



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“GESTIÓN DE INVENTARIOS  
EN UNA EMPRESA DE SALUD”**

**TESINA QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A:**

**EDGAR ROBERTO GARIBAY XOLALPA**

**DIRECTOR:**

**M.I. SUSANA CASY TÉLLEZ BALLESTEROS**



**MÉXICO, D.F.**

**OCTUBRE 2015**

## Tabla de contenido

Dedicatorias.....	3
Protocolo.....	5
Antecedentes.....	5
Objetivo.....	6
Metodología.....	6
Descripción del contenido.....	7
Capítulo 1 Empresa de salud .....	8
1.1    Empresas del sector salud en hospitales .....	8
1.2    Laboratorios clínicos que existen en el sector salud.....	12
1.3    Proceso de servicio de pruebas de laboratorio.....	13
1.4    Insumos de inventario para ofrecer el servicio de pruebas clínicas de laboratorio. ....	17
Capítulo 2 Gestión de inventarios .....	20
2.1    Introducción.....	20
2.2    Definición de inventarios .....	21
2.3    Sistemas de inventarios .....	21
2.4    Metodología para gestión de inventarios (artículo) .....	26
2.5    Clasificación ABC.....	30
2.6    Clasificación FSN .....	31
2.7    Modelo (Q, R), políticas para el punto de reorden .....	33
Capítulo 3 Gestión de inventarios de insumos de salud.....	35
3.1    Descripción de una unidad médica .....	35
3.2    Clasificación ABC.....	35
3.3    Clasificación FSN .....	39
3.4    Clasificación mixta.....	41
3.5    Estrategia para la gestión de inventarios.....	50
3.6    Determinación del punto de reorden para un artículo AA .....	51
Conclusiones.....	53
Glosario.....	55
Bibliografía.....	56

## **Dedicatorias**

Esta tesina la realice con mucho amor y cariño para todos ustedes se las dedico con mucho gusto.

### **A DIOS**

Doy gracias de que me permitiste llegar a esta etapa de mi vida de darme salud y poderla concluir, porque sin ti nada soy.

### **A MIS PADRES**

Roberto Garibay Ayala y Graciela Xolalpa Ríos porque sin su apoyo no hubiera podido estudiar ingeniería industrial, muchas gracias por estar siempre a mi lado en los momentos buenos y no tan buenos, ustedes son mi inspiración para realizar este trabajo, gracias porque siempre me han amado desde antes de nacer, no podría haber tenido mejores padres.

### **A MI ESPOSA**

Olga Montejo Velasco tú te has convertido en la persona más importante en mi vida, eres mi complemento mi media naranja y te la dedico con todo mi corazón.

### **A MIS HERMANOS**

Pedro Saúl y Alicia Rubí gracias por estar siempre a mi lado, ayudándome, dándome buenos consejos, saben que los quiero muchísimo.

### **A MIS ABUELITOS**

Pedro Xolalpa (Q.E.P.D.) y Alicia Ríos (Q.E.P.D) que ya no están aquí siempre los llevaré en el corazón, solo se adelantaron pero son mis ángeles que me cuidan donde estén.

Agustín Garibay y María Luisa Ayala porque desde que era pequeño siempre me han visto no como su nieto, sino como un hijo, los quiero mucho.

## **A MIS FAMILIARES**

Son muchos pero quiero decirles que este trabajo lo hice con mucho esmero y dedicación pues ha sido el trabajo de muchos años de desvelos, de sacrificios pero aquí están los resultados muchas gracias familia GARIBAY y XOLALPA es un orgullo ser de estas familias.

## **A MIS PRIMOS**

Karen, Mario, Luis, Jezrael, Francisco, Frida, Salvador y Manuel porque desde que éramos niños y jugábamos me hicieron que tuviera el gusto por la ingeniería, los quiero muchísimo, aparte de ser mis primos son mis grandes amigos que sin ustedes la vida no sería igual.

## **A MIS PROFESORES**

M.I. Susana Casy Téllez Ballesteros, muchas gracias por la confianza que depositó en mi para realizar este trabajo, por el apoyo que siempre me brindó a lo largo de la carrera.

A todos los profesores que tuve a lo largo de mi vida estudiantil muchas gracias por sus consejos que hicieron de mi un gran profesionista y ser humano.

## **A MIS AMIGOS**

Iván Xolalpa, Andrés Galicia, Oscar Pantaleón, Iván Flores y Alfredo Martínez porque siempre han sido buenos amigos en los momentos buenos y malos siempre disfruto de su compañía.

## **A MI ALMA MATER**

La Facultad de Ingeniería que soy lo que soy por haber estado en sus aulas, que siempre que voy a un lado llevo bien presente donde estudié, tratando de poner en alto el nombre de la universidad.

“El trabajo arduo y constante es la base del éxito, lo que no te mata te fortalece”.

# Protocolo

## *Antecedentes*

Debido a los cambios que existen en un mundo global nacen empresas que no producen pero crean un nicho de mercado en el cual dan un servicio integral. Estas empresas desarrollan outsourcing, dejan que la empresa eje haga bien lo que sabe hacer bien y que el outsourcing haga lo demás, aplicando la frase “zapatero a tus zapatos”. Múltiples empresas se dedican a dar un servicio específico para satisfacer la demanda de sus clientes, los cuales necesitan tener un servicio eficiente, eficaz y con la entrega a tiempo, donde lo más importante es que el cliente final se sienta satisfecho por el servicio prestado.

Muchas veces, debido a problemas con proveedores no se puede cumplir un alto nivel de servicio, así que hay que lograr que los proveedores satisfagan las necesidades de la compañía en tiempo y forma de materiales o materia prima que la empresa necesita para poder operar.

También es importante que el área de compras tenga una buena planeación, como un pronóstico acertado, en el cual no falle, pero que tampoco se cree un sobre inventario de materiales pues eso generaría un costo elevado de mantener el inventario. Una empresa que ofrece un servicio integral de productos clínicos toma mucho en cuenta la caducidad de los mismos. El reto a eliminar, es la reducción de los productos caducos que afectan en las finanzas de la misma. Eliminar los faltantes (backorders) u órdenes en esperas, los cuales impactan directamente en el cliente final por el nivel de servicio que la empresa quiere dar. Reducir los inventarios al nivel mínimo y tener un buen control de los inventarios es un gran reto a realizar.

Un problema es no tener el control estricto de los inventarios que se necesitan para que los Centro de Distribución (CEDIS) estén en óptimas condiciones; así como realizar los inventarios con una confiabilidad del 70 u 80 % de lo que se reporta en el sistema SAP con

lo físico. Para lo cual es indispensable realizar las adecuaciones necesarias para el cambio del mismo.

La falta de un producto le genera al cliente un retraso en una prueba que se requiere para realizar un examen clínico. El cual puede ser de suma importancia porque no solo está en juego el servicio con el cliente final, sino que puede estar en riesgo la vida de una persona por falta de producto que un Químico Fármaco Biólogo (QFB) necesita para realizar un análisis; que a su vez será analizado por el médico el cual ofrecerá sus comentarios y dirá si el paciente necesita la operación o no.

### ***Objetivo***

Proponer las operaciones de reabasto de productos para brindar continuidad de servicios integrales considerando una adecuada clasificación de los artículos por inversión y por rotación.

### ***Metodología***

- Describir el proceso de servicio de salud.
- Establecer los procedimientos que requieren el inventario para satisfacer el servicio de salud.
- Identificar los productos a gestionar.
- Establecer un sistema de valoración de productos.
- Asignar políticas de gestión en familias de productos clínicos (química clínica, electrolitos, hematología, urianálisis y coagulación).
- Evaluar el desempeño de las políticas.

## ***Descripción del contenido***

El capítulo uno describe el sistema de salud en México; así como los laboratorios que existen en el sector salud para ofrecer las pruebas de laboratorio. En el capítulo dos se describe que son los inventarios, y la manera de gestionarlos. En el capítulo tres se realizan los inventarios ABC, FSN y mixto; se establecen estrategias para la gestión de inventarios mixtos.

# Capítulo 1 Empresa de salud

## *1.1 Empresas del sector salud en hospitales*

No se puede percibir hoy la generación y la gestión del desarrollo institucional de los hospitales aislado del contexto del enfoque empresarial que deben tener estos.

En consecuencia como lo ocurrido en los últimos años en los ámbitos político y económico en la mayoría de los países de Latinoamérica, ha obligado al sector salud a reflexionar, redimensionar y aún a radicalizar en un cambio considerable en el esquema de "beneficencia-caridad" que traían hospitales desde más de medio siglo. (Malagón-Londoño, 2008)

Según el padre Alfonso Borrero (Malagón-Londoño, 2008) empresa es aquello que el hombre acomete por lo general en común y que organizadamente sostiene de manera eficaz y eficiente, para producir con calidad asumiendo eventuales riesgos bienes o servicios en beneficio del individuo (cliente) y del orden y desarrollo social en general. Si son justos y distributivos los servicios sociales de la empresa, la recompensa es el pago de la prestación del servicio. (Albrecht, 1992)

En este sentido se debe abandonar la distinción entre empresas fabriles y empresas de servicios. Con la llegada del modelo de empresas de servicios, no existe ninguna compañía que no presta un servicio. Todas deben pensar en el servicio definido como la suma de los valores proporcionados al cliente, sean estos palpables o impalpables. (Malagón-Londoño, 2008)

Además las instituciones prestadoras de servicios de tipo social no lucrativo como las del sector salud estatales han entendido que no pueden seguir prestando servicios de mala calidad. Ha emergido entonces la necesidad y el posicionamiento moderno de qué están instituciones enfoquen el servicio, sin perder su configuración y función social, como un compromiso que conlleva un convenio: este convenio consiste en que las instituciones



presten servicios de calidad con valores agregados para el usuario, pero que a su vez todos paguen lo servicios recibidos ya sea de forma directa o subsidiariamente, con los valores monetarios que respondan no sólo a los costos reales del servicio sino que permiten una utilidad que asegure la supervivencia crecimiento y desarrollo de las instituciones para beneficio de la misma comunidad. Las utilidades no se reparten entre socios sino que se constituyen en inversión para la comunidad. (Malagón-Londoño, 2008)

Un modelo como este de transacción humana entre lo económico y lo social, solo puede integrarse y desarrollarse por medio de un sistema general de seguridad social en que se perfilen los siguientes componentes:

- Instituciones prestadoras de servicios de salud de excelente calidad con el rango de empresas sociales;
- Beneficiarios, como contribuyentes directos o subsidiarios de acuerdo con su clase económica y social;
- Empresas administradoras como afiliadoras, aseguradoras y responsables de manera directa o indirecta de la prestación de servicios integrados de salud y por último
- Un estado regulador de las interrelaciones entre estas partes. (Malagón-Londoño, 2008)

El sistema de salud en México está compuesto por tres sectores:

- Público
- Seguridad Social
- Privado

## **Público**

Dentro del sector público, la máxima autoridad es la Secretaría de Salud. El Secretario de la dependencia tiene a su cargo la formulación de las políticas entorno a la salud en el país. A su vez, tiene el control de la red de institutos, centros de salud y hospitales que proporcionan servicios, principalmente, a la población con bajos recursos. (KPMG, 2015)

## **Seguridad social**

Por otra parte, existe una serie de instituciones de servicio social como el DIF (Desarrollo Integral de la Familia). Esta institución provee de servicios de salud y bienestar social a infantes y a sus familias que no tengan acceso al sistema de seguridad social. (KPMG, 2015)

Por otro lado, también desde 2014, el IMSS ha participado de manera activa en el marco de la Estrategia de Cooperación entre México y la OPS/OMS 2014-2018 en el que uno de los ejes principales es el acceso efectivo a los servicios de salud cuyas esferas primordiales incluyen:

- Fortalecimiento del acceso, desempeño y evaluación de la red de servicios de salud.
- Acceso y uso eficiente de medicamentos e insumos para la salud.
- Supervisión y monitoreo del acceso efectivo a los servicios de salud.
- Fortalecimiento sectorial de la atención primaria de la salud.
- Mejorar los procesos de la atención a través de la rectoría y dirección de todos los niveles institucionales.
- Incorporación y uso racional de tecnologías como instrumentos para el acceso efectivo a los servicios de salud. (IMSS, 2015)

En la siguiente tabla se muestran algunos indicadores del acceso a la salud en el plan nacional de desarrollo 2013-2018.

Nombre	Línea Base	2014	Meta 2018
Porcentaje de población con carencia por acceso a los servicios de salud (Bienal)	21.5 % (2012)	No Disponible	6.00%
Variación porcentual de la población derechohabiente adscrita a unidad de medicina familiar	0.0 % (2012)	7.20%	21.00%

**Tabla 1. Indicadores del acceso a la salud en el plan nacional de desarrollo 2013-2018**

**Fuente:** (IMSS, 2015)

Ambas instituciones (ISSSTE e IMSS) reciben subsidio por parte del Gobierno y en ambas instituciones, además reciben aportaciones por parte de los trabajadores y de sus empleadores. (KPMG, 2015)

A su vez, existen otras instituciones más pequeñas que proporcionan servicios médicos a mercados más específicos, como por ejemplo están los trabajadores de PEMEX (Petróleos Mexicanos), de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y de la Secretaría de Marina (SEMAR), entre otras. (KPMG, 2015)

### **Privado**

El sector privado está compuesto por hospitales privados, doctores que realizan cirugías privadas y practicantes de medicina alternativa y tradicional. El costo y calidad varía de institución a institución, sin embargo, existen instituciones como la Cruz Roja y la Secretaría de Salud que brindan algunos servicios básicos de forma gratuita. (KPMG, 2015)

Dentro del sector privado el Grupo Ángeles es el grupo con la mayor cantidad de hospitales en el país. Sin embargo, también dentro de los hospitales de gran importancia se encuentran:

Hospital ABC, Hospital Español, Médica Sur, entre otros más. (KPMG, 2015)

En resumen, los principales proveedores de servicios en México son:

- Secretaría de Salud
- Hospitales Generales y Civiles
- Instituto Nacional de Cancerología

- Instituto Nacional de Cardiología
- Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía
- Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán
- Instituto Nacional de Pediatría
- IMSS
- ISSSTE
- PEMEX
- Secretaría de la Defensa Nacional
- Secretaría de Marina
- Cruz Roja
- Hospitales Privados
- Doctores Particulares. (KPMG, 2015)

## ***1.2 Laboratorios clínicos que existen en el sector salud***

- Laboratorios de Apoyo a la Vigilancia Epidemiológica (LAVE)

Laboratorios públicos de diagnóstico e investigación que trabajan con enfermedades infecciosas y no infecciosas con muestras humanas, animales y ambientales, auxilian a la vigilancia epidemiológica en el nivel estatal o federal y cumplen con las políticas y directrices del órgano rector de la Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública (RNLSP). (Salud, 2015)

- Laboratorios Estatales de Salud Pública (LESP)

Unidades que conforman la RNLSP, bajo las políticas y directrices del LNR. Son instancias de las Secretarías de Salud Estatales que apoyan la vigilancia epidemiológica de las enfermedades infecciosas y no infecciosas mediante el diagnóstico y el aseguramiento de la calidad funcionando como red estatal de laboratorios, con el propósito de orientar la toma de decisiones en el ámbito estatal, regional, nacional y su vínculo internacional. (Salud, 2015)

- Laboratorios Locales. Unidades que conforman la Red Estatal de Laboratorios de Salud Pública bajo las directrices del LESP.

Apoyan la vigilancia epidemiológica de las enfermedades infecciosas y no infecciosas con un marco analítico restringido prioritario para el área geográfica que representan, con el propósito de orientar la toma de decisiones en el ámbito de su competencia y la vinculación estatal. (Salud, 2015)

- Laboratorio Nacional de Referencia (LNR).

Institución rectora de la Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública. Esta actividad es atribución exclusiva del Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE). (Salud, 2015)

### ***1.3 Proceso de servicio de pruebas de laboratorio***

El término laboratorio clínico designa los lugares donde se realizan determinaciones analíticas en muestras biológicas humanas cuya finalidad es el diagnóstico, seguimiento o control del tratamiento de las enfermedades, e incluye área de bioquímica, hematología microbiología e inmunología. (González de Buitrago, 2010)

En los laboratorios clínicos no existe un solo patrón de organización, su estructura depende fundamentalmente del tamaño y de si sus clientes son hospitalizados externos o se encuentran dentro del hospital. (González de Buitrago, 2010)

Las tendencias actuales sobre los laboratorios clínicos se dirigen hacia laboratorios grandes con capacidad elevada de procesamiento de especímenes y una gran diversidad de determinaciones analíticas. En estos laboratorios son menores los costos por prueba y es posible una organización mejor, con tiempos de respuesta más cortos. (González de Buitrago, 2010)

Tradicionalmente los laboratorios clínicos se han organizado tomando como base los procedimientos o las exploraciones funcionales. (González de Buitrago, 2010)

La automatización cada vez mayor de estos laboratorios ha llevado a organizarlos en áreas fundamentales instrumentales, de forma que los especímenes se reparte en forma proporcional para sus solicitudes. (González de Buitrago, 2010)

Los laboratorios clínicos siguen dos diseños estructurales básicos: el modular y el abierto. Un laboratorio modular resalta los departamentos con salas separadas para cada uno de ellos. En cambio en un diseño de laboratorio abierto los departamentos están unidos sin separaciones. Los avances tecnológicos han hecho que se puedan realizar en un mismo sistema analítico muchas determinaciones diferentes con técnicas distintas, o que puedan conectarse dos o más sistemas analíticos de forma que compartan los tubos de los especímenes creándose lo que han llamado islas de automatización o células de trabajo. Con estos diseños se intenta concentrar aún más los sistemas automáticos. (González de Buitrago, 2010)

Las últimas tendencias de los laboratorios clínicos son los laboratorios centrales o nucleares. Son laboratorios muy automatizados y mecanizados en los que se realizan la mayoría de las pruebas analíticas habituales de mayor demanda. Junto a este laboratorio central se organizan pequeños laboratorios, más o menos independientes, para las pruebas de menor volumen o la atención de áreas específicas. Los laboratorios centrales permiten reducir el número de tubos y simplificar su tráfico por los sistemas de análisis. Además este tipo de laboratorios facilita la conexión al sistema informático, integra más fácilmente las fases preanalítica y postanalítica. (González de Buitrago, 2010)

En los hospitales debe existir además un laboratorio que garantice las asistencias las 24 horas del día. Este es el denominado laboratorio de urgencias o de continuidad. Los avances en las técnicas y la instrumentación han permitido que se realicen en estos laboratorios en el momento actual una amplia variedad de pruebas. (González de Buitrago, 2010)

Una de las áreas fundamentales en todos los laboratorios clínicos es el área administrativa. Ésta debe estar situada a la entrada de laboratorio clínico para facilitar la comunicación con las personas ajenas al laboratorio clínico que consultan con él.

Asimismo debe estar cerca de las áreas de trabajo aunque fuera de ellas. Es también importante que el área administrativa se encuentre cerca del área de recepción de muestra, y a partir de este punto recibir los impresos de petición de análisis. (González de Buitrago, 2010)

### **Servicios o áreas de laboratorio clínico.**

Como se ha señalado los laboratorios clínicos realizan determinaciones de bioquímica, hematología, microbiología e inmunología, de forma que éstas son las cuatro áreas principales de un laboratorio clínico. Estas áreas pueden estar agrupadas bajo una dirección única o estar separadas en servicios independientes, cada uno de ellos dirigidos por una persona distinta. (González de Buitrago, 2010)

#### **Bioquímica clínica**

Las principales áreas o secciones instrumentales suelen ser las de bioquímica automatizada, inmunoanálisis automatizado, proteínas, orina, técnicas manuales y técnicas moleculares. (González de Buitrago, 2010)

#### **Hematología**

Las principales áreas o secciones instrumentales referentes a la hematología son las de recuento/morfología, coagulación, citometría de flujo, citogenética, técnicas moleculares y técnicas especiales. (González de Buitrago, 2010)

#### **Microbiología clínica**

Las áreas o secciones principales relativas a la microbiología son las de bacteriología, micobacterias, micología, parasitología, virologías, serología y microbiología molecular. (González de Buitrago, 2010)

#### **Inmunología clínica**

En este caso las áreas dedicadas a los HLA, la autoinmunidad y la inmunología celular. (González de Buitrago, 2010)

## Organización de las operaciones

Las operaciones de los laboratorios clínicos pueden dividirse en tres fases: preanalítica, analítica y postanalítica. La fase preanalítica abarca desde la solicitud de las pruebas hasta la realización del análisis. Incluye las fases de obtención de especímenes, su transporte, procesamiento y distribución al lugar de análisis. La fase analítica comprende todas las etapas de la determinación analítica y finalmente la fase postanalítica incluye la validación clínica del resultado y la emisión del informe. (González de Buitrago, 2010)

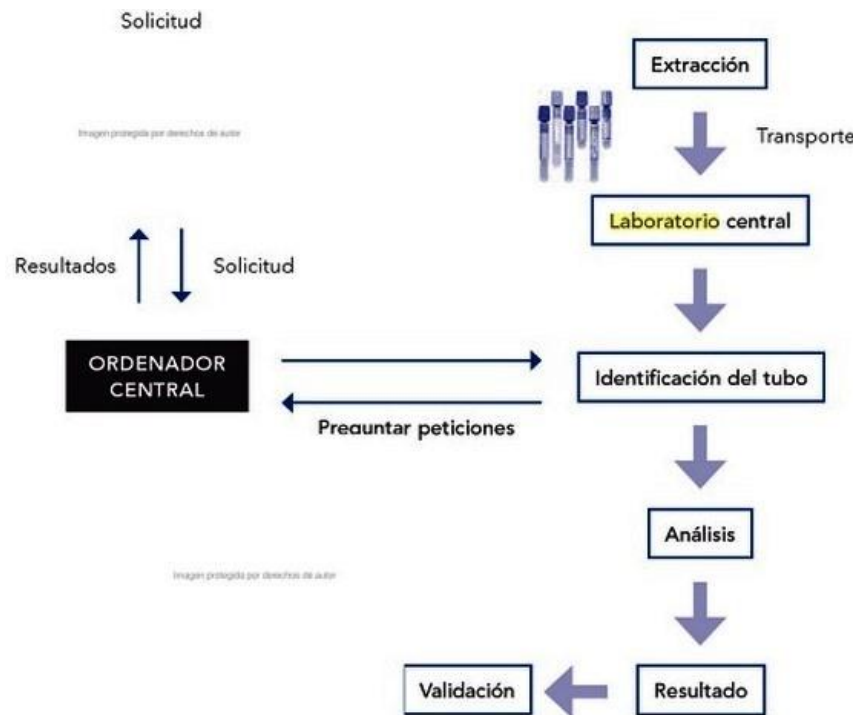


Figura 1. Proceso de laboratorio

Fuente: (González de Buitrago, 2010)



### ***1.4 Insumos de inventario para ofrecer el servicio de pruebas clínicas de laboratorio.***

A continuación, se muestra un listado de los productos que se pueden manejar más frecuentemente dentro de un laboratorio clínico, se seleccionó la unidad médica considerando el mayor número de faltantes durante 2014 (Ver tabla 2).

<b>Línea Química Clínica</b>		
<b>Reactivo</b>	<b>Presentación</b>	<b>Clave</b>
Glucosa	Frasco de 250 [ml]	371-2
Bilirrubina Directa	Frasco de 50 [ml]	346
Bilirrubina Total	Frasco de 50 [ml]	348
Urea	Caja de 2x100 [ml]	352
Creatinina	Caja de 2x100 [ml]	355
Ácido Úrico	Caja de 2x100 [ml]	337
Colesterol	Caja de 2x100 [ml]	361
Triglicéridos	Caja de 2x50 [ml]	378
Albumina	Caja de 2x50 [ml]	338
Alanino amino transferasa (ALT)	Caja de 2x50 [ml]	340
Aspartato amino transferasa (AST)	Caja de 2x50 [ml]	343
Calcio	Caja de 2x50 [ml]	354
Proteínas totales	Caja de 2x50 [ml]	373
Amilasa	Kit 120 Pruebas	342
LDH líquida enzimática	Kit 60 Pruebas	362 LICON
HDL colesterol directo	kit 40 Pruebas	381-4
<b>Consumibles</b>		
Agua desionizada garrafa 10 litros	Garrafa	QC25
Paquete de hojas bond	Paquete 500 hojas	PQTHB-01
Cubetas de reacción para bs-120 1 segmento con 5 cubetas	1 segmento con 5 cubetas	BA10-30-84311-01

Tóner para impresora hp laserjet p1606	Pieza	CE278A
<b>Controles y calibradores</b>		
Suero control normal	Frasco de 5 [ml]	01_05_325
Suero control anormal	Frasco de 5 [ml]	01_05_327
Ser-t cal multicalibrador	Caja de 6x5 [ml]	502
Calibrador colesterol (hdl/ldl) directo 1x3 [ml]	Frasco 3 [ml]	395
Papel	Pieza	789
<b>Electrolitos IL</b>		
Solución de limpieza diaria	Frasco 50 [ml]	OME002110
Diluyente de orina 500 ml.	Frasco 500 [ml]	OME002111
Paquete de soluciones na, k, cl	Paquete 400 [ml]	OME002112
Solución de lavado extra	Frasco de 50 [ml]	OME002309
Solución de relleno interno 125 ml.	Frasco de 125 [ml]	OME002492
Papel impresor ilyte 5/pk caja c/5 rollos	Caja c/5 rollos	OME002544
Ctrl calidad 2 niveles na/k/cl 2x10 ml.	2 frascos 10 [ml]	OME002814
<b>Hematología</b>		
Lisante-libre de cianuro-cfl	Frasco 500 [ml]	M30CFL
Diluyente.	frasco de 5.5 [l]	M30D-01
E-z cleanser	Frasco 100 [ml]	M30E
Probe cleanser	Frasco de 17 [ml]	M30P-01
Solución limpiadora	Frasco de 5.5 [l]	M30R
<b>Consumibles</b>		
Papel térmico para bc3200.	Rollo	3030603MY-01
<b>Controles y calibradores</b>		
Liquichek hematology 16 control juego trilevel 3x3 [ml]	Juego 3x3 [ml]	3D506-01

<b>Urianálisis</b>		
Tiras reactivas uriscan gen 10sgl c/100	Frasco 100 tiras	O39
Tira reactiva uriscan gen 10sgl	Tira	O39-01
<b>Consumibles</b>		
Papel térmico para impresión uriscan optima	Rollo	3030603QCO-01
<b>Controles y calibradores</b>		
Liquiecheck urianálisis control	Juego 2x12 [ml]	435-01
Tira p/ calibración uriscan	Tira	O50-02
<b>Coagulación / IL</b>		
Hemosil recombiplastin	Caja c/5 x 8 [ml]	20002950
Hemosil aptt-sp	Caja c/5 x 9 [ml]	20006300
<b>Consumibles</b>		
Yellow tip vol. 0.5-250 ul puntas para pipeta	Bolsa c/1000 [piezas]	MX0PE1011
Papel térmico para impresora cl	Pieza	W30225634
Hemosil diluyente de factor	1 x 100 [ml]	9757600
Copas para cl (10x100)	Caja c/1000 [piezas]	W30225652
<b>Controles y calibradores</b>		
Hemosil control normal nivel i	Caja c/10 x 1 [ml]	20005600
Control anormal bajo	Caja c/10 x 1 [ml]	20005700
Plasma de calibración	Caja c/10 x 1 [ml]	20003700E

**Tabla 2. Productos de laboratorio clínico**

**Fuente: Elaboración propia**

## **Capítulo 2 Gestión de inventarios**

### ***2.1 Introducción***

Gran parte de este capítulo se basó en el libro planeación y control de la producción. (Sipper, 1998)

En todos los sistemas operacionales la meta general es crear un tipo de valor agregado de modo que los productos valgan más a los ojos de los consumidores que simplemente la suma de insumos individuales. Para el consumidor, los productos resultantes ofrecen una utilidad debido a la forma, el momento o el lugar de su disponibilidad a partir del proceso de conversión. La transformación de insumos en productos varía considerablemente en función de las tecnologías empleadas. Los servicios en contraste con la producción implican la conversión de recursos en un resultado intangible un acto un desempeño un esfuerzo. (Adam, 1991)

Los servicios por otra parte significan resultados intangibles un consumo inmediato trabajos que demanda mucha mano de obra y muy poco equipo, un contrato directo con el cliente, frecuente participación del consumidor en el proceso de transformación y métodos más bien elementales para medir las actividades de transformación y consumo de recursos. Algunos servicios se basan en el aprovechamiento de equipos de servicios de informática, de transporte o telefónicos mientras que otros dependen de intervención humana. (Adam, 1991)

En las operaciones de servicio los administradores consideran útil hacer la distinción entre la participación terminal o intermedia por parte del cliente en el proceso. (Adam, 1991)

Los productos terminales son los servicios generados, los intermedios son los elementos o factores que fluyen a lo largo del proceso. Por ejemplo los reactivos utilizados para hacer pruebas de laboratorio clínico. (Adam, 1991)

En el servicio en los laboratorios clínicos el cliente no participa en forma terminal ni de modo intermedio. Únicamente se realiza la muestra médica y el proceso involucra un análisis de la muestra que se entrega como parte del servicio final. En este caso se realizó el análisis para insumos de un laboratorio clínico.

## ***2.2 Definición de inventarios***

### **Concepto de inventarios**

El inventario es un sistema importante y complejo, por tal motivo, se debe comprender su naturaleza antes de analizarlo. Primero se amplía el estudio del papel que juega el inventario. Se describe la terminología de los sistemas de inventarios, los costos de inventario y se presentan algunas medidas de efectividad para estos sistemas. Se concluye con el análisis de políticas comunes y la relevancia de los modelos de inventario. (Sipper, 1998)

Entre las muchas definiciones disponibles se ha seleccionado la siguiente:

**“Una cantidad de bienes bajo el control de una empresa, guardados durante algún tiempo para así satisfacer una demanda futura”.** (Sipper, 1998)

El inventario es un amortiguador entre dos procesos el abastecimiento y la demanda. El proceso de abastecimiento contribuye con bienes al inventario mientras que la demanda consume el mismo inventario. El inventario es necesario debido a las diferencias en las tasas y los tiempos entre abastecimiento y la demanda y esta diferencia se puede atribuir a factores internos como externos. Entre los factores internos están las economías de escala, el suavizamiento de la operación y el servicio al cliente. El factor externo más importante es la incertidumbre. (Sipper, 1998)

## ***2.3 Sistemas de inventarios***

La economía de escala puede hacer que un inventario sea deseable aun cuando sea posible balancear el suministro y la demanda. Existen ciertos costos fijos asociados con la

producción y compra; estos son los costos de preparación y los costos de ordenar respectivamente. Para recuperar este costo fijo y reducir el costo unitario promedio se puede comprar o producir muchas unidades. Esto es tamaño de lote grande se ordenan con poca frecuencia y se colocan en inventario para así satisfacer la demanda futura. (Sipper, 1998)

El suavizamiento de la operación se usa cuando la demanda varía con el tiempo. El inventario acumulado en periodos de demanda baja se usa para satisfacer la demanda alta de otros periodos; ello permite que las instalaciones de producción operen a una tasa relativamente constante de producción característica deseable en la manufactura. (Sipper, 1998)

El servicio a clientes es otra razón para mantener un inventario. El inventario se forma para poder cumplir de inmediato con la demanda lo que lleva a la satisfacción del cliente. (Sipper, 1998)

Una manera de evadir la incertidumbre es mantener en inventario más unidades de las pronosticadas como demanda; esto evita la posibilidad de quedarse sin unidades si la demanda real excede al pronóstico. Este inventario adicional se llama inventario de seguridad. El proceso de reabastecimiento es otra fuente de incertidumbre que puede justificar mantener un inventario de seguridad. El tiempo de entrega es el tiempo que transcurre entre emitir una orden y recibirla. Cuando el tiempo de entrega es incierto puede ser que no se reciba la orden en la fecha planeada. El inventario de seguridad ofrece cierta protección contra un paro en la producción por la incertidumbre en el tiempo de entrega. (Sipper, 1998)

Existe una razón distinta por completo para mantener un inventario la explotación del mercado. Con frecuencia las peculiaridades del mercado son la causa de que un inventario llegue a ser una ventaja económica. Las fluctuaciones en los precios del mercado puede justificar la adquisición de más materia prima que la requerida para la demanda estimada. (Sipper, 1998)

### **Terminología de inventario**

El ambiente de demanda se puede clasificar en dos grandes categorías determinístico y estocástico e independiente o dependiente. (Sipper, 1998)

**Determinístico.** Determinístico significa que se conoce con certidumbre la demanda futura de un artículo en inventario. (Sipper, 1998)

**Demanda independiente.** La demanda de un artículo no relacionada con otro artículo y afectada principalmente por las condiciones del mercado se llama demanda independiente. Los ejemplos incluyen ventas al menudeo o producto terminado en la manufactura. (Sipper, 1998)

Los tipos de inventario en los sistemas de producción se clasifican según el valor agregado durante el proceso de manufactura. Las clasificaciones son la materia prima, producto en proceso (PEP) y productos terminados. (Sipper, 1998)

### **Artículos de consumo.**

El producto en proceso es un inventario en el sistema de producción que espera para ser procesado ensamblado y puede incluir productos semiterminados o subensambles. (Sipper, 1998)

Los productos terminados son las salidas de los procesos de producción en ocasiones llamados artículos finales. La demanda de productos terminados por lo general es independiente, los productos terminados de una organización de manufactura puede ser materia prima para otra. (Sipper, 1998)

### **Costos de inventario**

Al adquirir el inventario se incurre en costos. El costo de compra corresponde al valor del artículo. Otros tipos de costos son el costo de ordenar (de preparación), el costo de almacenaje, el costo por faltantes y el costo de operación del sistema. (Sipper, 1998)

El costo de compra es el costo por artículo que se paga a un proveedor llamado también costo de materiales. Sea  $c$  el costo unitario y  $Q$  el número de unidades compradas (tamaño del lote). Entonces el costo total de compra es  $cQ$ , una función lineal de  $Q$ . En algunos casos el proveedor tiene una tabla de costos que está basado, en la cantidad comprada, este costo unitario es una función de  $Q$  y el costo de compra es una función más compleja. (Sipper, 1998)

Si se fabrica una unidad,  $c$  incluye tanto el costo del material como el costo variable para producirla. El costo total de manufactura para un lote de producción es  $cQ$ . (Sipper, 1998)

Un costo de ordenar (el costo de preparar y controlar la orden) es aquel en el que se incurre cada vez que se coloca una orden con el proveedor. Es independiente del tamaño de lote que se compra y por lo tanto es un costo fijo denotado por  $A$ . Para un lote fabricado, el costo fijo está denominado por el costo de preparación, que incluye el costo de preparar la máquina para la corrida de producción (tiempo ocio de la máquina y mano de obra) y quizás algunos costos de materiales para el arranque debido a rechazos iniciales. (Sipper, 1998)

El costo total de comprar o producir un lote es

$$A + cQ$$

Consiste en una componente fija  $A$  y una componente variable  $cQ$ . (Sipper, 1998)

El inventario compromete el capital, usa espacio y requiere mantenimiento, y todo cuesta dinero. Esto se llama costo de almacenaje o de mantener el inventario e incluye lo siguiente:

- Costo de oportunidad
- Costo de almacenaje y manejo
- Impuestos y seguros
- Robos, daños, caducidad, obsolescencia, etcétera. (Sipper, 1998)



El costo de almacenar comienza con la inversión en el inventario. El dinero comprometido no puede obtener rendimientos en otra parte. Este es un costo de oportunidad que por lo general se expresa como un porcentaje de la inversión. El valor más bajo de este costo de oportunidad es el interés que ganaría el dinero en una cuenta de ahorros. (Sipper, 1998)

Los costos se calculan como un porcentaje de la inversión en inventario y se suma al costo de oportunidad esto genera el costo total de mantener el inventario. Entonces el costo de capital es de 25% anual y otros tipos de costo humanos, un 10% adicional, el costo total de almacenaje será 35%. Se define como:

$i$  = costo total de mantener inventario (expresado como porcentaje). (Sipper, 1998)

Debido a que el inventario casi siempre se mide en unidades y no en dólares recordando que el costo de una unidad es  $c$ , se obtiene

$$h=ic$$

Donde  $h$  qué es el costo de mantener una unidad en inventario durante una unidad de tiempo expresado en dólares, los valores típicos anuales de  $i$  van de 25 a 40%, pero  $i$  puede llegar hasta 60%. (Sipper, 1998)

El concepto de costo por faltante. Un faltante ocurre cuando existe una demanda de un producto que no se tiene. Un faltante puede surtirse atrasado o perderse, la demanda de bienes durables con frecuencia se satisface con atraso. (Sipper, 1998)

Si la demanda se surte atrasada existe un costo adicional al expedirla, costos de registro de libros y la reputación de un mal servicio al cliente. Lo común es que un faltante de material para producción se surta atrasado, por tanto, la sanción es que la producción se detiene, volver a arrancarla y tal vez la entrega tardía del producto final al cliente. (Sipper, 1998)

Existen dos tipos de costos por faltantes. Uno es el resultado de que falte una unidad; el otro que considera el tiempo que la unidad falta. (Sipper, 1998)

Se define

$\pi$  = Costo del faltante por unidad

$\hat{\pi}$  = Costo de faltante por unidad que falta por unidad de tiempo

Se usa  $\pi$  para las ventas pérdidas; los faltantes usan ambas. Obsérvese que  $\hat{\pi}$  es para los faltantes lo que  $h$  es para el inventario. Es difícil estimar el costo por faltantes y puede ser una estimación subjetiva. (Sipper, 1998)

Por último existen costos relacionados con la operación y el control de los sistemas de inventario que reciben el nombre de costos de operación del sistema. Este costo puede ser grande, pues incluye, por ejemplo el costo de computadoras y programas para el control del inventario. Irónicamente la mayoría de los modelos de inventarios se desarrollaron antes de la era de las computadoras y este costo con frecuencia no se toma en cuenta. (Sipper, 1998)

## ***2.4 Metodología para gestión de inventarios (artículo)***

El inventario es en términos básicos, una entidad de servicio. Si el inventario satisface la demanda cuando ocurre, entonces el servicio es perfecto de otra manera hay problemas con el servicio. Proporcionar un alto nivel de servicio tiene un alto costo. El estudio de los sistemas de inventario es un análisis de trueques entre los beneficios y los costos de mantenerlos. La meta es maximizar los beneficios al mismo tiempo que se minimiza el costo, una difícil misión. Esa meta es aún más compleja cuando el inventario contiene muchos artículos diferentes. (Sipper, 1998)

Primero se estudian los costos, los beneficios se ven como un costo de oportunidad. Existen dos enfoques para medir la efectividad, un enfoque de modelado y un enfoque gerencial. (Sipper, 1998)

El enfoque de modelado optimiza el sistema de inventarios. El criterio que se emplea en la mayoría de los modelos es minimizar el costo, aunque en principio también se podría usar maximización. Estos criterios son equivalentes para la mayoría de los sistemas de

inventario, porque la ganancia es la diferencia entre el precio y el costo. Otra razón es que mientras que el costo es un hecho, los precios son una política. Los costos se conocen y los precios pueden diferir por políticas administrativas o por presión del mercado. (Sipper, 1998)

Una medida de efectividad común para los sistemas de inventario es el costo total promedio mínimo por unidad de tiempo. Una unidad de tiempo pueden ser días, semanas, meses o años. Se usa el promedio porque los costos de almacenaje y faltantes son proporcionales al nivel de inventario que puede variar durante el período. Para calcular el costo total promedio de promedio alimentario o los faltantes en el tiempo y se multiplican por  $h$  o por  $\hat{\pi}$ . (Sipper, 1998)

El enfoque gerencial casi siempre se usa para sistemas de inventarios de múltiples artículos. La meta inmediata es reportar el tamaño del inventario a la gerencia. Una medida del tamaño del inventario es una inversión total en la fecha del reporte. Se multiplica la cantidad disponible de cada artículo por su costo y se suma el resultado para todos los artículos. Para obtener una medida relativa sobre si se tiene demasiado o muy poco inventario o para comparar el desempeño con los estándares industriales y con el de los competidores se usan otras dos medidas: (Sipper, 1998)

$$\begin{aligned}
 \text{Meses de abastecimiento} &= \frac{\text{Inversión en inventario total}}{\text{Demanda promedio pronosticada} \left( \frac{\$}{\text{mes}} \right)} \\
 \text{Rotación del inventario anual} &= \frac{12 \left[ \text{Demanda promedio pronosticada} \left( \frac{\$}{\text{mes}} \right) \right]}{\text{Inversión en inventario total}}
 \end{aligned}$$

La primera medida indica cuánto tiempo se podrá satisfacer la demanda futura con el inventario disponible, la segunda indica la rapidez de la rotación del inventario, mientras más alto sea el valor, más baja será la inversión en el inventario. Estas medidas cambian

un poco con los diferentes objetivos y con los tipos de inventario (materia prima, producto terminado). (Sipper, 1998)

Para verificar el desempeño futuro, se usa el pronóstico de la demanda y para la evaluación del desempeño pasado se usa la demanda real. Una manera rápida de calcular la rotación del inventario a partir de la hoja de balance de una compañía es

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Valor de las ventas}}{\text{Valor del inventario}}$$

El elemento principal que afecta el inventario es la demanda. Desde el punto de vista del control de la producción, se supone que la demanda es una variable incontrolable. Existen tres factores importantes en un sistema de inventario, llamados variables de decisión, que se pueden controlar:

¿Qué debe ordenarse? (decisión de variedad)

¿Cuándo debe ordenarse? (decisión de tiempo)

¿Cuánto debe ordenarse? (decisión de cantidad). (Sipper, 1998)

Para entender mejor estas decisiones de inventarios, se examina un sistema de un solo artículo. La decisión de variedad es irrelevante y las otras dos se toman usando dos políticas de control de inventarios diferentes, conocidas como de revisión periódica y de revisión continua. (Sipper, 1998)

Política de revisión periódica. Se verifica el nivel del inventario  $I$ , en intervalos de tiempo fijo digamos una semana, un mes o cualquier tiempo  $T$ , llamado periodo de revisión y se coloca una orden sí  $I$  es menor que cierto nivel predeterminado  $R$ , llamado punto de reorden (decisión de tiempo). El tamaño de la orden  $Q$  es la cantidad requerida para aumentar el inventario a un nivel predeterminado  $S$  (decisión de cantidad). El tamaño de  $Q$  varía de un período a otro. (Sipper, 1998)

Política de revisión continua. En esta política el nivel de inventario se controla continuamente. Cuando el nivel llega al punto de reorden  $R$  (decisión de tiempo), se ordena una cantidad fija  $Q$  (decisión de cantidad). Esta es una política continua ( $Q, R$ ), o política de cantidad fija de reorden. (Sipper, 1998)

Antes de la era de las computadoras los sistemas de revisión periódica eran más populares porque su manejo manual era más sencillo. Con las computadoras disponibles en cualquier parte, la implantación de las políticas de revisión continua se ha facilitado. La revisión continua tiene ciertos méritos sobre la revisión periódica sin embargo esta última todavía tiene un lugar. (Sipper, 1998)

### **Relevancia de los inventarios**

Muchos modelos de inventarios clásicos se desarrollaron en la era de las teorías clásicas de la administración. (Sipper, 1998)

Una de las mayores ventajas de los modelos de inventarios era la visión que proporcionaban. De cientos de modelos de inventarios desarrollados el que más se ha usado es el modelo de lote económico de pedido (EOQ), que se desarrolló en 1915. Un gran beneficio que se obtiene al usar diferentes modelos de sistemas de inventarios es la comprensión del comportamiento de estos sistemas, las relaciones entre los diferentes parámetros y variables y la sensibilidad respecto a la inexactitud en los datos. Esta comprensión prevalecía en el pasado y será muy importante en el futuro. Por ejemplo en un sistema de inventarios real con 100000 artículos es difícil calcular y actualizar el costo por faltante para cada artículo. Sin embargo, al entender el impacto del costo por faltantes a partir de los costos que se obtienen en los modelos, los sistemas de inventarios se administran mejor. Otro ejemplo de la reducción del tiempo de preparación y sus implicaciones se pueden estudiar y entender usando modelos de inventarios. (Sipper, 1998)

Aún hoy el inventario no es un mal. Para ilustrar la planta de GM Saturn opera uno de los sistemas de justo a tiempo (sin inventario) más exigentes en Estados Unidos. Pero

encontraron que era necesario agregar más inventario entre departamentos como un amortiguador, para que fuera menos probable que se retrasará el ensamble final. (Sipper, 1998)

Como se ha establecido los modelos de inventario clásicos son importantes no sólo por los resultados que se obtienen sino también por el mayor entendimiento del comportamiento del sistema. (Sipper, 1998)

El ingeniero industrial debe entender los modelos clásicos con el fin de ayudar a desarrollar los modelos futuros. (Sipper, 1998)

## ***2.5 Clasificación ABC***

La curva ABC jerarquiza los artículos en inventario en orden descendente por su uso (o venta) anual en dinero. Esta jerarquía en forma tabular se llama distribución por valor. Se puede graficar el porcentaje de artículos jerarquizados del total de artículos contra el porcentaje acumulado correspondiente del valor total en dinero, representado por ese porcentaje de artículos jerarquizados. (Sipper, 1998)

En principio los artículos jerarquizados se clasifican en tres grupos:

- A = artículos con alto uso de dinero
- B = artículos con uso medio de dinero
- C = artículos con bajo uso de dinero

Por lo general las curvas ABC muestran que el grupo A significa alrededor del 20% de los artículos jerarquizados y el 80% del uso total del dinero. En ocasiones eso se llama regla "80-20" el que dos números sumen 100 es una simple coincidencia. (Sipper, 1998)

En forma más detallada el procedimiento para preparar las curvas ABC es:

- Se calculan los artículos en inventario en orden descendente del uso anual del dinero por artículo. El uso anual del dinero es la multiplicación del costo unitario y el número anual de unidades usadas. (Sipper, 1998)
- Se evalúa la actividad acumulada comenzando al principio de la lista y acumulando las actividades por artículo hacia abajo. (Sipper, 1998)
- Se trabaja aquí abajo y se calcula: Porcentaje acumulado de artículos basado en el número total de artículos y porcentaje acumulado de uso del dinero basado en el uso total anual. (Sipper, 1998)
- Se gráfica la curva de porcentaje acumulado del uso del dinero como una función del porcentaje acumulado de artículos. (Sipper, 1998)

## ***2.6 Clasificación FSN***

Clasificación FSN se utiliza para distinguir las partes en movimiento rápido, de las partes lento y no en movimiento. La idea general es que las partes que tienen la mayor demanda se clasifican como de rápido movimiento y las partes que tienen la menor demanda se clasifican como que no se mueve. Las partes restantes se clasifican como de movimiento lento. (Siddharth P., 2015)

El procedimiento FSN utiliza para realizar la clasificación, los siguientes pasos:

1. La obtención de la demanda total de cada parte.
2. Organizar los datos en orden ascendente basado en la demanda total.
3. Cálculo de los primero y tercer cuartil (Q1 y Q3) como  $(n + 1) / 4$  y  $3(n + 1) / 4$ , donde "n" es el número de piezas, e interpolar según sea necesario. (Siddharth P., 2015)
4. La clasificación de las partes utilizando la siguiente lógica:

Si la demanda total > Q3

Clasifica como Movimiento Rápido o Continuo (Fast Moving)

Si la demanda total <Q1

Clasifica como inmóvil general

De otra manera

Clasifique movimiento como lento. (Siddharth P., 2015)

En esta clasificación, Q1 y Q3 se utilizan como valores por defecto para los puntos de corte. La decisión final sobre estas clasificaciones se debe basar en la entrada del usuario. (Siddharth P., 2015)

Un ejemplo de clasificación FSN se muestra en la tabla 3. Aquí vemos que las partes en movimiento rápido son aquellas partes que tienen una demanda total > 600, las partes de movimiento lento, son aquellas partes que tienen una demanda total de entre 400 y 600, y las piezas que no se mueven son los que tienen una demanda total <400. (Siddharth P., 2015)

Numero de partes	Demanda total	Categoría
1	50	N
2	400	S
3	500	S
4	600	S
5	1700	F

**Tabla 3. Clasificación FSN**

**Fuente: (Siddharth P., 2015)**



## ***2.7 Modelo (Q, R), políticas para el punto de reorden***

Ahora se considerará el modelo estocástico esencial para el sistema de revisión continua. Se presenta un enfoque administrativo, en el cual se establece una política de servicio, y un enfoque de optimización, que es la versión estocástica EOQ determinístico. R es una variable de decisión, al contrario del caso determinístico, en el que R se obtuvo a partir de la demanda en el tiempo de entrega. Las dos variables de decisión Q y R, definen la política para este modelo. (Sipper, 1998)

Enfoque administrativo: decisión de cantidad. Se evalúa la cantidad a ordenar usando el modelo EOQ, sustituyendo el valor esperado de la demanda aleatoria por la demanda conocida:

$$Q = \sqrt{\frac{2A\bar{D}}{h}}$$

Donde:

Q= Tamaño del lote

A= Costo de emitir una orden de compra

$\bar{D}$ = Demanda promedio del artículo

h= Costo unitario de mantener

Este valor no es el valor de Q que se usa en el enfoque de optimización. (Sipper, 1998)

Enfoque administrativo: decisión de punto de reorden. El punto de reorden está dado por

$$R = \bar{D}_\tau + s$$

Donde:

R= Punto de reorden

$\bar{D}$ = Demanda promedio del artículo

$\tau$  = Tiempo de entrega en las mismas unidades que la demanda

$s$  = Inventario de seguridad

De forma que el inventario de seguridad determina a  $R$ .

$$R = \bar{D}_\tau + z\sigma_\tau$$

Donde:

$R$  = Punto de reorden

$\bar{D}$  = Demanda promedio del artículo

$\tau$  = Tiempo de entrega en las mismas unidades que la demanda

$z$  = Ajuste a una función normal de la variabilidad de la demanda en el tiempo de entrega

$\sigma_\tau$  = Desviación en el tiempo de entrega

**Punto de reorden:** La política es el nivel de servicio requerido  $\alpha$ . El procedimiento es % de artículos que cumplen con el horizonte de planeación.

1.-Se encuentra el valor de  $z$  que corresponde a

$$F(z) = \alpha$$

2.-Se evalúa  $R$  usando el valor obtenido de  $z$ . (Sipper, 1998)

## Capítulo 3 Gestión de inventarios de insumos de salud

### ***3.1 Descripción de una unidad médica***

Las unidades médicas presentan una gestión de inventario vía SAP, un sistema de gestión de requerimiento de materiales en una plataforma en línea. Sin embargo, se ha observado que existen problemas de suministro por órdenes en espera (o *backorders*). De una unidad médica se realiza el análisis para ponderar los inventarios considerando dos características fundamentales: inversión (análisis ABC) y la disponibilidad (análisis FSN).

### ***3.2 Clasificación ABC***

La clasificación por inversión, la genera el análisis ABC y de los 53 productos que se suministran a la unidad seleccionada, se realizó su clasificación utilizando la siguiente metodología

1. Se calculó el valor de uso, mediante el producto del costo unitario por la cantidad adquirida para la unidad médica.
2. Se ordenó de mayor a menor el valor de uso por artículo.
3. Se calculó el porcentaje de valor de uso acumulado por artículo.
4. Se calculó el porcentaje acumulado de artículo.
5. Se realizó la clasificación: los artículos tipo A son aquellos que tienen un valor de uso acumulado menor o igual al 80%, los artículos tipo C son aquellos que tienen un porcentaje acumulado de artículos mayor o igual al 50%. Los artículos tipo B son los restantes.

De la clasificación se tiene la siguiente tabla: (Ver tablas 4a, 4b y 5c)

Artículo	Uso del \$	Uso del \$ acumulado	División 1/53	% de art. Acumulados	% de uso del \$ acumulado	ABC
3030603MY-01	35028	35028	0.0189	2%	0.2258	23%
M30D-01	11756	46784	0.0189	4%	0.0758	30%
M30E	9792	56576	0.0189	6%	0.0631	36%
01_05_327	7954	64530	0.0189	8%	0.0513	42%
01_05_325	7906	72436	0.0189	9%	0.0510	47%
M30CFL	6000	78436	0.0189	11%	0.0387	51%
789	5758	84194	0.0189	13%	0.0371	54%
371-2	5473	89667	0.0189	15%	0.0353	58%
355	3892	93559	0.0189	17%	0.0251	60%
W30225634	3684	97243	0.0189	19%	0.0237	63%
QC25	3589	100832	0.0189	21%	0.0231	65%
362 LICON	3498	104330	0.0189	23%	0.0226	67%
W30225652	3070	107400	0.0189	25%	0.0198	69%
O39	2944	110344	0.0189	26%	0.0190	71%
352	2919	113263	0.0189	28%	0.0188	73%
337	2919	116182	0.0189	30%	0.0188	75%
361	2919	119101	0.0189	32%	0.0188	77%
395	2883	121984	0.0189	34%	0.0186	79%
3D506-01	2622	124606	0.0189	36%	0.0169	80%
502	2442	127048	0.0189	38%	0.0157	82%
OME002111	2433	129481	0.0189	40%	0.0157	83%
381-4	2334	131815	0.0189	42%	0.0150	85%
378	2189	134004	0.0189	43%	0.0141	86%

Tabla 4a. Clasificación ABC para el estudio de caso

Fuente: Elaboración propia

OME002112	1946	135950	0.0189	45%	0.0125	88%
342	1460	137410	0.0189	47%	0.0094	89%
OME002110	1458	138868	0.0189	49%	0.0094	90%
OME002309	1458	140326	0.0189	51%	0.0094	90%
MX0PE1011	1222	141548	0.0189	53%	0.0079	91%
373	1216	142764	0.0189	55%	0.0078	92%
OME002544	1216	143980	0.0189	57%	0.0078	93%
20005700	1105	145085	0.0189	58%	0.0071	94%
338	973	146058	0.0189	60%	0.0063	94%
20002950	946	147004	0.0189	62%	0.0061	95%
M30R	916	147920	0.0189	64%	0.0059	95%
346	912	148832	0.0189	66%	0.0059	96%
348	912	149744	0.0189	68%	0.0059	97%
20006300	780	150524	0.0189	70%	0.0050	97%
OME002492	608	151132	0.0189	72%	0.0039	97%
BA10-30-84311-01	582	151714	0.0189	74%	0.0038	98%
20005600	553	152267	0.0189	75%	0.0036	98%
340	487	152754	0.0189	77%	0.0031	98%
343	487	153241	0.0189	79%	0.0031	99%
354	487	153728	0.0189	81%	0.0031	99%
PQTHB-01	450	154178	0.0189	83%	0.0029	99%
O39-01	368	154546	0.0189	85%	0.0024	100%
20003700E	368	154914	0.0189	87%	0.0024	100%
OME002814	194	155108	0.0189	89%	0.0013	100%

Tabla 4b. Clasificación ABC para el estudio de caso

Fuente: Elaboración propia

435-01	13	155121	0.0189	91%	0.0001	100%
CE278A	0	155121	0.0189	92%	0.0000	100%
M30P-01	0	155121	0.0189	94%	0.0000	100%
3030603QCO-01	0	155121	0.0189	96%	0.0000	100%
O50-02	0	155121	0.0189	98%	0.0000	100%
9757600	0	155121	0.0189	100%	0.0000	100%

Tabla 4c. Clasificación ABC para el estudio de caso

Fuente: Elaboración propia

### Curva ABC

La siguiente gráfica muestra como es el comportamiento de los productos realizando el inventario ABC.

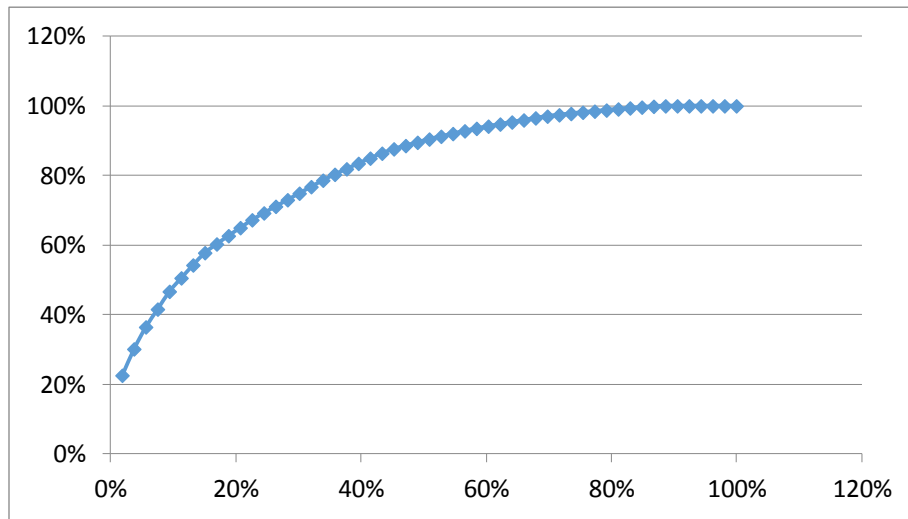


Figura 2. Gráfica de la curva ABC

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Clasificación FSN

La clasificación FSN se realizó de la siguiente manera:

1. Los artículos que fueron suministrados durante los 3 periodos se les puso el código 3 que significa F (Fast).
2. Los artículos que fueron suministrados en 2 periodos se les puso el código 2 que significa S (Slow).
3. Los artículos que únicamente se suministraron en un periodo de tiempo o que no se suministraron se les puso el código 1 o 0 que significa N (Not moving).

En la tabla de abajo se muestra la clasificación FSN donde 3 es igual a F, 2 es igual a S y 1 o 0 es igual a N (Ver tabla 5a, 5b y 5c).

CLAVE	Mes 1	Mes 2	Mes 3	FSN
3030603MY-01	6	4	6	3
M30D-01	4	1	4	3
M30E	2	11	3	3
789	1	1	1	3
371-2	2	4	3	3
355	3	2	3	3
QC25	5	8	24	3
O39	5	5	6	3
395	1	1	1	3
3D506-01	2	2	2	3
381-4	1	2	3	3
342	3	1	1	3
OME002110	1	1	1	3
OME002309	1	1	1	3
01_05_327	5	0	5	2

Tabla 5a. Clasificación FSN para el estudio de caso

Fuente: Elaboración propia

01_05_325	5	0	5	2
M30CFL	1	0	2	2
W30225634	2	1	0	2
362 LICON	4	0	2	2
352	3	0	3	2
337	3	0	3	2
361	3	0	3	2
502	1	0	1	2
OME002111	1	0	1	2
378	5	0	4	2
OME002112	1	0	1	2
373	1	0	1	2
20005700	1	0	1	2
338	1	0	1	2
20002950	1	0	1	2
M30R	2	0	2	2
346	1	0	2	2
348	1	0	2	2
OME002492	1	0	1	2
BA10-30-84311-01	1	0	1	2
340	1	0	1	2
343	1	0	1	2
354	1	0	1	2
PQTHB-01	5	0	4	2
OME002814	1	1	0	2
W30225652	1	0	0	1
MX0PE1011	0	1	0	1
OME002544	1	0	0	1
20006300	0	0	1	1
20005600	0	0	1	1
O39-01	2	0	0	1
20003700E	0	1	0	1
435-01	0	0	1	1

Tabla 5b. Clasificación FSN para el estudio de caso

Fuente: Elaboración propia



CE278A	0	0	0	0
M30P-01	0	0	0	0
3030603QCO-01	0	0	0	0
O50-02	0	0	0	0
9757600	0	0	0	0

Tabla 5c. Clasificación FSN para el estudio de caso

Fuente: Elaboración propia

### ***3.4 Clasificación mixta.***

Procedimiento para realizar la clasificación mixta fue la siguiente:

1. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean A pero que a su vez sean F van en una casilla AF.
2. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean A pero que a su vez sean S van en la casilla AS.
3. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean A pero que a su vez sean N van en la casilla AN.
4. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean B pero que a su vez sean F van en una casilla BF.
5. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean B pero que a su vez sean S van en una casilla BS.
6. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean B pero que a su vez sean N van en una casilla BN.
7. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean C pero que a su vez sean F van en una casilla CF.

8. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean C pero que a su vez sean S van en una casilla CS.
9. Los artículos que cumplen con los siguientes criterios que sean C pero que a su vez sean N van en una casilla CN.

Lo que nos genera una matriz de 3 x 3 que es la siguiente:

	<b>F</b>	<b>S</b>	<b>N</b>
<b>A</b>	AF	AS	AN
<b>B</b>	BF	BS	BN
<b>C</b>	CF	CS	CN

**Tabla 6. Matriz de clasificación mixta ABC vs FSN**

**Fuente: Elaboración propia**

El número de artículos que entran en cada categoría son

	<b>F</b>	<b>S</b>	<b>N</b>
<b>A</b>	9	8	1
<b>B</b>	4	4	0
<b>C</b>	1	14	12

**Tabla 7. Número de artículos clasificados dentro de la categoría mixta ABC vs FSN**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos AF son aquellos de alto ingreso y se mueven rápidamente en todos los periodos observados. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

Artículo	ABC	FSN
355	A	F
395	A	F
789	A	F
3030603MY-01	A	F
371-2	A	F

M30D-01	A	F
M30E	A	F
O39	A	F
QC25	A	F

**Tabla 8. Artículos con clasificación AF**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos AS son los artículos con alto uso del dinero pero que se mueven únicamente en 2 periodos. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

<b>Artículo</b>	<b>ABC</b>	<b>FSN</b>
337	A	S
352	A	S
361	A	S
01_05_325	A	S
01_05_327	A	S
362 LICON	A	S
M30CFL	A	S
W30225634	A	S

**Tabla 9. Artículos con clasificación AS**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos AN son los artículos que tiene alto uso del dinero, pero que únicamente se mueven en 1 periodo o menos. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

<b>Artículo</b>	<b>ABC</b>	<b>FSN</b>
W30225652	A	N

**Tabla 10. Artículos con clasificación AN**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos BF son los artículos que tienen un uso medio del dinero, pero se mueven en todos los periodos. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

<b>Artículo</b>	<b>ABC</b>	<b>FSN</b>
342	B	F
OME002110	B	F
381-4	B	F
3D506-01	B	F

**Tabla 11. Artículos con clasificación BF**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos BS son los artículos que tienen un uso medio del dinero, pero únicamente se mueven en 2 periodos. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

<b>Artículo</b>	<b>ABC</b>	<b>FSN</b>
378	B	S
502	B	S
OME002111	B	S
OME002112	B	S

**Tabla 12. Artículos con clasificación BS**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos BN son los artículos que tienen un uso medio del dinero, pero únicamente se mueven en 1 periodos o menos. No hay códigos que entren dentro de esta categoría.

Los artículos CF son aquellos de bajo ingreso y se mueven rápidamente en todos los periodos observados. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

<b>Artículo</b>	<b>ABC</b>	<b>FSN</b>
OME002309	C	F

**Tabla 13. Artículos con clasificación CF**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos CS son aquellos de bajo ingreso y se mueven únicamente en 2 periodos observados. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

<b>Artículo</b>	<b>ABC</b>	<b>FSN</b>
338	C	S
340	C	S
343	C	S
346	C	S
348	C	S
354	C	S
373	C	S
20002950	C	S
20005700	C	S
OME002492	C	S
OME002814	C	S
BA10-30-84311-01	C	S
M30R	C	S
PQTHB-01	C	S

**Tabla 14. Artículos con clasificación CS**

**Fuente: Elaboración propia**

Los artículos CN son aquellos de bajo ingreso y se mueven únicamente en 1 periodo o en ningún observado. Los códigos que entran dentro de esta categoría son:

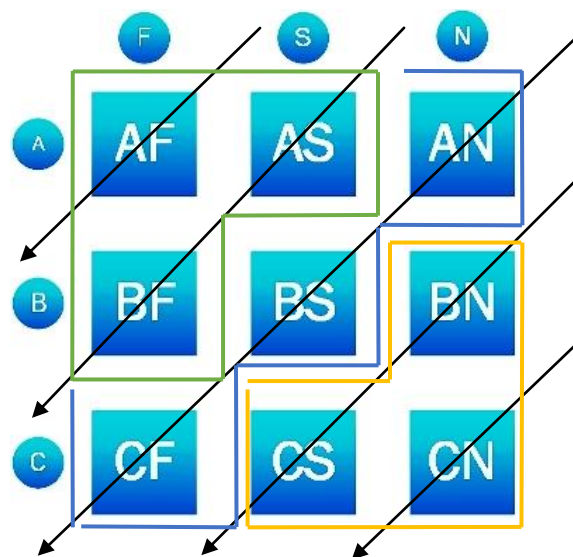
<b>Artículo</b>	<b>ABC</b>	<b>FSN</b>
9757600	C	N
20005600	C	N
20006300	C	N
OME002544	C	N
20003700E	C	N

3030603QCO-01	C	N
435-01	C	N
CE278A	C	N
M30P-01	C	N
MX0PE1011	C	N
O39-01	C	N
O50-02	C	N

**Tabla 15. Artículos con clasificación CN**

**Fuente: Elaboración propia**

Finalmente ya que los artículos están distribuidos en sus respectivas categorías se procede a integrarlos en subconjuntos que cumplan simultáneamente con alguna categoría de la clasificación ABC y su correspondiente clasificación en la categoría FSN. Por ejemplo el artículo AF tiene categoría A de la clasificación ABC y categoría F de la clasificación FSN. Posteriormente se agruparon en 3 grupos, lo que genera 3 ecuaciones (Ver figura 4) siguiendo la agrupación de la como se muestra en figura 3.



**Figura 3. Forma en que se llegó a la categoría mixta AA, BB, CC.**

**Elaboración propia**

Ya clasificados de manera mixta se agruparon en tres categorías de grupos AA, BB y CC mostrados en la figura 4.

En la figura 4 queda como se aplicó el proceso anterior de la figura 3 para llegar a la categorización de AA, BB, CC, que corresponden a 3 ecuaciones mostradas en la figura 4.

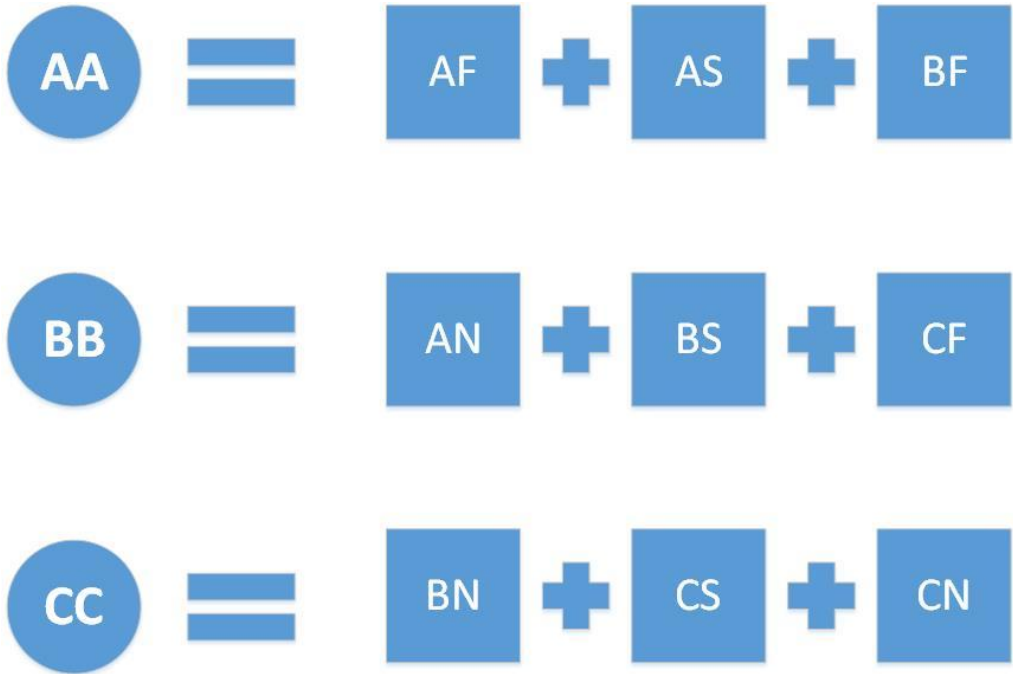


Figura 4. Agrupación de categorías mixtas en AA, BB y CC

Fuente: Elaboración propia

Lo que nos da como resultado una nueva forma de ver los inventarios pues ya no sólo lo vemos como un ente económico, sino que además los observamos de una manera integral al compararlos con el tiempo de rotación, lo que nos genera una nueva clasificación de la forma AA, BB, CC, como lo expreso Jiménez Baeza (2015) en su tesis para la gestión de calidad. (Jiménez Baeza, 2015)

Como se muestra en la siguiente tabla.

<b>AA</b>	<b>Nombre</b>
337	Ácido úrico
342	Amilasa
352	Urea
355	Creatinina
361	Colesterol
395	Calibrador colesterol (hdl/ldl) directo 1x3 [ml]
789	Papel
01_05_325	Suero control normal
01_05_327	Suero control anormal
OME002110	Solución de limpieza diaria
3030603MY-01	Papel térmico para bc3200.
362 LICON	Ldh líquida enzimática
371-2	Glucosa
381-4	Hdl colesterol directo
3D506-01	Liquichek hematology 16 control juego trilevel 3x3 [ml]
M30CFL	Lisante-libre de cianuro-cfl
M30D-01	Diluyente.
M30E	E-Z cleanser
O39	Tiras reactivas uriscan gen 10sgl c/100
QC25	Agua desionizada garrafa 10 [litros]
W30225634	Papel térmico para impresora CI

**Tabla 16. Categoría de artículos AA**

**Fuente: Elaboración propia**



<b>BB</b>	<b>Nombre</b>
378	Triglicéridos
502	Ser-t cal multicalibrador
0ME002111	Diluyente de orina 500 [ml]
0ME002112	Paquete de soluciones Na, K, Cl
0ME002309	Solución de lavado extra
W30225652	Copas para Cl (10x100)

**Tabla 17. Categoría de artículos BB**

**Fuente: Elaboración propia**

<b>CC</b>	<b>Nombre</b>
338	Albumina
340	Alanino amino transferasa (ALT)
343	Aspartato amino transferasa (AST)
346	Bilirrubina directa
348	Bilirrubina total
354	Calcio
373	Proteínas totales
9757600	Hemosil diluyente de factor
20002950	Hemosil recombiplastin
20005600	Hemosil control normal nivel i
20005700	Control anormal bajo
20006300	Hemosil aptt-sp
0ME002492	Solución de relleno interno 125 [ml]
0ME002544	Papel impresor ilyte 5/pk caja c/5 rollos
0ME002814	Ctrl calidad 2 niveles Na/K/Cl 2x10 [ml]
20003700E	Plasma de calibración
3030603QCO-01	Papel térmico para impresión uriscan optima
435-01	Liquiecheck urianalisis control

BA10-30-84311-01	Cubetas de reacción para bs-120 1 segmento con 5 cubetas
CE278A	Toner para impresora hp laserjet p1606
M30P-01	Probe cleanser
M30R	Solución limpiadora
MX0PE1011	Yellow tip vol. 0.5-250 ul puntas para pipeta
O39-01	Tira reactiva uriscan gen 10sgl
O50-02	Tira p/ calibracion uriscan
PQTHB-01	Paquete de hojas bond

**Tabla 18. Categoría de artículos CC**

Fuente: Elaboración propia

### ***3.5 Estrategia para la gestión de inventarios***

Ya determinada la clasificación de los inventarios se propone una estrategia para cada categoría.

#### **Categoría AA**

Se debe tener un nivel de servicio del 95% o más según la temporada en que se encuentre el abasto del producto en el laboratorio clínico.

Pues son productos que se mueven durante la mayor parte de los periodos y su uso del dinero es alto. Se deben analizar los códigos que tienen faltantes, para evitar tener órdenes en espera (backorders) por su alta demanda y por su alto valor agregado que le dan a la empresa.

#### **Categoría BB**

Se debe tener un nivel de servicio del 80 %, pues no generan gran aporte económico a la empresa, pero son necesarios por que se consumen en todos los periodos.

Se debe tener los mínimos o tener un inventario de seguridad para considerar la demanda durante un mes.

## **Categoría CC**

De estos productos únicamente hay que tener un mes como factor de seguridad. Y no tener sobre inventario.

Nunca tener sobre inventario de este tipo de productos porque ahí es donde la empresa puede estar perdiendo dinero.

Hay que tratar de rotarlos continuamente.

### ***3.6 Determinación del punto de reorden para un artículo AA***

Se selecciona el artículo 381-4. Considerando la estrategia mencionada en el apartado anterior, sería conveniente establecer un nivel de servicio del 95%. Para tener un nivel de servicio del 95% de la demanda del artículo se propone utilizar la política (Q, R) con los siguientes datos:

Demanda promedio del artículo es: 2 unidades / mes

Desviación estándar de la demanda del artículo es: 1 unidad

El tiempo de entrega es: 1 mes

Nivel de servicio es: 95%

Aplicando la política de nivel de servicio. El Punto de reorden se calcula de la siguiente manera

Se determina el valor de z que corresponda a  $F(z) = \alpha$ , donde  $\alpha$  es el nivel de servicio de 95%

$F(z=1.65) = 95\%$

Se evalúa R usando el valor obtenido de z

$$R = \bar{D}\tau + z\sigma_{\tau}$$

$$\sigma_{\tau} = \sigma\tau = (1)(1) = 1[\text{unidades}]$$

Sustituyendo la unidades en R

$$R = (2) \left[ \frac{\text{unidades}}{\text{mes}} \right] (1)[\text{mes}] + (1.65)(1)[\text{unidades}] = 3.65[\text{unidades}]$$

$$R = 3.65 [\text{unidades}]$$

$$R = 4 [\text{unidades}]$$

De las cuales 2 son para poder cumplir con la demanda durante el tiempo de entrega y 2 corresponden al inventario de seguridad. Que durante el periodo de estudio tuvo una demanda promedio de 2 [unidades] (año 2014).

## Conclusiones

El sistema del sector salud en México requiere que se ponga más atención en sus laboratorios pues muchas de las veces no hay los insumos necesarios para realizar las pruebas de laboratorio. También, es indispensable buscar la forma de automatizar sus laboratorios clínicos, lo que permitirá tener una mejor asertividad en las pruebas, lo que generara un mayor beneficio en el sector salud público.

Es importante describir los inventarios, porque de esa manera podremos entender cómo funciona su proceso de gestión, al clasificarlos podemos observar cuales son los que están generando sobre inventario o cuales están generado una orden en espera (o backorder). Los inventarios ABC nos indican el uso del dinero y que productos generan más o menos dinero, los inventarios FSN nos dicen que tan rápido se mueven los productos.

La metodología ABC no basta para observar el comportamiento del inventario. A su vez, la metodología FSN no proporciona un dato suficiente para comprar los insumos que se requieren que estén en un CEDIS (Centro de distribución), por lo tanto al usar un sistema integral de gestión, es una manera más confiable de realizar el pronóstico y de poner más atención en los productos que generan una mayor derrama económica o los productos que generan una pérdida, pues los productos que están en CC nos pueden generar un problema de sobre inventario, lo que causa una pérdida económica porque tienen una caducidad, así que hay que tratar de mantenerlos al mínimo.

Si se quiere tener una política del 95 % de nivel de servicio es indispensable calcular su punto de reorden para los productos que cumplen AA, ya que son los productos que tiene un alto uso de dinero y además se mueven en todos los periodos como se pudo observar para el cálculo de un producto que tiene una demanda de 2 unidades, su punto de reorden es de 4 unidades, con lo cual evitaríamos problemas de tener faltantes u órdenes en espera (backorders), lo impediría tener un alto nivel de servicio.

Con este trabajo se puede llegar a implementar en el sistema SAP, que es un sistema robusto de base de datos, para que los que son planeadores de la demanda o encargados del área de compras logren visualizar los productos que requieren mayor atención, por lo cual es de suma importancia esta tesina en la gestión de los inventarios en una empresa del sector salud. Pues actualmente ninguna empresa aplica esta metodología para la gestión de los inventarios.

## **Glosario**

**CEDIS** Centro de Distribución

**Endógeno** Que se origina por causas internas

**Exógeno** Que se forma o nace en el exterior de otro

**HLA** Antígenos leucocitarios humanos

**IMSS** Instituto Mexicano del Seguro Social

**InDRE** Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos

**ISSSTE** Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

**LAVE** Laboratorios de Apoyo a la Vigilancia Epidemiológica

**LESP** Laboratorios Estatales de Salud Pública

**LNR** Laboratorio Nacional de Referencia

**QFB** Químico Fármaco Biólogo

**RNLSP** Red Nacional de Laboratorios de Salud Pública

**SAP** Sistema, Aplicaciones y Productos para el procesamiento de datos

**SEDENA** Secretaria de la Defensa Nacional

## Bibliografía

- Adam, E. (1991). *Administración de la Producción y de las Operaciones* (4ta ed.). Ciudad de México, México: Prentice-Hall.
- Albrecht, K. (1992). *Servicio al cliente interno*. Buenos Aires: Ediciones Paidós.
- González de Buitrago, J. M. (2010). *Técnicas y métodos de laboratorio clínico*. Barcelona, España: Elsevier Masson.
- IMSS. (11 de Mayo de 2015). *IMSS*. Obtenido de [www.imss.gob.mx](http://www.imss.gob.mx):  
<http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/Logros2014PIIMSS.pdf>
- Jiménez Baeza, G. R. (29 de Mayo de 2015). Sistema de planeación, control de inventarios y control de la producción en un grupo farmacéutico. Ciudad de México, Distrito Federal, México.
- KPMG. (11 de Mayo de 2015). *La Industria Farmacéutica en México*. Obtenido de KPMG México: <https://bitacorafarmacéutica.files.wordpress.com/2008/08/la-industria-farmacéutica-en-mexico.pdf>
- Malagón-Londoño, G. G. (2008). *Administración hospitalaria*. Bogotá: Médica Panamericana.
- Salud, S. d. (11 de Mayo de 2015). *CRITERIOS DE OPERACIÓN PARA LA RED NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD PÚBLICA*. Obtenido de [http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/sinave/ve\\_lab/CRITERIOS\\_FINAL.pdf](http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/sinave/ve_lab/CRITERIOS_FINAL.pdf)
- Siddharth P., J. L. (31 de Enero de 2015). *A decision support system for inventory management*. Obtenido de The University of Mississippi:  
<http://www.swdsi.org/swdsi08/paper/swdsi%20proceedings%20paper%20s206.pdf>
- Sipper, D. (1998). *Planeación y Control de la Producción*. México: Mc GrawHill.