



GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LOS INVENTARIOS EN COLEC INVESTMENT  
APLICANDO EL MÉTODO DE LAS 3C

Branco Padilla, Kelia Rosa  
Medrano Emiliani, Leidy Paola

Blanco, Luis Ernesto  
Director

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.  
2003



## **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA COLEC INVESTMENT.**

### **1.2 RESEÑA HISTÓRICA.**

COLEC INVESTMENT CORP, ubicada en Mamonal Zona Franca industrial de Cartagena bodega 9, 10 y 12 isla 2-A. Es una empresa dedicada a la fabricación de juguetes caninos a base de carnaza de bovino.

La empresa fue constituida legalmente el 5 de Septiembre de 1990, inicialmente se creó con el objeto social de producir, procesar, explotar, transformar, comercializar, importar pieles crudas o terminadas, exportar y reexportar pieles terminadas y productos terminados hacia terceros países y especialmente hacia el mercado nacional de pieles y productos provenientes de la fauna silvestre de zocriaderos legalmente establecidos en el país y en el exterior. La fabricación de juguetes caninos era una actividad adicional y eventual que se contempló como una alternativa para ayudar al sostenimiento de la curtiembre, con el paso de los años los papeles se invirtieron y los juguetes se convirtieron en el principal producto de Colec.

### **1.3 MISIÓN.**

Somos una empresa dedicada a la fabricación, distribución y comercialización de juguetes caninos, comprometidos con la calidad de nuestro producto, la satisfacción de nuestros clientes y sus mascotas, el bienestar de nuestro recurso humano y el retorno de nuestros inversionistas.

### **1.4 VISIÓN.**

Seremos una empresa líder en la producción de juguetes caninos, distinguida por la búsqueda creativa en el diseño de productos en pro de la satisfacción permanente de nuestros clientes y sus mascotas, ayudando a nuestros distribuidores a crecer junto con nosotros económica y socialmente, llevando nuestros productos a ser reconocidos y preferidos en el mercado global.

### **1.5 VALORES Y PRINCIPIOS:**

Calidad, en todos nuestros productos.

Servicio: Actitud de todos los integrantes de nuestro equipo.

Compromiso: Con nosotros mismos y nuestros clientes para mantener en todo momento productos y servicios de calidad.

Pasión: Porque nos gusta lo que hacemos, y disfrutamos lo que hacemos.

Trabajo en equipo: Solo con el trabajo de cada uno de nuestros integrantes lograremos crecer y mantenernos siempre vanguardistas.

GARANTIA: Cumplir con las normas de sanidad exigidas por el mercado externo (Estados Unidos).

#### 1.6 **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.**

Colec Investment es una organización que tiene producción sobre pedido, es decir La orden de producción se genera a partir de una solicitud por parte del cliente, cabe resaltar que los clientes actuales de Colec son todos extranjeros por tal motivo todos los productos son exportados, en la actualidad Colec Investment no tiene nichos de mercados nacionales.

Colec Investment cuenta con 205 trabajadores los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:(Ver cuadro 1)

Cuadro 1. Personal de Colec Investment.

ÁREA O UBICACIÓN DEL PERSONAL	N. DE EMPLEADOS
Operarios de planta	189
Operarios en el Taller	4
Supervisores	4
Departamento de Producción y control de calidad	4
Área administrativa	6
Servicios varios	1
Almacén	1
Total de Empleados	205

1.6.1 **Lista de materiales:** Retal (carnaza de bovino), Harina de trigo, Aceite de Soya, CMC – carboximetilcelulosa, Agua.

### 1.7 **PRINCIPALES PRODUCTOS “Juguetes caninos”**

Familia de los extruidos:

Stick:

- 5/10
- 4.5/8

- 5/20
- 9/20
- 10/20
- 12/20
- Flat
- Familia de las Galletas.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LAS REFERENCIAS**

### **4.5/8 Y 5/10 SABOR NATURAL.**

El proceso de COLEC inicia con la transformación del retal (materia prima) en harina, la materia prima es llevada de forma manual por 3 operario a 3 molinos, los cuales poseen unas rejillas que filtran los granos procedentes del molido; el tamaño final de los granos de harina es menor o igual a 6 milímetros. A medida que el retal se convierte en harina, esta pasa a través de un silo que termina en forma de embudo donde se encuentra un operario con un saco esperando la salida de la harina para llevarla a el almacén de harina de carnaza. Luego los sacos son llevados al área de mezclado la cual cuenta con 2 mezcladoras donde es vertida harina de carnaza, harina de trigo, aceite de soya y agua. Inmediatamente se termina de agregar todos los ingredientes se procede a encender el molino. Cuando la mezcla está lista se apaga el molino y se lleva al área de extruido.

El área de extruido cuenta con 4 extrusoras, estas tienen una especie de embudo donde es colocada la mezcla y por medio de un sistema de embutido la mezcla es empujada hasta las boquillas por las cuales va saliendo el material continuamente en forma de largas tiras cilíndricas. Al salir el material por las boquillas cae sobre una banda transportadora de 1.6 metros ya que gracias a su avance no permite



que el material se amontone o se doble, cuando este llega al final de la banda 2 operarios que se encuentran a los lados de la banda van cortando manualmente el materia y lo van colocando en una bandeja de madera de 130 cm. de largo por 89 cm. de ancho que se encuentra debajo de la banda transportadora, a la que le colocan varias capas de tiras donde el número de cada capa depende de la referencia. Toda la operación se hace en un tiempo aproximado de 11 minutos. Al llenarse la bandeja es retirada por un operario que la lleva a un área de reposo para luego hacerle corte o llevarla al túnel de secado. Mientras tanto la extrusora queda encendida y como no tiene bandeja para colocar el material que sale por las boquillas los operarios van cortándolo y arrojándolo nuevamente dentro de la extrusora o en algunos casos lo colocan dentro de unas canastillas que son llevadas luego de nuevo al molino.

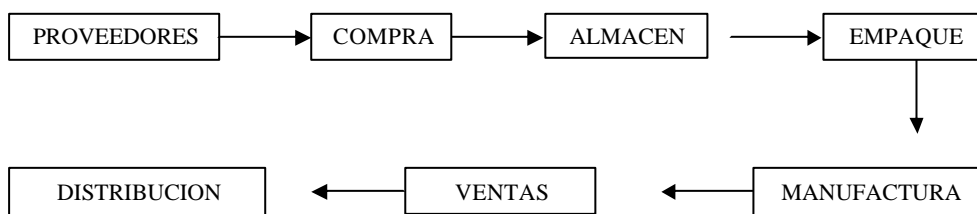
El área de cortado cuenta con 5 cortadoras, cada una de ellas tiene una mesa donde se coloca el material de una bandeja que ha salido de la extrusora. La cortadora se ajusta para obtener la longitud deseada del stick que en este caso puede ser de 4.5, y 5 pulgadas, el operario divide las tiras en 5 grupos y les hace los cortes requeridos a grupo por grupo; los stick que quedan perfectamente cortados son colocados en una canasta plástica y los que quedan con algún defecto se llevan a otra canasta y son nuevamente molidos. Las canastas que contienen los stick se quedan en cola para ser llevadas al túnel de sacado.

El área de secado cuenta con 2 túneles que tienen sopladores de aire caliente, aquí son distribuidos los sticks en canastas plásticas. Cuando los sticks se encuentran completamente secos son sacados del túnel y dejados en un área de reposo ya que no se pueden empacar calientes. Ya reposados se llevan al área de empaque que cuenta 4 mesas cada una con 11 operarias donde son colocados los sticks, estas empacan las referencias según las especificaciones. Finalmente las bolsas son selladas y empacadas en cajitas para el embalaje.

## 2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA CADENA

Es la definición de todos los puntos de consumo, de stock y de orden que tiene la cadena a nivel físico, dando así una visibilidad general de la misma. Aquí se definen la configuración física de la cadena, tipos de materiales que van en los POS, POO, POC, distancias entre ellos, etc.

Figura 1. Cadena de abastecimiento



## 2.1 DIAGRAMAS DEL PROCESO

Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación.

### **3. METODO 3C (Capacidad, Comunalidad y Consumo)**

Es un modelo que fue diseñado para mantener y administrar la cadena de suministros, como se mencionó anteriormente es un método de respuesta rápida en inventarios basado en el sistema Pull, el cual fue popular en los comienzos de los años 90, su nombre se refiere a los tres principios en los que se basa dicho modelo: Capacidad, Comunalidad y Consumo.

El objetivo de éste modelo es que todos los materiales que son necesarios para las operaciones en los diferentes eslabones de la cadena estarán y tienen que estar allí todo el tiempo. Lo que hace el 3C es asegurar que éste objetivo se cumpla con una mínima inversión del inventario, básicamente está tratando el problema que todas las cadenas de abastecimiento enfrentan; mantener una baja inversión en inventario y alta satisfacción del cliente, desde el punto de vista de la disponibilidad del producto (Fill Rate).

Dentro del 3C una cadena de abastecimiento es hecha de una secuencia de eslabones que proveen un producto, los cuales son llamados puntos de consumo (POC), estos tienen la gran función de hacer disponibles los productos que son necesitados durante el proceso de fabricación.

Justo desde el inicio 3C comienza con requerimientos de información que pueden no ser relevantes para otras metodologías actualmente usadas. 3C tiene varios parámetros, pero primero se explicaran 2 de ellos, son Maximun sales rate (MSR) y Table of pull (TOP), los cuales son usados para implementar el primer concepto básico de 3C, capacidad.

### 3.1 **CAPACIDAD**

Se comienza con un análisis de las diferentes funciones del negocio con el propósito de determinar la capacidad actual de la empresa.

Cada uno de las diferentes funciones que soportan el negocio reportan el número de unidades o cantidades que son capaces de procesar por día sin invertir ningún capital adicional.

Se calcula considerando todas las funciones que soportan el negocio y a partir de ellas se crea una matriz denominada Matriz de MSR(por sus siglas en ingles Maximun Sales Rate) o matriz de Tasa Máxima de Ventas.

El valor MSR entonces será el menor que presenten las diferentes funciones del negocio, pues este limitará dicha capacidad de ventas.

Cada producto final en un ambiente 3C puede ser asociado a un valor llamado TOP.

Dicho valor es seleccionado por quienes diseñan la cadena y se define como el nivel de servicio deseado o esperado al cual el producto final se protegerá (Capacidad de protección). Por ejemplo si el MSR de un producto es 10 y el nivel de servicio seleccionado es 10, esto quiere decir que el negocio funcionará a la máxima capacidad de ventas permitida. Adicionalmente también significará que existirá un 100% de disponibilidad de productos y el sistema lo garantizará. Si por el contrario el TOP es 8, solo el 80% de servicio se garantizará en cuanto a disponibilidad de productos, por ello es recomendable igualar el TOP con el MSR aun cuando esto podría significar un alto costo en sostenimiento de inventario.

### **3.2 COMUNALIDAD**

En 3C tiene sentido hablar de comunalidad solo cuando se tienen dos o más productos para vender.

Para medir la comunalidad el 3C propone una nueva variable denominada RBILL (Rate of Bills). Esta variable representa el máximo consumo teórico en un día que una materia prima en particular puede experimentar dados los demás parámetros del modelo.

El RBILL mueve la función de planeación desde el producto final (como en el caso de los modelos MRP con el MPS) hacia los componentes de dichos productos, por ello el RBILL es único para cada componente y así permite llevar la función de planeación al nivel deseado hacia atrás. El RBILL se basa en el cálculo de las tasas de consumo por unidad de tiempo de cada componente de acuerdo a la lista de materiales de cada producto final. Dicha tasas de consumo son utilizadas para ordenar los componentes de acuerdo a su consumo de mayor a menor a través de una variable llamada ORCON (output rate consumption). Finalmente utilizando otra variable denominada TOPCON(TOP Consumption), la cual representa el total de material que puede ser consumido en un día cuando la totalidad del TOP de cada producto final es vendida, se va calculando este valor para la lista de valores ordenados anteriormente por el ORCON hasta satisfacer cada TOP y ese valor será el RBILL, es decir si el TOP es igual al MSR, entonces el RBILL será igual al TOPCON del producto que aparezca como primero en la lista genera a partir del ORCON.

### **3.3 CONSUMO**

El consumo se realiza a través de una política de inventario derivada del modelo de revisión periódica en la cual se fija el periodo de revisión y la cantidad a ordenar dependerá del consumo que se va teniendo, sin sobrepasar dos valores. El

$Q_0$  que representa el peor caso de inventario o el mayor caso de ventas, que no es otra cosa que la cantidad necesaria para cubrir el período de revisión (denominado Tiempo entre compras o TBP por sus siglas en inglés, Time Between Purchases) más el período de entrega.

$$Q_0 = RBILL * (TBP + LT)$$

Donde:

RBILL = el máximo consumo individual por componente.

TBP = Período entre compras.

LT = Tiempo de entrega.

El segundo valor es el  $Q_{\max}$  o la cantidad máxima posible de consumo entre períodos de revisión

$$Q_{\max} = RBILL * TBP$$

Con estos dos valores se sitúa el límite que se podría asociar al nivel S de un sistema periódico (R,S). La diferencia frente a este modelo radica en que la cantidad ordenada no es igual a lo que falta para llegar al nivel S, sino viene dada por el consumo mismo. Luego la ecuación de reabastecimiento se define como:



$Q = Q_0 - \text{Inventario disponible} - \text{suma de las ordenes pendientes}$

Donde:

$Q =$  cantidad a ordenar.

El signo de esta ecuación dará la información sobre si se debe ordenar o no, es decir de la frecuencia. Si es positivo se debe ordenar la cantidad  $Q$ , pero si es igual o menor que 0 no habrá que generar ninguna orden.

Este modelo logra a través de un simple cálculo, la unión entre materiales y capacidad, la única manera en que la volatilidad del mercado puede afectar nuestra habilidad para satisfacer los requerimientos del cliente es solo si el negocio no posee la suficiente capacidad, no por falta de materiales que representa una mezcla de ventas diferente a la planeada.

#### **3.4 BREVE REVISIÓN DE LITERATURA**

Dentro del concepto y aplicación del modelo 3C, es necesario incluir definiciones y formulas que se utilizaran en la aplicación de este modelo ya que hacen parte fundamental de la documentación y enriquecimiento de la Teoría.

3.4.1. **Maximum Sales Rate (MSR).** Después de que cada eslabón de la cadena de abastecimiento reporta su capacidad se registran los datos en un cuadro donde son comparadas y el la menor capacidad encontrada será el MSR del negocio, ya que esa sería la máxima cantidad de productos terminados que se pueden tener listos para la venta en un día, es decir el sistema puede mantener ventas de los diferentes productos terminados tan altas como el MSR individual de cada producto.

3.4.2. **Table of Pulls (TOP).** Cada producto terminado o bien final en un ambiente 3C puede estar asociado con un valor llamado TOP, el TOP es un valor calculado con la decisión de cuanto fabricar y la definición del nivel de servicio.

El TOP se calcula para determinar el nivel del servicio deseado.

$$TOP = MSR \times Nivel\ de\ Servicio$$

3.4.3 **The Rate Bill (RBILL).** El nivel del servicio del sistema para cada uno de los TOPs de cada uno de los productos finales y la explotación completa de la comunalidad. Rbill representa el consumo máximo teórico en un día que una materia prima en particular puede experimentar tomando los valores de otros parámetros del sistema 3C. Este puede ser calculado siguiendo un proceso simple que es ejecutado durante el diseño de la cadena de abastecimiento.

El mecanismo de 3C Rbill representa una mayor ventaja básica del 3C frente a otras propuestas. Rbill habilita la utilización completa de cualquier comunalidad que quizás represente parte de los componentes y no el producto final, sustituye ensamble y partes comprables del negocio, además, Rbill lleva a cabo el movimiento de la planeación desde el producto final hasta el nivel de las partes adquiridas. Rbill es único para cada parte, y este da a conocer el movimiento de la función de planeación a un nivel deseado con el manejo de solo un único valor, 3C es tomado libremente para tomar el 100% de la comunalidad. Este valor también muestra un mejor cambio en la distribución lógica, haciendo posible utilizar el consumo como mecanismo de relleno, del predominante adelanto de la planeación lógica utilizada por los métodos de planeación.

Rbill es ejecutado para optimizar el futuro y la administración diaria de materiales o partes en el proceso de producción. El Rbill del material es muy usado en otros mecanismos 3C para coser la cadena de abastecimiento del negocio. Para hallar el Rbill de un material primero se calcula la tasa de consumo individual por unidad de tiempo. Para este cálculo se usa la lista de materiales o BOM por sus siglas en inglés (Bill of Materials) de cada uno de los productos finales. Nótese que este es la tasa del output del departamento de manufactura y no el TOP del producto. También se habla del uso de una variable que es el ORCON, que determina la apropiada línea de orden de un producto.

$$\text{ORCON} = \text{BOMmp} \times \text{ORp}$$

La variable TOPCON (Top consumption) representa la cantidad total de materiales que pueden ser consumidos en un día cuando el TOP completo de un producto es vendido.

$$\text{TOPCON} = \text{TOP} \times \text{BOM}$$

3.4.4 **Tiempo entre compras (TBP):** Hay un TBP asociado a cada material o pieza.

3.4.5 Lead Time (LT): Tiempo de entrega de cada material. Existen varios conceptos importantes:

LEAD TIME = Espacio de tiempo requerido para efectuar un proceso de operación o el tiempo de entrega de una materia que va desde que el proveedor gestiona su producto para entregarlo como materia prima.

3.4.6 **Qmax** = Consumo máximo que puede ocurrir durante un intervalo de tiempo igual a TBP.

$$\text{Qmax} = \text{RBILL} \times \text{TBP}$$

3.4.7  $Q_0$  = Peor caso del inventario en unidades de material que el sistema podría tener.

$$Q_0 = RBILL \times ( TBP + LT )$$

#### **4. IMPLEMENTACIÓN DE 3C.**

El proceso seleccionado es la fabricación del juguete canino de la línea de los extruidos con stick 4.5/8 y 5/10, a continuación se presentan las características de estos productos.

##### **Características STICK 4.5 / 8:**

Este stick tiene 8 milímetros de diámetro y 4.5 pulgadas de largo.

Se puede encontrar en diferentes presentaciones y sabores como:

Pollo, carne, natural, rojo sin sabor.

Para elaborar un stick se necesitan:

- 5.1 gramos de harina de cañaza.
- 0.44 gramos de harina de trigo
- $0.055 \text{ cm}^3$  de aceite de oliva que pesados son 0.055 gramos.
- $0.36 \text{ cm}^3$  de agua con  $2.7 \times 10^{-6}$  gramos de CMC.

##### **Características STICK 5 / 10:**

Este stick tiene 10 milímetros de diámetro y 5 pulgadas de largo.

Se puede encontrar en diferentes presentaciones y sabores como:

Pollo, carne, natural, rojo sin sabor, menta, tocino, maní.

Para elaborar un stick se necesitan:

- 8.1 gramos de harina de canchaca.
- 0.69 gramos de harina de trigo
- 0.087 cm<sup>3</sup> de aceite de oliva que pesados son 0.087 gramos.
- 0.58 cm<sup>3</sup> de agua con  $4.4 \times 10^{-6}$  gramos de CMC.

#### **4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE COLEC INVESTMENT.**

COLEC es una empresa cuya producción la realiza con base a ordenes de pedido, sus productos tienen gran aceptación en los mercados externos y actualmente se encuentra en vías de crecimiento, las estadísticas internas de la empresa arrojan un crecimiento del 100% de la producción en los últimos 6 meses del año; por tal motivo la alta gerencia planteo nuevos objetivos encaminados todos a generar una alta satisfacción al cliente y tener listo los pedidos a tiempo, esto ocasiono disparos en las compras de materias primas sin la adecuada gestión de inventarios e incurrió en excesos de materias primas, en un principio buscaron no presentar problemas con faltantes de materias primas y el departamento de compra elevó sus ordenes de pedidos ocasionando pérdidas en el control de los inventarios, gastos excesivos y el desaprovechamiento de los recursos financieros.

Colec Investment presenta actualmente problemas de inventarios ocasionados por la falta de una sincronización adecuada entre los requerimientos de materias primas, la producción y el movimiento de la demanda en donde se hace necesaria una coordinación ideal en el manejo de los inventarios por tal motivo para resolverlo se ha recurrido a técnicas de colaboración y métodos de respuesta rápida de inventario como lo es el 3C (sistema Pull).

#### **4.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMA DE SOLUCIONARLO.**

Colec Investment presenta actualmente problemas de inventarios ocasionados por la falta de una sincronización adecuada entre los requerimientos de materias primas, la producción y el movimiento de la demanda en donde se hace necesaria una coordinación ideal en el manejo de los inventarios por tal motivo para resolverlo se ha recurrido a técnicas de colaboración y métodos de respuesta rápida de inventario como lo es el 3C (sistema Pull).

Se eligió este método debido a las características propias de la empresa (La forma de operar, las bondades de su producción, su nicho mercado, etc.).

3C (Capacidad, Comunalidad y Consumo), se identifica mucho con el proceso de fabricación de la empresa, es decir una de sus bases fundamentales como su



nombre lo indica la comunalidad es de lo mas representativo para una adecuada gestión de inventarios ya que los productos de Colec en su mayoría para su fabricación utilizan las mismas materias primas pero en diferentes cantidades y proporciones, característica muy importante que se encuentra presente en el sistema, además es el único de los métodos que entrelaza y tiene en cuenta la comunalidad de materias primas entre los productos terminados o bien final de una empresa.

#### 4.3. **IMPLEMENTACIÓN.**

4.3.1 **Fijación De La Capacidad.** COLEC INVESMENT cuenta con varios proveedores para cada uno de los materiales que se utilizan en el proceso, principalmente los que suministran la carnaza de bovino ya que esta es la materia prima principal de los productos extruidos que fabrica la empresa y además por que es muy difícil de conseguir varias toneladas de ella con un solo proveedor por la razón de que el retal es el desperdicio de las empresas proveedoras y estas tratan lo mas que pueden de minimizar desperdicios. Por todos estos motivos Colec tiene 16 proveedores de carnaza entre los que se encuentran los siguientes:

#### PROVEEDORES COLOMBIANOS.

- ROYAL
- PETCO
- TOYSCAN
- CUMACOL
- EXPOCAR
- LISCAN
- ITAGUI
- BUFALO
- PREMIUM

#### PROVEEDORES EXTRANJEROS.

- LA RIVERA ( Empresa Peruana)
- VITAPET (Empresa Brasileña)
- BS. PROTEINAS (Empresa Brasileña)
- COLBRAS (Empresa Brasileña)
- SV. COUROS (Empresa Brasileña)
- ANABE (Empresa Brasileña)
- BRASDOG (Empresa Brasileña)

PROVEEDORES CARBOXIMETILCELULOSA.

- INDUSTRIAS QUIMICA ANDINA
- CABARRIA CIA
- HOLANDA COLOMBIA

PROVEEDORES HARINA.

- RAFAEL DEL CASTILLO
- HARINERA INDUSTRIAL

PROVEEDORES ACEITE.

- LLOREDA
- DISTRIBUIDORA COLOMBIA
- ACEGRASAS

PROVEEDORES DE EMPAQUE.

- EXICARTON
- CARTON DE COLOMBIA
- EMPAQUES INDUSTRIALES
- ETIQUETAS
- FOTOLITÓGRAFOS
- IMPRESOS ACABADOS

4.3.1.1 **Capacidad De Proveedores De Carnaza.** Cada uno de los proveedores de Colec envían carnaza cada vez que tienen suficiente desperdicio acumulado.

las capacidades de los proveedores de carnaza es bastante variable y que no en todos los meses del año se tiene el desperdicio suficiente para justificar tal envío. Teniendo en cuenta los datos suministrados por la empresa se ha determinado que el proveedor con menor capacidad de retal es LA RIVERA ya que en el transcurso del año solo ha enviado 2616 kilogramos en el mes de marzo con esta cantidad de carnaza se pueden hacer 322962 sticks 5/10 ó 512941 sticks 4.5/8.

Para hallar la capacidad de los proveedores de los demás ingredientes que hacen parte de la mezcla de para elaborar los juguetes caninos se tomó el nivel de stock que manejan los diferentes proveedores para Colec, ya que ellos aseguran que llevan este nivel según los datos históricos de los pedidos que Colec hace periódicamente.

4.3.1.2. **Capacidad Proveedores De Harina.** Para hallar la capacidad en kilogramos se debe tener en cuenta que:

Por cada 164.56007 kilogramos de mezcla 12 kilogramos son de harina, esta cantidad de mezcla es la capacidad que tiene una mezcladora del área de mezclado.

Cabe resaltar que los proveedores de harina ofrecen un alto número en kilogramos de harina cubren fácil la necesidad de Colec en cuanto a este producto.

**4.3.1.3 Capacidad Proveedores De Aceites.** Para hallar la capacidad en kilogramos se debe tener en cuenta que:

Por cada 164.56007 kilogramos de mezcla 1.5 kilogramos son de CMC, esta cantidad de mezcla es la capacidad que tiene una mezcladora del área de mezclado. Cabe resaltar que los proveedores de aceite ofrecen un alto número en Galones de aceite, cubren fácil la necesidad de Colec en cuanto a este producto.

**4.3.1.4 Capacidad Proveedores De Carboximetilcelulosa.** Para hallar la capacidad en kilogramos se debe tener en cuenta que:

Por cada 164.56007 kilogramos de mezcla 0.075 gramos son de CMC, esta cantidad de mezcla es la capacidad que tiene una mezcladora del área de mezclado.

Cabe resaltar que los proveedores de harina como lo son Industrias química andina y Cabarria CIA ofrecen un alto numero en kilogramos de CMC, cubren fácil la necesidad de Colec en cuanto a este producto YA QUE Colec utiliza este producto en pequeñas cantidades.

#### **4.3.2. Capacidad De Compra.**

4.3.2.1. **Capacidad de compra de Carnaza.** Colec Investment es una compañía que cuenta con un capital bastante alto y que no tienen ninguna deuda con los bancos por tal razón su capacidad de compra no se ve limitada por el factor económico ya que puede comprar más que lo que sus proveedores de carnaza le envían semanalmente y además los clientes de esta empresa le pagan en dólares cosa que conviene en estos momentos por la devaluación del peso colombiano frente al dólar, sin embargo aunque Colec quiera comprar muchas toneladas de carnaza se ve limitada por el almacén de materia prima ya que este solo puede albergar 94233 toneladas, pero si hablamos en términos económicos Colec puede comprar semanalmente 300 toneladas ya que el costo de un kilo de carnaza cuesta \$ 800 colombianos. Entonces se puede decir que Colec puede comprar carnaza suficiente para producir 37.037.037sticks 5/10 ó 58.823.529 sticks 4.5/8.

4.3.2.2. **Capacidad de compra de Aceite.** La compra de aceite semanal que Colec hace a sus proveedores es de 2000 kilos y el costo de un kilo es de \$2.200 colombianos.

Teniendo en cuenta la cantidad de aceite que lleva un stick se puede decir que Colec tiene aceite suficiente para producir 22.988.506 sticks 5/10 y 36.363.636 sticks 4.5/8.

4.3.2.3. **Capacidad de compra de harina de trigo.** En el almacén de harina de trigo se trabaja con un stock de 2000 kilos y la compra de harina de trigo se hace cada vez que el inventario ha alcanzado ese nivel semanal que se hace a sus proveedores es de 2000 kilos y el costo de un kilo es de \$4200 colombianos.

Teniendo en cuenta la cantidad de harina de trigo que lleva un stick se puede decir que Colec tiene aceite suficiente para producir sticks 5/10 ó 9.090.909 sticks 4.5/8.

4.3.3. **Capacidad De Almacenamiento.** Para almacenar sus materias primas Colec cuenta con un almacén que tiene 192m<sup>2</sup>, también podríamos decir que tiene 768m<sup>3</sup> ya que se puede almacenar 4 metros hacia arriba, entonces por cada m<sup>3</sup> se puede almacenar 6 bultos de carnaza, es decir, en total se almacenan 4608

bultos cada uno de 20 kilogramos lo que en total serían 92160 kilos de carnaza de bovino. Esto quiere decir que se puede almacenar material suficiente para hacer 11.377.777 sticks 5/10 ó 18.070.588 sticks 4.5/8.

4.3.4 **Capacidad De Manufactura.** Para hallar la capacidad de manufactura de Colec primero se debe conocer la capacidad de cada una de las maquinas que hacen parte del proceso, y así descubrir cual es la operación cuello de botella ya que es esta quien marca el ritmo de la producción y por ende la capacidad máxima de producción, pero para nuestro caso hallaremos la el número de kilogramos procesados por semana en cada una de las operaciones.

4.3.4.1 **Capacidad área de molido.** Se Analizará el molido ya que es la primera operación del proceso. Para hacerlo se tomaron los tiempos de molido por saco de 25 kilogramos de retal durante un turno de 8 horas y se encontró que en promedio se muele un saco cada 15 minutos, en esta operación no es necesario incluir una clasificación de desempeño ni reservas ya que el molino trabaja independientemente por lo cual no es necesario que el operario se encuentre todo el tiempo a su lado.

El área de molido tiene dos turnos, el diurno que va desde la 7:00 a.m. hasta las 5:00 p.m. y el turno nocturno que va de 7:00 p.m. hasta las 5:00 a.m., además



esta área trabaja 5 días a la semana y cuenta con 3 molinos de los cuales 1 tiene el doble de capacidad de los otros dos; lo cual quiere decir:

Sacos molidos por día:

$(4 \text{ sacos/hora}) \times (16 \text{ horas/día}) = 64 \text{ sacos/día}$  por cada molino pequeño

$(4 \text{ sacos/hora}) \times (16 \text{ horas/día}) \times 2 = 128 \text{ sacos/día}$  por molino grande

Total sacos por día:

$(64 \text{ sacos/día}) \times 2 + (128 \text{ sacos/día}) = 256 \text{ sacos/día}$

Sacos por semana:

$(256 \text{ sacos/día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 1792 \text{ sacos/semana}$

Lo que equivale a un total de 44800 kilogramos/semana ya que cada saco molido tiene 25 kilogramos de carnaza. Entonces se puede decir que el número de stick por referencia que se pueden producir con esta cantidad de harina molida es de:

#### **Referencia 4.5/8.**

Cada stick de esta referencia tiene un peso de 6 gramos y los 5.1 gramos de su peso son de harina de carnaza, entonces si convertimos 44800 kilogramos a gramos se tiene que en una semana se producen 44.800.000 gramos, y si se divide esta cantidad entre los 5.1 gramos de harina que necesita cada stick se

tiene que el área de molido es capaz de procesar harina para producir 8.784.313 sticks de esta referencia.

#### **Referencia 5/10.**

Cada stick de esta referencia tiene un peso de 9.5 gramos de los cuales 8.1 gramos son de harina de carnaza, entonces si se divide 44.800.000 de gramos entre los 8.1 grs. se tiene que el área de molido es capaz de procesar la suficiente harina para producir 5.530.864 stick de esta referencia.

**4.3.4.2 Capacidad área de mezclado.** El área de mezclado cuenta con 2 mezcladoras, una pequeña que tiene una capacidad de:

- 3.5 sacos de harina de carnaza que equivalen a 70 kilogramos.
- 6 kilogramos de harina de trigo.
- 0.75 litros de aceite de oliva que equivalen a 0.75 kilogramos.
- 0.0375 gramos de CMC disuelto en 5 litros de agua que equivalen a 5 kilogramos.

En total tiene una capacidad de 81.7500375 kilogramos que convertidos a gramos son 81750.0375 gramos.

La capacidad de la mezcladora grande es de:

- 7 sacos de harina de carnaza que equivalen a 140 kilogramos
- 12 kilogramos de harina de trigo
- 1 litro y medio de aceite de oliva que equivalen a 1.5 kilogramos.
- 0.076 gramos de CMC disuelto en 10 litros de agua que equivalen a 10 kilogramos.

En total tiene una capacidad de 163.500076 kilogramos que convertidos a gramos son 163500.076 gramos. Con esta cantidad de mezcla se producen 17210 stick 5/10 y 27250 sticks 4.5/8. Entonces se puede decir que un stick está hecho con:

#### **Referencia 5/10.**

De los 163500.076 gramos 140000 gramos son de harina de carnaza que divididos entre 17210 que son el número de stick que salen con la cantidad de mezcla que hace la mezcladora grande y si hacemos lo mismo para cada uno de los ingredientes se obtiene que para hacer un stick 5/10 se necesitan:

- 8.1 gramos de harina de carnaza.
- 0.69 gramos de harina de trigo
- 0.087 cm<sup>3</sup> de aceite de oliva que pesados son 0.087 gramos.
- 0.58 cm<sup>3</sup> de agua con 4.4x10<sup>-6</sup> gramos de CMC.

#### **Referencia 4.5/8.**

Para esta referencia se hace lo mismo que para la anterior y se obtiene que un stick se hace con:

- 5.1 gramos de harina de carnaza.
- 0.44 gramos de harina de trigo
- 0.055 cm<sup>3</sup> de aceite de oliva que pesados son 0.055 gramos.
- 0.36 cm<sup>3</sup> de agua con  $2.7 \times 10^{-6}$  gramos de CMC.

El área de mezclado trabaja a la par que el área de extruido lo cual quiere decir que tiene dos jornadas laborales que equivalen a 19 horas y media por día.

Para analizar el área de mezclado se tomaron los tiempos que van desde el alistamiento de la maquina hasta que esta descarga la mezcla terminada en un recipiente metálico. En los datos que se tomaron se observa que ambas mezcladoras demoran tiempos iguales para mezclar los ingredientes, por lo tanto se tiene que a cada mezcladora le lleva un promedio de 9 minutos hacer una mezcla, pero para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 9 \text{ minutos} \times 1$$

$$TN = 9 \text{ minutos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 9 \text{ minutos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 11,25 \text{ minutos}$$

Esto significa que en una hora se hacen 5.3 mezclas que se pueden aproximar por defecto a 5 mezclas por hora

Mezclas por maquina día:

$$(5 \text{ mezcla/hora}) \times (19.5 \text{ horas/maquina}) = 97 \text{ mezclas/maquina}$$

Kilogramos por día:

Para la mezcladora con capacidad de 81.7500375 kilogramos

$$(97 \text{ mezclas/día}) \times (81.750037 \text{ Kg./mezcla}) = 7.970,62 \text{ Kg./día}$$

Para la mezcladora con capacidad de 163.500076 kilogramos

$$(97 \text{ mezclas/día}) \times (163.500076 \text{ Kg./mezcla}) = 15.859,507 \text{ Kg./día}$$

Kilogramos por semana:

$$((15.859,507 \text{ Kg./día}) + (7.970,62 \text{ Kg./día})) \times (7 \text{ días/semana}) =$$

$$166.810,89 \text{ Kg./semana}$$

Que convertidos a gramos son 166.810.891,604 gramos/semana

Lo que quiere decir que se mezcla la cantidad de material suficiente para producir:

**Referencia 4.5/8.**

Si se divide 166.810.891,604 gramos entre 6 gramos que pesa cada stick se tiene que con esta cantidad de mezcla se producen 27.801.815 sticks semanales.

**Referencia 5/10.**

Si se divide 166.810.891,604 gramos entre 9.5 gramos que pesa cada stick se tiene que con esta cantidad de mezcla se producen 17.559.041 sticks semanales.

4.3.4.3 **Capacidad área de extruido.** Para hallar la capacidad de extruido se tomaron 30 datos de los tiempos en que se demora el llenado de una bandeja de cada una de las referencias en estudio y los resultados obtenidos fueron:

### **Referencia 5/10.**

Una bandeja se llena en promedio en 11 minutos con 30 segundos, pero para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 11.5 \text{ minutos} \times 1$$

$$TN = 11.5 \text{ minutos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 11.5 \text{ minutos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 14,3 \text{ minutos}$$

$$TS = 14 \text{ minutos}$$

Esto significa que en una hora se llenan 4.3 bandejas que se pueden aproximar por defecto a 4 mezclas por hora y como en esta área se trabaja dos turnos de 7:00 a.m. a 5:00 p.m. y de 7:30 p.m. a 5:00 a.m. se tiene que:

Bandejas por maquina día:

$$(4 \text{ bandejas/hora}) \times (19.5 \text{ horas/día}) = 78 \text{ bandejas/día}$$

Total bandejas por día:

$$(4 \text{ bandejas/hora}) \times (19.5 \text{ horas/día}) \times 4 = 312 \text{ bandejas/día}$$

Cada bandeja de 510 tiene 240 tiras y se corta cada una con una longitud de 5 pulgadas lo que equivale a 8 cortes por tira lo cual da como resultado 1920 sticks que tienen como peso cada uno 9.5 gramos, entonces se tiene que:

Kilogramos por día:

$$(1920 \text{ sticks/bandeja}) \times (312 \text{ bandejas/día}) \times (9.5 \text{ gr./Stick}) \times (1\text{kg./}1000\text{gr.}) = 5.690,88 \text{ Kg./día.}$$

Kilogramos por semana:

$$(5.690,88 \text{ Kg./día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 39.836,16 \text{ Kg./semana}$$

Que convertidos a gramos son 39.836.160 gr./semana

Lo que quiere decir que si se divide esta cantidad entre lo 9.5 gramos que pesa cada stick el área de extruido es capaz de producir 4.193.280 sticks.

#### **Referencia 4.5 / 8.**

Analizando los datos que se recogieron se encontró que una bandeja de esta referencia en promedio se llena en 9 minutos, pero para que el tiempo de este



operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 9 \text{ minutos} \times 1$$

$$TN = 9 \text{ minutos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 9 \text{ minutos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 11,25 \text{ minutos}$$

$$TS = 11 \text{ minutos}$$

Lo que quiere decir que en una hora se llenan aproximadamente 5 bandejas y media por lo cual se tiene que:

Bandejas por maquina día:

$$(5.5 \text{ bandejas/hora}) \times (19.5 \text{ horas/día}) = 107,25 \text{ bandejas/día}$$

Total bandejas por día:

$$(5.5 \text{ bandejas/hora}) \times (19.5 \text{ horas/día}) \times 4 = 429 \text{ bandejas/días}$$

Cada bandeja de 4.5/8 tiene 240 tiras y se corta cada una con una longitud de 4.5 pulgadas lo que equivale a 9 cortes por tira lo cual da como resultado 2160 sticks que tienen como peso cada uno 6 gramos, entonces se tiene que:

Kilogramos por día:

$$(2160 \text{ sticks/bandeja}) \times (429 \text{ bandejas/día}) \times (6 \text{ gr./Stick}) \times (1\text{kg./}1000\text{gr.}) = 5559,84.2 \text{ Kg./día}$$

Kilogramos por semana:

$$(5559,84 \text{ Kg./día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 38.918,88 \text{ Kg./ semana}$$

Que convertidos a gramos son 38.918.880 gr. /semana

Lo que quiere decir que si se divide esta cantidad entre los 6 gramos que pesa cada stick el área de extruido es capaz de producir 6.486.480 sticks.

**4.3.4.3 Capacidad del área de corte.** Para hallar la capacidad de corte se tomaron 30 datos de los tiempos en que se demora el corte de una bandeja de cada una de las referencias en estudio y los resultados obtenidos fueron:

#### **Referencia 5/10.**

Para esta referencia se encontró que una bandeja es cortada en un tiempo promedio de 4 minutos, pero para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del

desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 4 \text{ minutos} \times 1$$

$$TN = 4 \text{ minutos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 4 \text{ minutos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 5 \text{ minutos}$$

Lo cual quiere decir que en una hora se cortan aproximadamente 12 bandejas por lo tanto se puede decir que:

Bandejas por maquina día:

$$(12 \text{ bandejas/hora}) \times (18 \text{ horas/maquina}) = 216 \text{ bandejas/maquina}$$

Total bandejas por día:

$$(12 \text{ bandejas/hora}) \times (18 \text{ horas/día}) \times 5 = 1080 \text{ bandejas/día}$$

Kilogramos por día:

Como se mencionó anteriormente cada bandeja tiene 240 tiras las cuales se cortan 8 veces por lo tanto se tienen 1920 sticks/bandeja.

Entonces:

$$(1920 \text{ sticks/bandeja}) \times (1080 \text{ bandejas/día}) \times (9.5 \text{ gr./Stick}) \times (1\text{kg./}1000\text{gr.}) = 19.699,2 \text{ Kg./día.}$$

Kilogramos por semana:

$$(19.699,2 \text{ Kg./día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 137.894.4 \text{ Kg./semana}$$

Que convertidos a gramos son 137.984.400 gr. /semana

Lo que quiere decir que si se divide esta cantidad entre los 9.5 gramos que pesa cada stick el área de corte es capaz de producir 14.515.200 sticks.

#### **Referencia 4.5 / 8.**

Analizando los datos que se recogieron se encontró que una bandeja de esta referencia en promedio se corta en 5 minutos, pero para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 5 \text{ minutos} \times 1$$

$$TN = 5 \text{ minutos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 5 \text{ minutos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 6.25 \text{ minutos}$$

$$TS = 6 \text{ minutos}$$

Lo que quiere decir que en una hora se cortan aproximadamente 10 bandejas por lo cual se tiene que:

Bandejas por maquina día:

$$(10 \text{ bandejas/hora}) \times (18 \text{ horas/maquina}) = 180 \text{ bandejas/maquina}$$

Total bandejas por día:

$$(10 \text{ bandejas/hora}) \times (18 \text{ horas/día}) \times 5 = 900 \text{ bandejas/días}$$

Cada bandeja de 4.5/8 tiene 240 tiras y se corta cada una con una longitud de 4.5 pulgadas lo que equivale a 9 cortes por tira lo cual da como resultado 2160 sticks que tienen como peso cada uno 6 gramos, entonces se tiene que:

Kilogramos por día:

$$(2160 \text{ sticks/bandeja}) \times (900 \text{ bandejas/día}) \times (6 \text{ gr./Stick}) \times (1\text{kg./}1000\text{gr.}) = 11.664 \text{ Kg./día}$$

Kilogramos por semana:

$(11.664 \text{ Kg. /día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 81.648 \text{ Kg./ semana}$

Que convertidos a gramos son 81.648.000 gr./semana

Lo que quiere decir que si se divide esta cantidad entre los 6 gramos que pesa cada stick el área de corte es capaz de producir 13.608.000 sticks.

4.3.4.5 **Capacidad de secado.** Para secar los productos extruidos Colec cuenta con 2 túneles donde son colocados los productos en canastas, estos van en un carro donde caben 40 canastas. La empresa no tiene ningún registro del tiempo que permanecen los carros que entran y salen de los túneles diariamente ya que el tiempo de secado depende de la posición del carro dentro del túnel, ya que aquellos que se encuentran más cerca del soplador de aire caliente se secan en un tiempo mínimo. Para poder obtener los datos de el numero de carros que entran y salen se propuso un formato. (ver anexo 23).

Según los datos suministrados por los formatos en una semana se secan en promedio 71 carros por lo se puede decir que:

**Referencia 4.5/8.**

En una canasta caben 2 bandejas y media es decir 3240 sticks ya que una bandeja tiene 2160 sticks de esta referencia.

Sticks secos por semana

$$(71\text{carro/sem}) \times (40\text{canasta/carro}) \times (3240\text{stick/canasta}) = 9.660.000 \text{ stick/sem}$$

#### **Referencia 5/10.**

En una canasta caben 2 bandejas y media es decir 2880 sticks ya que una bandeja tiene 1920 sticks de esta referencia.

Sticks secos por semana

$$(71\text{carro/sem}) \times (40\text{canasta/carro}) \times (2880\text{stick/canasta}) = 8.179.200\text{sticks/sem.}$$

4.3.4.6 **Capacidad de Empaque.** El área de empaque trabaja 18 horas diarias y cuenta con 3 mesas con 11 operarias. Las operarias son distribuidas dependiendo de la referencia que se este empacando.

#### **Referencia 4.5/8.**

Con los datos para esta referencia se encontró que una bandeja es empacada en un promedio de 90 minutos pero para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 90 \text{ minutos} \times 1$$

$$TN = 90 \text{ minutos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 90 \text{ minutos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 112,5 \text{ minutos}$$

$$TS = 112 \text{ minutos}$$

Lo que quiere decir que en un día se empacan aproximadamente 9 bandejas por operaria. Entonces se tiene que:

Bandejas empacadas por día

$$(9 \text{ bandejas/día}) \times 3 \times 11 = 297 \text{ bandejas/día}$$

Bandejas empacadas por semana

$$(297 \text{ bandejas/día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 2.079 \text{ bandejas/semana}$$

Cada bandeja tiene 2160 sticks lo que quiere decir que en una semana se empacan 4.490.604 sticks.



### **Referencia 5/10.**

Con los datos para esta referencia se encontró que una bandeja es empacada en un promedio de 60 minutos, pero para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 60 \text{ minutos} \times 1$$

$$TN = 60 \text{ minutos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 60 \text{ minutos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 75 \text{ minutos}$$

Quiere decir que en un día se empacan aproximadamente 14 bandejas por operaria. Entonces se tiene que:

Bandejas empacadas por día

$$(14 \text{ bandejas/día}) \times 3 \times 11 = 462 \text{ bandejas/día}$$

Bandejas empacadas por semana

$$(462 \text{ bandejas/día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 3.234 \text{ bandejas/semana}$$

Cada bandeja tiene 1920 sticks lo que quiere decir que en una semana se empacan 6.209.280 sticks.

4.3.4.7 **Capacidad de sellado.** El sellado de las bolsas se realiza en el área de empaque y cuenta con 3 selladoras manuales, esta operación se realiza en dos turnos diarios que comienzan el diurno las 7:00 a.m. y termina a las 5:00 p.m. y el nocturno de 7:30 p.m. hasta las 5:00 a.m. en ambos turnos tienen una hora de descanso.

Para conocer su capacidad se tomaron los tiempos de sellado de una bolsa de cada referencia y en los resultados se observa que en una bolsa es sellada en un promedio de 6 segundos, pero para que el tiempo de este operador pueda ser utilizado por todos los trabajadores, es necesario incluir una clasificación del desempeño para normalizar el trabajo. En este caso no se observó que el operador trabajara mas rápido o mas lento de lo normal por lo cual la clasificación de desempeño es igual a 1.

Tiempo Normal = Tiempo de desempeño observado por unidad x Clasificación de desempeño

$$TN = 6 \text{ segundos} \times 1$$

$$TN = 6 \text{ segundos}$$

$$TS = TN / 1 - \text{Reservas}$$

$$TS = 6 \text{ segundos} / (1 - 0,2)$$

$$TS = 7,5 \text{ segundos}$$

$$TS = 7$$

Lo que quiere decir que en una hora se sellan aproximadamente 480 bolsas por maquina, entonces se tiene que:

### **Sellado para 5/10.**

Bolsas selladas por día:

$$(480 \text{ bolsas/hora}) \times (17.5 \text{ horas/día}) \times 3 = 25.200 \text{ bolsas/día}$$

Bolsas selladas por semana:

$$(25.200 \text{ bolsas/día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 176.400 \text{ bolsas/semana}$$

Esta área sella 176.400 bolsas en una semana y como esta referencia se vende en bolsas de 20 unidades Colec en una semana tiene listas para enviar a sus clientes 3.528.000 sticks.

### **Sellado para 4.5/8.**

Bolsas selladas por día:

$$(480 \text{ bolsas/hora}) \times (17.5 \text{ horas/día}) \times 3 = 25.200 \text{ bolsas/día}$$

Bolsas selladas por semana:

$(25.200 \text{ bolsas/día}) \times (7 \text{ días/semana}) = 176.400 \text{ bolsas/semana}$

Como ya se dijo anteriormente esta área puede sellar en una semana 176.400 bolsas y como esta referencia se vende en bolsas de 25 unidades Colec en una semana tiene listas para enviar a sus clientes 4.410.000 sticks.

#### 4.3.5. Resumen Capacidad De Manufactura.

Cuadro 2. Capacidad de Manufactura.

Actividad Manufactura	Referencia 4.5/8	Referencia 5./10
Molino	8.784.313	5.530.864
Mezclado	27.801.815	17.559.041
Extruido	6.486480	4.193.280
Corte	13.608.000	14.515.200
Secado	9.660.000	8.179.200
Empaque	6.209.280	4.490.604
Sellado	4.410.000	3.528.000
Capac. Manufactura	4.410.000	3.528.000

Al observar la tabla con cada una de las capacidades de los diferentes procesos que realiza el área de manufactura, se puede ver con claridad que el MSR o el máximo de productos terminados que se pueden tener en una semana son los que las selladoras son capaces de procesar. Estos resultados hacen saber que la operación cuello de botella es el sellado.

4.3.6. **Capacidad De Venta.** Como ya se mencionó Colec tiene producción sobre pedido por lo tanto todo lo que se produce se vende y todo lo que se distribuye semanalmente son las ventas semanales. Entonces según los datos históricos la ventas de Colec semanalmente son las siguiente:

Cuadro 3. Ventas de referencia 4.5/8

2.002	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
semana 1	2.580.220,00	2.568.325,00	5.235.841,00	5.880.632,00
semana 2	3.198.900,00	4.832.647,00	4.502.360,00	7.800.436,00
semana 3	4.770.369,00	2.356.998,00	5.100.200,00	5.990.481,00
semana 4	2.987.423,00	4.584.899,00	6.402.030,00	6.568.925,00
Total	13.536.912,00	14.342.869,00	21.240.431,00	26.240.474,00
Promedio	3.384.228,00	3.585.717,00	5.310.108,00	6.560.119,00

Donde se puede calcular un promedio total de 4.710.043 unidades.

Cuadro 4. Ventas de la referencia 5/10 del 2002 en COLEC.

2.002	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
semana 1	2.990.200,00	3.952.363,00	5.236.980,00	5.550.200,00
semana 2	3.972.582,00	7.269.841,00	7.102.369,00	6.233.058,00
semana 3	4.559.926,00	7.452.369,00	8.502.369,00	5.503.699,00
semana 4	5.695.374,00	6.952.357,00	6.190.400,00	6.236.500,00
Total	17.218.082,00	25.626.930,00	27.032.118,00	23.523.457,00
Promedio				

Donde se puede calcular un promedio total de 5.837.536,69 Unidades.

4.3.7. **Capacidad de distribución.** Para la distribución de sus productos COLEC INVESTMENT utiliza contenedores de 20` y de 40` cuyas capacidades son de 22.090 Kg. y 26.032 Kg. respectivamente. Los contenedores son cargados con los diferentes productos que la empresa exporta como los extruidos, las galletas y además los huesos de carnaza de bovino que aunque Colec no los produce hacen parte de los juguetes caninos que la familia de empresas a la que pertenece Colec ofrece al mercado internacional.

Los productos son colocados dentro de cajas de cartón que van paletizadas o en embalaje, esto depende de la especificación de cada cliente y la cantidad de producto que se carga en el contenedor también depende del cliente y en algunos

países de la normas que estos tienen, ya que algunos controlan el peso de los container para prevenir daños en sus carreteras.

A continuación se presentan los datos históricos semanales de las cantidades en kilogramos que Colec ha despachado en estos últimos meses del año. (ver cuadro numero 5)

Cuadro 5. Kilogramos enviados por semana.

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
semana 1	42.453,29	48.113,27	81.162,37	89.167,20
semana 2	54.225,04	89.529,19	85.386,63	111.502,49
semana 3	72.678,06	67.105,70	99.466,11	89.931,76
semana 4	62.552,76	85.270,68	97.961,69	99.823,79
Total	231.909,16	290.018,84	363.976,80	390.425,25
Promedio	79.770,63			

Este resultado dice que Colec tiene una capacidad aproximada de enviar 79.770,63 kilogramos semanales, por lo que se puede decir que se pueden enviar 8.396.908 sticks de la referencia 5/10 y 13.295.105 sticks de 4.5/8

#### 4.3.8. Resultados De Capacidad

Cuadro 6. Resultados de Capacidad

Cadena de Abastecimiento	Referencia 4.5/8	Referencia 5./10
Proveedor	20.125.325	20.125.325
compra	22.988.506	36.363.636
Almacén	18.070.588	11.377.777
Manufactura	5.670.000	4.536.000
Distribución	13.295.105	8.396.908
Venta	4.710.042,88	5.837.536,69
Capacidad del proceso	5.670.000	4.536.000

#### 4.4 FORMULACION DEL 3C

4.4.1 **Lista De Materiales (BOM)**. Se debe contar con las cantidades exactas de las materias primas de cada producto, para ello se utilizara el BOM la lista de materiales de cada producto terminado, a continuación se muestran las tablas de la lista de materiales de las referencias 4.5/8 y 5/10:

Cuadro 7. Lista de Materiales (BOM) de Ref. 4.5/8

BOM		
4.5/8		
Cant.		Referencia
5,1	Gr	Harina de Carnaza
0,44	Gr	Harina de Trigo
0,055	Cm3 o Gr	Aceite de oliva
0,0000027	Gr	CMC



Cuadro 8. Lista de Materiales (BOM) de Ref. 5/10

BOM		
5./10		
Cant.		Referencia
8,10	Gr	Harina de Carnaza
0,69	Gr	Harina de Trigo
0,09	Cm3 o Gr	Aceite de oliva
0,0000044	Gr	CMC

Con base en las anteriores listas de materiales se procede a realizar el principio de Comunalidad teniendo en cuenta el nivel de servicio con el que cuenta COLEC INVESTMENT en el año 2002 y la capacidad de la empresa que esta expresada en semanas que fue calculada en el item 4.3.

La tasa de servicio representa el cumplimiento durante un periodo a los clientes en cuanto a las ordenes de pedido, la tasa de servicio para colec es del 80% (ver anexos), Se procede a calcular el TOP este es un valor calculado con la decisión de cuanto fabricar y la definición del nivel de servicio.

**4.4.2. Halados (PULL).** El orden o prioridad de la referencia del producto terminado es muy importante en la aplicación de la teoría 3c debido a que de allí se elegirá por orden de prioridad la referencia de mayor importancia. Esta calificación es de acuerdo a las políticas de negociación de la empresa.

Cuadro 9. Halados (pull)

ORDEN	REF.	TOP
2	4.5/8	4536000
1	5./10	3628800

En este caso hemos elegido a la referencia 5/10 del extruido natural como la orden prioritaria para la elaboración del mismo, ya que la demanda de esta referencia es mayor, en comparación con la 4.5/8

**4.4.3. TOP (Table of Pulls).** Cada producto terminado o bien final en un ambiente 3C puede estar asociado con un valor llamado TOP, el TOP es un valor calculado con la decisión de cuanto fabricar y la definición del nivel de servicio.

El TOP se calcula para determinar el nivel del servicio deseado.

$$TOP = MSR \times Nivel \ de \ Servicio$$

Cuadro 10. Calculo del TOP

REF.	TASA DE SERV,	CAPACIDAD	TOP
4.5/8	0,8	5670000	4536000
5./10	0,8	4536000	3628800

Como podemos analizar el TOP es mucho menor a la capacidad ya que en el se refleja el peso del nivel de servicio que para este caso, (empresa COLEC Investment equivale a un 80%).

Como resumen mostramos la siguiente tabla donde detallamos por referencia la tasa de servicio, el orden de prioridad (halados) la capacidad de la empresa (flujo de operación) y el TOP que representa el verdadero valor que se puede fabricar.

Cuadro 11. Capacidad de producción

REF.	TASA DE SERV,	TOP	ORDEN	CAPACIDAD
4.5/8	80%	4536000	2	5670000
5./10	80%	3628800	1	4536000

Estos valores sirven como parámetros para el calculo de requerimiento de las materias primas para una orden de producción u orden de pedido X. Dicha tasas de consumo son utilizadas para ordenar los componentes de acuerdo a su consumo de mayor a menor a través de una variable llamada ORCON (output rate consumption).

4.4.4 **Orcon (Output Rate Consumption).** El ORCON ayuda a ordenar las materias primas de mayor a menor de acuerdo a los acuerdo a los consumos.

La siguiente tabla muestra en forma general las cantidades o los requerimientos de materia prima que se necesitan para la elaboración de ciertos productos terminados, teniendo muy presente el valor de la capacidad de operación de la cadena .

A continuación hallaremos el calculo del ORCON. (Ver cuadro 12)



Cuadro 12. Calculo del topcon

Materias Primas	BOMmp	TOP	Unidades PT x sem	TOPCON	Partes por Semana
Harina de Carnaza	5,1 Gr de 4.5/8	4.536.00	4.5/8 por Sem.	23.133.600,0	Gr de 4.5/8 por Sem.
	8,1 Gr de 5./10	3.628.800	5./10 por Sem.	29.393.280,0	Gr de 5./10 por Sem.
Harina de Trigo	0,44 Gr de 4.5/8	4.536.00	4.5/8 por Sem.	1.995.840,0	Gr de 4.5/8 por Sem.
	0,69 Gr de 5./10	3.628.800	5./10 por Sem.	2.503.872,0	Gr de 5./10 por Sem.
Aceite de oliva	0,055 Gr de 4.5/8	4.536.00	4.5/8 por Sem.	249.480,0	Gr de 4.5/8 por Sem.
	0,087 Gr de 5./10	3.628.800	5./10 por Sem.	315.705,6	Gr de 5./10 por Sem.
CMC	0,000 Gr de 4.5/8	4.536.00	4.5/8 por Sem.	12,2	Gr de 4.5/8 por Sem.
	0027 Gr de 5./10	3.628.800	5./10 por Sem.	16,0	Gr de 5./10 por Sem.

Como el nombre lo indica este valor refleja las cantidades exactas que se necesitaran para fabricar o elaborar los bienes terminados o productos en proceso que originaran productos terminado. para este caso se tiene un valor exacto de cuanto comprar, ese valor lo obtenemos mediante el R-BILL.

En 3C tiene sentido hablar de comunalidad solo cuando se tienen dos o más productos para vender, Colec cuenta con esta gran ventaja ya que todos sus productos “extruidos en especial” utilizan las mismas materias primas, por tal motivo este principio será muy provechoso para la empresa.

Para medir la comunalidad el 3C propone una nueva variable denominada RBILL (Rate of Bills). Este variable representa el máximo consumo teórico en un día que una materia prima en particular puede experimentar dados los demás parámetros del modelo.

El RBILL mueve la función de planeación desde el producto final hacia los componentes de dichos productos, por ello el RBILL es único para cada componente y así permite llevar la función de planeación al nivel deseado hacia atrás. El proceso de Colec se inicia con el cliente este genera un pedido para una fecha estipulada, el R-bill ayudara a determinar las cantidades necesarias para cada componente o materia prima que utilice dicha orden de pedido. Para un ejemplo de ello se eligió una orden de pedido cuyas cantidades se reflejan en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Orden de producción

Referencia	Cantidades
4.5/8	2835000
5./10	2268000

Esta orden de producción refleja que en el transcurso de una semana se deben elaborar 2.835.000 unidades del juguete canino de la familia de los Extruidos stick 4.5/8 y 2.265.000 unidades del juguete canino de la familia de los Extruidos stick 5/10.

4.4.5. **Calculos del r-bill (rate of bills).** De estos valores y la lista de materiales (BOM) parte la organización para obtener las cantidades exactas de cada componente o materia prima mediante el R-BILL; la siguiente tabla muestra los resultado obtenido para la orden de producción anterior:



Cuadro 14. Calculo del r-bill

Materias Primas	BOMmp		TOP	R-BILL	R-BILL TOTAL
Harina de Carnaza	5,1	Gr de 4.5/8	4.536.000	23.133.600,0	52.526.880,0
	8,1	Gr de 5./10	3.628.800	29.393.280,0	
Harina de Trigo	0,44	Gr de 4.5/8	4.536.000	1.995.840,0	4.499.712,0
	0,69	Gr de 5./10	3.628.800	2.503.872,0	
Aceite de oliva	0,055	Gr de 4.5/8	4.536.000	249.480,0	565.185,6
	0,087	Gr de 5./10	3.628.800	315.705,6	
CMC	0,0000027	Gr de 4.5/8	4.536.000	12,2	28,2
	0,0000044	Gr de 5./10	3.628.800	16,0	



Este valor establece que para fabricar la orden de producción se necesitan tantas cantidades como el r-bill reporte sin importar cuanto necesita cada uno aunque ese valor también se ha obtenido y se puede observar en la columna de r-bill, al igual que los totales en la columna R-bill total.

Luego se procede a determinar el  $Q_0$  y  $Q_{max}$ , con que debe contar Colec para las próximas ordenes de pedido.

**4.4.6. Consumo.** El consumo se realiza a través de una política de inventario derivada del modelo de revisión periódica en la cual se fija el período de revisión y la cantidad a ordenar dependerá del consumo que se va teniendo, sin sobrepasar dos valores.

El  $Q_0$  que representa el peor caso de inventario o el mayor caso de ventas, que no es otra cosa que la cantidad necesaria para cubrir el período de revisión (denominado Tiempo entre compras o TBP por sus siglas en inglés, Time Between Purchases) más el período de entrega

$$Q_0 = RBILL * (TBP + LT)$$

El segundo valor es el Qmáx o la cantidad máxima posible de consumo entre períodos de revisión.

$$Q_{\text{máx}} = \text{RBILL} * \text{TBP}$$

Estos valores se calculan para cada uno de las materias primas que hacen parte del bien terminado que para este caso son los extruidos referencias 4.5/8 y 5/10.

Cuadro 15. Tamaño del inventario

Materias Primas	DIAS				
	R-BILL	TBP	LT	Qmax	Qo
Harina de Carnaza	8.754.480,0	1	7	8.754.480,0	70.035.840,0
Harina de Trigo	749.952,0	15	2	11.249.280,0	12.749.184,0
Aceite de Oliva	94.197,6	30	2	2.825.928,0	3.014.323,2
CMC	4,7	30	2	141,1	150,5