administradas en una base de operaciones o planta.

ANEXOS

ANEXO 1. CUADRO DE COEFICIENTES DE CORRELACIÓN

ANEXO 2 TABLA RESUMEN DE PRONÓSTICOS POR REFERENCIA.

ANEXO 3. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE.

ANEXO. 4 MODELOS DE PLANEACIÓN AGREGADA Y TÉCNICAS DE DECISIÓN.

ANEXO 5. ANÁLISIS PARA LA PLANEACIÓN AGREGADA DE LA PRODUCCIÓN.

ANEXO 6 RESULTADO DE SIMULACIÓN.

ANEXO 7 ANÁLISIS DE DATOS.