



Doctorado en Administración de Negocios

**ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN DE
EMPRESAS**

BUENOS AIRES, ARGENTINA

TESIS DOCTORAL

**LA INFLUENCIA DEL ESCENARIO INFLACIONARIO EN
LA GESTIÓN DE STOCKS DE LAS EMPRESAS
BRASILEÑAS Y ARGENTINAS.**

Doctorando: Robson dos Santos

Director de Tesis: Alexandre Formigoni

Junio, 2021.

“La perseverancia es el camino más corto hacia el éxito”.

(Charles Chaplin)

“Quizás no pude hacer lo mejor, pero luché por hacer lo mejor. No soy lo que debería ser, pero gracias a Dios no soy lo que era antes”.

(Marthin Luther King)

RESUMEN

Esta tesis analiza la influencia del cambio de nivel de precios en la política de gestión de materiales de las organizaciones, determina si el procedimiento de programación y la toma de decisiones a través del cálculo del lote económico de compras, fabricación y niveles de suministro relacionados se modifican en la práctica ante el cambio en el nivel de precios. En los países en los que la inflación hace que los costos aumenten continuamente debido a la inflación, es un reto para el gestor que desea utilizar métodos cuantitativos para la toma de decisiones. El estudio demuestra diferentes modelos matemáticos sugeridos en la literatura con la función de optimizar los stocks aplicados a los costos del período estudiado, permitiendo al gestor saber en qué medida estos métodos serán válidos y pueden ser utilizados en un escenario inflacionario y en constante aumento de los costos, donde el determinante de que el gestor debe reducir racionalmente los stocks ante un aumento en el costo de los artículos puede no ser real para anticipar las compras de lo que estaba programado para la producción evitando el efecto de aumento de precios, teniendo por otro lado una tendencia de precios altos acompañados de un aumento en la tasa de interés y los costos de almacenamiento. El estudio hace una descripción del escenario inflacionario en el entorno económico de Brasil y Argentina en los últimos 10 años y la influencia en la política de stock de las empresas a partir de los modelos presentados, incluyendo entrevistas teniendo en cuenta los estándares de gestión stocks con inflaciones controladas e incontroladas en 17 empresas brasileñas y 17 argentinas.

Palabras clave: Inflación, Lote económico de compras, Gestión de stock, Logística.

RESUMO

O estudo analisa a influência da mudança de nível preço na política de gestão de materiais das organizações, determinar se o procedimento de programação e tomada de decisão através do cálculo de lote econômico de compras, fabricação e dos níveis de abastecimento relacionados são modificados na prática diante da mudança de nível de preço. Em países onde a inflação torna os custos em movimento crescente contínuo devido a inflação é um desafio para o gestor que deseja utilizar métodos quantitativos para tomada de decisão. O estudo demonstra diferentes modelos matemáticos sugeridos na literatura com função de otimizar inventários aplicados aos custos do período estudado, possibilitando ao gestor saber até que ponto estes métodos serão válidos e podem ser utilizados em um cenário inflacionário e de constante aumento de custos, onde a determinante que o gestor deva de maneira racional diminuir os estoques em vista de um aumento de custo dos itens pode não ser real em vista ao antecipar compras que estava programado para produção evitando o efeito de aumento de preço, tendo por outro lado uma tendência de preços elevados acompanhada por um aumento da taxa de juros e custos de armazenamento. O estudo faz uma descrição do cenário inflacionário no ambiente econômico de Brasil e Argentina dos últimos 10 anos e a influência na política de estoque das empresas a partir de modelos apresentados, incluindo entrevista levando em consideração os padrões de gestão de estoque com inflações controladas e descontroladas em 17 empresas Brasileiras e 17 Argentinas.

Palavras-chave: Inflação, Lote econômico de Compras, Gestão de estoque, Logística.

LISTA DE SIGLAS

LEC	Lote Económico de compras
CA	Costos de Almacenamiento
CP	Costos del Pedido
PIB	Producto Interior Bruto
INDEC	Instituto Nacional de Estadística Y Censo
EOQ	Cantidad de Orden Económica
IPCA	Índice Nacional de Precios al Consumidor

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Inflación de la demanda-tirón.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 2 La brecha inflacionaria.....	28
Figura 3 Inflación de costo-empuje	29
Figura 4 La espiral salarial-precio	Erro! Indicador não definido.
Figura 5 Inflações descontroladas e controlada.....	43
Figura 6 (Índice de inflación anual y mensual Últimos años Argentina, 2020) – IDEC...45	
Figura 7 Inflación anual de Brasil: (IBGE, 2020)	46
Figura 8 Inflación anual Brasil Argentina IBGE (2020), INDEC (2020).....	46
Figura 9 - Demanda determinista Sistema de Stock de Revisión Constante	49
Figura 10 Demanda probabilística sistema de stock de revisión constante.	50
Figura 11 Función de densidad, función de probabilidad acumulativa y función de probabilidad.....	51'
Figura 12 - Compra anticipada para un aumento de costos.	54
Figura 13 Compras anticipadas: dos aumentos por año espaciados en un intervalo de seis meses.	57
Figura 14 Compras anticipadas: Incertidumbre en el momento del aumento de costos.....	60
Figura 15 Compras anticipadas: Incertidumbre en el momento del aumento del costo y aumento del paso restringido al intervalo de tiempo m	65
Figura 16 Aumento lineal del costo del material y su efecto sobre el tamaño del lote económico.	70
Figura 17 Aumento de costos paso a paso para la política de compra Hand-to-Mouth caso de tiempo probabilístico.....	84
Figura 18 Reordenación de los niveles de modelos de stock de revisión periódica, con costos de Figura 19 material constantes y crecientes.....	89
Figura 20 Costos previstos de reordenación de los niveles de stock para el cuarto período de muestra.....	91
Figura 21 Reordenar niveles y reordenar puntos para estacionarios y el aumento de los costos de material.....	91

ÍNDICE

Introducción	10
Objetivo.....	11
Objetivos específicos	12
Hipótesis	12
Estructura de la investigación	13
1. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS CIENTÍFICAS	13
1.1 CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.2 Método de investigación.....	14
2. Marco teórico	17
2.1. Definiciones de inflación	20
a) La naturaleza del fenómeno	20
b) La dimensión del factor tiempo.....	21
c) Factores y mecanismos exógenos.....	21
2.2 Tipos de inflación	22
2.2.1 Inflación de la demanda	22
2.2.2 Inflación de la oferta	23
2.2.3 Inflación inercial.....	25
2.2.4 Inflación estructural	25
2.2.5 Teoría de la inflación: una visión general	25
2.3. Tasa de inflación.....	31
2.4. Tipo de interés real y aparente.....	32
3 INFLACIONES CONTROLADAS E INCONTROLADAS	33
3.1. Aumento de precios y acumulación de stocks.....	34
3.2. Tasa de interés y devengos de stock	35
3.3. La ilusión del dinero	38
3.4. El vuelo del dinero.....	40
3.5. El vuelo del stock.....	41
3.6 Inflación incontrolada y controlada.....	41
3.7 Inflación Brasil y Argentina.....	44
4. - CAMBIOS EN EL NIVEL DE PRECIOS Y LOS MODELOS DE STOCK	47
4.1 Modelos de inventario de revisión constante	47
4.1.1 Modelos de demanda deterministas	52
4.1.1.1. Aumento de paso determinista en una entrada	52

4.1.1.3.	Aumento continuo de los costos en una entrada	65
4.1.1.4.	Aumentos continuos de costos en todos los insumos	69
4.1.1.5 -	Aumentos irregulares de los costos	77
4.1.2.	Modelos de demanda probabilística.....	79
4.2	Modelos de stock de revisión periódica.....	80
4.2.1 -	Modelos de stock de revisión periódica con demanda determinista: la política de compra <i>Hand-to-Mouth</i>	81
4.2.2.	Modelos de revisión periódica con demanda probabilística	86
4.3 -	Economía potencial	92
5	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO	95
5.1.	Preguntas y respuestas	96
	RESÚMENES Y CONCLUSIONES	108
	Referencias	111

Introducción

En los últimos años, Brasil y Argentina han experimentado escenarios opuestos con relación a las tasas de inflación, por lo que las empresas de ambos países han encontrado situaciones diferentes en relación con el escenario económico, Brasil con estabilidad con relación a los controles de precios y Argentina experimentando hiperinflación y, en consecuencia, difíciles controles de precios.

Asumiendo que varios modelos matemáticos de gestión de stock fueron desarrollados a lo largo del tiempo y por diferentes autores, el estudio creó una línea de conceptos de los modelos y comportamientos encontrados en diferentes escenarios de variaciones de precio, costo y flujo de materiales. Debido a la importancia de gestionar el flujo de materiales en las operaciones logísticas, que tiene como objetivo reducir el impacto en la atención al cliente por la falta de material (NOVAES, 2021), la importancia de un estudio sobre cómo optimizar la determinación de la LEC (Lote Económico de Compras) es necesaria en vista de la necesidad de mantener un costo razonable, prevaleciendo el equilibrio.

Considerando que los modelos son fundamentales para que la decisión del gerente sea lo más asertiva posible, estudiamos sistemáticamente el efecto de los cambios en el nivel de precios y la solución ideal en base al modelo matemático más adecuado. Comenzamos con modelos de revisión constante, ya sea con demanda determinista o probabilística, pero con la misión de demostrar la cantidad ideal que la empresa debe adquirir con anticipación, manteniendo el equilibrio de costo total y mantenimiento de stock. A partir del análisis de cómo se aplican estos modelos en los más diferentes escenarios, corroboramos un tema ampliamente discutido en la literatura con relación a las decisiones de compra, ya sean especulativas, preventivas o anticipadas (Dias, 2003). A seguir, consideramos el modelo de stock con revisión periódica, concentramos los estudios en la política *Hand-to-Mouth* para el caso de demandas determinísticas, que trata de compra sólo cuando tenemos definición de la demanda, relacionamos así, el tamaño del lote con la cantidad y el valor medio. En el caso de demandas probabilísticas, es difícil definir un modelo específico para cada problema con el fin de tener una fórmula que defina el tamaño de lote, por lo tanto, lo describimos a través de teoremas cualitativos que indican caminos para las variaciones de tamaños de lote ideales en relación con los costos derivados de la inflación. A partir de ahí, evaluamos los ahorros obtenidos en el uso de las fórmulas, utilizando ejemplos con datos no reales debido a la dificultad de obtener los mismos para las empresas estudiadas, sin embargo, las cifras representan un escenario posible y suficiente para ejemplificar el contenido.

Para que todo este análisis tuviera fundamento en el escenario inflacionario, se decidió contar con una base teórica basada en los conceptos de inflación y sus características, a partir de su definición citada con el fin de establecer la idea de influencia en la gestión de stock, se relata por el proceso inflacionario a partir de la naturaleza del fenómeno, el intervalo de tiempo y los mecanismos exógenos que influyen en las causas de la inflación. A partir del estudio de los tipos de inflación, es posible delimitar el interés de la investigación en informar sobre la influencia de la inflación en el proceso de gestión de inventarios y el flujo de materiales.

A partir de la base literaria y el análisis de los diferentes modelos matemáticos puestos a disposición del gestor para definir el LEC ideal, el trabajo presenta el resultado de una encuesta realizada con profesionales de 34 empresas (17 en Brasil y 17 en Argentina) sobre su acciones y consideraciones sobre la influencia de la inflación en la toma de decisiones. El resultado presenta los métodos para mantener los niveles de stock tanto terminado como en proceso, y también demuestra si el escenario inflacionario interfirió en algún momento en el proceso de toma de decisiones del gestor, ya sea en el proceso de compras, tasa de retorno y formación de precios.

Con la necesidad de mantener bajos los niveles de stock, el gestor busca soluciones para la correcta toma de decisiones entre el nivel de inventario y las ganancias financieras. Dados los escenarios inflacionarios y la dificultad para tomar decisiones, el estudio presenta el siguiente problema: ¿Los modelos matemáticos son válidos para el cálculo del Lote Económico (LEC) y la toma de decisiones en un escenario inflacionario?

Objetivo

El objetivo de este trabajo es estudiar los efectos de la inflación cambiando el nivel de precios en la política de stock de las empresas. Se determinará si los procedimientos para utilizar modelos matemáticos para calcular el tamaño de los lotes económicos de compra y fabricación, o los niveles de reabastecimiento, deben modificarse dependiendo del escenario inflacionario.

En los países con inflación incontrolada crean un desafío para los gerentes que quieren utilizar herramientas cuantitativas para las operaciones.

El trabajo observa los modelos matemáticos sugeridos en la literatura para optimizar las operaciones de stock y analiza si todavía se pueden utilizar en situaciones de inflación incontrolada.

Además del modelo común para calcular el LEC, otros dos se utilizarán para casos con interferencia de inflación, el modelo con un aumento discreto de los costos y el modelo con un aumento continuo de los costos, todos los modelos descritos en el marco teórico.

Objetivos específicos

Sobre la base de este objetivo general, la necesidad de alcanzar objetivos específicos es la siguiente:

- ✓ Comprender los diferentes modelos para calcular lotes económicos y compararlos a través de la aplicación de los datos recogidos en las empresas, configurando un caso práctico múltiple
- ✓ Analizar el comportamiento inflacionario de Brasil y Argentina en los últimos años.
- ✓ Comprobar si el uso de los modelos es válido dentro de un escenario inflacionario a partir del estudio de las organizaciones de los dos países.

Hipótesis

H1 – El aumento de precios interfiere en el modelo utilizado para calcular el LEC en las empresas estudiadas.

H2 - La inflación del país altera la forma de gestión de stock en las empresas estudiadas.

H3 - El gestor toma una decisión diferente a la indicada por el modelo matemático de acuerdo con el escenario inflacionario.

Estructura de la investigación

El trabajo se estructura en 3 grandes apartados, el primero centrado en la base teórica sobre la definición de logística global y su relación con la gestión del flujo de materiales, seguido de conceptos y definición del significado de inflación y su influencia en el mercado financiero con reflejo en la gestión de stock y del dinero (capital), esta teoría también incluye una demostración del escenario inflacionario en Brasil y Argentina entre los años 2011 y 2020.

La segunda parte del estudio consiste en describir la teoría sobre modelos de inventarios y el comportamiento relacionado con el nivel de precios, demostrando modelos matemáticos de control y ajustes en relación con los tipos de demandas, variación de costos y modelos de inventarios.

En la tercera parte, anterior a la conclusión, presentamos los resultados de una encuesta realizada a 34 profesionales de empresas argentinas y brasileñas donde el enfoque ha estado orientado a comprender sus acciones con relación a la toma de decisiones sobre gestión de stock y flujo de materiales frente al escenario inflacionario distintos entre los dos países.

PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS CIENTÍFICAS

En este apartado se señala el proceso de investigación científica en su clasificación. El método científico de investigación también puede definirse como un proceso de pasos donde el investigador científico, avanza su exploración utilizando criterios científicos para lograr datos que apoyan o no su teoría inicial (Ciribelli, 2003).

La investigación tiene como objetivo "resolver problemas y dudas a través de procedimientos científicos" (Barros, Lehfeld, 2000, p.65), ya que es necesario explicar con respuestas coherentes los factores que se basan en la investigación, existen investigaciones de diversos tipos para recopilar datos a investigar.

CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación puede ser clasificada por el objetivo y su naturaleza, en cuanto al objetivo puede ser exploratorio o descriptivo, en una fase preliminar el exploratorio proporciona la información importante para la investigación, en la mayoría de los tiempos

en torno a la literatura específica, por lo que el modo exploratorio permite obtener detalles sobre el fenómeno estudiado, proporcionando orientación sobre cómo establecer metas.

Considerando su aplicación se puede clasificar por naturaleza porque genera conocimiento usado a la práctica, con el objetivo de resolver problemas específicos y trata factores reales e interesantes en lugar de la investigación.

Se ha establecido pautas para definir metas y formular suposiciones donde se transforman las formas de investigación bibliográfica. Consideramos que la investigación exploratoria es flexible, lo que nos permite estudiar los diversos ángulos. De manera integral se ha realizado investigaciones bibliográficas, entrevistas con profesionales y demostraciones de ejemplos que ayudaron a contribuir a la comprensión del estudio.

Desde el momento en que el investigador registra e informa los hechos observados sin interferir, consideramos como investigación descriptiva. Ha sido necesario entrevistar a expertos para comprender sus percepciones sobre la influencia de la inflación en la gestión de las existencias y la adopción de decisiones. Así, para la recolección de datos se han utilizado técnicas específicas, como la entrevista y la observación. También es un estudio documental, ya que las fuentes de análisis documental son a menudo de origen secundario, ya que constituyen conocimientos, datos o información ya recopilada u organizada. Las fuentes secundarias son los medios impresos (periódicos, revistas, boletines, catálogos) y la electrónica (grabaciones magnéticas de sonido y vídeo, grabaciones de audio e imágenes digitales) y los informes técnicos (Vergara, 2006).

Método de investigación

A partir de la investigación bibliográfica se han identificado variables cuantitativas y cualitativas, considerando que la investigación fue planificada para que los resultados fueran confiables. El método cuantitativo se caracteriza por la demostración de los modelos utilizados para determinar el Lote Económico de Compras (LEC), caracterizado por el uso de la cuantificación, es decir, entre otros, para asegurar resultados y evitar distorsiones de análisis e interpretación, lo que permite un mayor margen de seguridad para las inferencias (Diehl, 2004).

En el caso del método cuantitativo, la descripción de la complejidad de un determinado problema y la interacción de determinadas variables, así como busca comprender y clasificar los procesos dinámicos experimentados por los grupos sociales,

contribuyendo al proceso de cambio de un determinado grupo y permite, en mayor medida, comprender las particularidades del comportamiento de los individuos (Vergara, 2006). Procedimiento fundamental para la interrelación de las características principales comunes del estudio cualitativo:

- Datos recogidos en un escenario en el que se construyen fenómenos;
- Durante el proceso de búsqueda es que se analizan los datos;
- Estudios descritos a partir de la comprensión de los significados de los sujetos o relacionados con la literatura;
- Teoría descrita a través del análisis empírico de los datos, con las consideraciones, a través de la lectura de otros autores;
- La interacción entre lo que ha sido investigado y el entrevistado es fundamental, y es esencial para el investigador mejorar las técnicas de comunicación;

Para la investigación, las características con relación a la práctica cualitativa fueron consideradas a través de los entrevistados encuestados.

Población y muestra de la investigación

Esta encuesta se ha realizado en 2019, en empresas de diversos sectores de los países involucrados, Brasil y Argentina. Los participantes respondieron preguntas relacionadas con temas afines con acciones de gestión de stock y flujo de materiales ante el escenario inflacionario y cambios de precios.

Instrumento de recopilación de datos

Los datos de esta encuesta se han recopilado independientemente del período más productivo y el segmento económico. Las preguntas se han enviado de forma abierta por correo electrónico o se han formulado en persona o por teléfono.

Procesamiento y análisis de datos

En cuanto al procedimiento y análisis de datos, informamos en el capítulo 5 titulado “Resultados de la investigación de campo” de forma más detalles para justificar las preguntas.

En cuanto al tratamiento de las preguntas, el autor ha utilizado técnicas de análisis de la comunicación cuyo objetivo es obtener, mediante procedimientos sistemáticos y objetivos, describir el contenido de la información en los mensajes, indicadores, que permitan la interferencia del conocimiento sobre las condiciones de producción y recepción de estos mensajes (Bardin, 1977).

Ante la ausencia de literatura específica sobre la interferencia de la inflación en el manejo de stocks, se ha examinado informaciones sobre producciones científicas en bibliotecas virtuales y bases de datos, la Biblioteca Científica Electrónica en Línea (SciELO) y en las colecciones electrónicas de revistas e instituciones científicas, como la OIT, el Ministerio de Hacienda, las agencias estatales de los países.

Investigación Delfhi como instrumento metodológico de congruencia

La técnica Delphi es un método que deduce y refina las opiniones de un grupo de expertos, con el objetivo de alcanzar el consenso de opinión de un grupo de peritos a través de cuestionarios, intercalados con opiniones controladas (Marconi, Lakatos, 2012).

Para validar los factores que guiaron los objetivos e hipótesis de esta tesis, se ha invitado a 34 (treinta y cuatro) especialistas, siendo 17 (diecisiete) de cada país y varias áreas de actuación, siendo que las principales características comunes a las empresas entrevistadas han sido las siguientes:

- Grandes en sus respectivos sectores, independientemente de si el criterio es la cuota de mercado, el número de empleados o el volumen de ventas;
- Todos buscaban expansión, empresas rentables, aunque la investigación se ha llevado a cabo en un momento en que prácticamente todos los sectores empresariales estaban enfrentando dificultades, especialmente en Argentina;

- Todas eran esencialmente empresas manufactureras, aunque algunas también estaban vinculadas directamente o a través de subsidiarias y en otras actividades como la agricultura, la minería y el transporte;

- La mayoría formaban parte de organizaciones multinacionales y eran conocidos internacionalmente; operando incluso en otros países. Según el principal sector en el que operaban, las empresas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- alimentos y bebidas: 12 empresas;
- productos químicos, cosméticos y productos farmacéuticos: 10 empresas;
- electrónica, productos eléctricos, maquinaria, acero: 7 empresas;
- textil y confección: 2 empresas;
- papel: 3 empresas;

Las preguntas tienen el objetivo de responder a las hipótesis planteadas en esta tesis y principalmente al problema de investigación, por ello han sido llevadas a comprender el proceso de gestión orientado a una posible especulación, que se cuidó de negar este tipo de acciones, sin embargo, en las entre líneas se evidenció la atención prestada a la influencia del proceso de incremento de precios para la toma de decisiones en la gestión de stock y también en los proyectos, evidencia que corrobora las intenciones de esta investigación.

2. Marco teórico

La logística ha existido desde el principio de los tiempos y tiene en las grandes guerras su magnitud definida por cuestiones de estrategia y todo este conocimiento transferido a la realidad empresarial a lo largo de los años. A lo largo de los años, varios autores definieron la logística como una actividad primaria para la existencia de la empresa. Novaes, (2021) enfatiza la importancia de la logística en diversos sectores de una empresa de acuerdo a su atribución, una definición más generalista fue citada por Moura, (1998) (p.51) "La logística es un sistema global, formado por la interrelación de los diversos segmentos o sectores que lo componen" (p.51).

El escenario económico a su vez enfrenta cambios constantes que hacen que el mercado se vuelva más competitivo y que la gestión sea más eficiente en las operaciones,

allí se crea una paradoja donde la logística entendida como una de las actividades más antiguas se convierte en el concepto más moderno en materia de gestión.

También podemos considerar todas las actividades que tengan como objetivo la creación de valor, maximizando el flujo de recursos materiales, desde su origen hasta el distribuidor final, asegurando un suministro de calidad, intacto, integral a un costo razonable y dentro de la perspectiva temporal que satisfaga las necesidades de los clientes, se define como logística desde un punto de vista más operativo, dando más énfasis al flujo de materiales (Ambrosio Rodrigues, 2000, pag. 98).

Rodríguez (1998) afirma que este flujo se divide en tres tipos: el flujo material, el flujo de información y el flujo monetario-financiero. Para el autor, la logística es la función de gestionar responsablemente todos los flujos de materiales e información, originándose en la base de la cadena de suministro, pasando activamente la efectividad del proceso de producción y satisfaciendo al cliente.

La importancia en la gestión del flujo de materiales implica en las cuestiones de controlar el nivel de stock en el nivel más bajo posible sin comprometer el del servicio al consumidor, por lo que la precisión en el proceso de compra se vuelve fundamental. Según García et al (2012) el sistema logístico abarca, además de almacenes y transportes, el procesamiento de pedidos/compras, planificación de la producción, lo que requiere un mayor control por parte de los gestores de estas actividades consideradas vitales en el proceso logístico.

El flujo de materiales debe realizarse de manera que se pueda producir dentro de las especificaciones con la menor falta de material posible, con el fin de satisfacer las demandas de los clientes, destinando los mínimos recursos posibles de las empresas involucradas en la cadena (Cardoso, 2011).

La sensación de que el producto se mueve a lo largo de la cadena de forma continua desde su fabricación hasta el cliente en forma de producto final no es real, varias veces queda parado en forma de material almacenado en operación productiva (SLACK, N.; et al., 2008).

Desde el momento en que el producto queda parado a lo largo de la cadena esto implica un aumento de los costos, y la función de stock es fundamental para equilibrar la demanda y la oferta.

Se deben considerar varios factores antes de tomar decisiones sobre cómo administrar el stock, uno de los cuales es el tamaño del lote de compra. Las solicitudes de compra se pueden realizar a intervalos y cantidades fijas o variables, determinados por un nivel de suministro mínimo, conocido como punto de reposición, el modelo que utiliza un

tamaño de lote fijo se puede dimensionar convenientemente por el lote de pedido económico. Cardoso (2011), obtiene la solución de compromiso entre el costo de mantenimiento del stock y su costo de colocación de pedidos, incluida la reducción de precios debido a los ahorros de escala (SLACK, N.; et al., 2008). Ya sea por reposición por cantidades variables o fijas con ciertos intervalos o también variables, se utilizan modelos matemáticos para tomar la decisión correcta.

El pedido realizado para un producto considerando un costo mínimo posible a obtener considerando incluso gastos de almacenamiento, costos de capital y otros gastos de adquisición se denomina Lote Económico de Compras – LEC, A Morgado & Gonçalves (2001), El Lote Económico es la cantidad ideal de material a comprar en cada operación de reposición de stock, donde el costo total de adquisición, así como los respectivos costos de almacenamiento, es mínimo para el período considerado.

Según Correa (2001), el LEC se calcula analizando todos los costos implicados en el sistema de stock:

- Costos de almacenamiento (CA): para calcular cuánto cuesta almacenar un producto almacenado el gestor debe sumar los gastos para mantener el stock, afirma que el costo de mantener en stock también incluye los costos de seguro, deterioro, obsolescencia, así como los costos de oportunidad aplicados en stock.

- Costo del pedido (CP): Los gastos relacionados con el proceso de compra de una determinada cantidad de producto para realizar la reposición del stock se consideran costos de tramitación del pedido, según Correa (2001), para medir el Costo del Pedido (CP), el administrador debe recoger todos los gastos relacionados los órganos de las compras y de gestión de stock.

En un escenario de inflación incontrolado, el gerente intenta minimizar el costo de adquirir materiales utilizando acciones de tenencia, es decir, tenencia de acciones, porque un componente importante del costo de mantenimiento es la tasa de interés (Thiry-Cherques, 2006). Al investigar los ajustes de la política de stock de la empresa a un entorno económico caracterizado por aumentos de costos, es necesario examinar los cambios tanto en los índices de precios como en las tasas de interés en una situación inflacionaria. Este capítulo incluye una descripción inicial de un factor inflacionario en la economía en referencia a las variaciones del nivel de precios. Dado que la relación entre los cambios en el nivel de precios y la tasa de interés depende de las condiciones de la demanda agregada y la situación de la oferta, la indicación es cómo estas variables económicas están vinculadas entre sí en un

estudio de la situación inflacionaria. El capítulo termina con un estudio de la tasa de interés inflacionaria y sus implicaciones con respecto al costo del mantenimiento del stock.

2.1. Definiciones de inflación

Hay muchas definiciones sobre el término inflación, pero podemos simplificarla definiéndola como la forma de medir el aumento continuo del nivel de precios, representado por una tasa indicativa de aumento de precios durante un período determinado. Tenemos que aclarar que el simple hecho del aumento de los precios por una sola vez no representa la inflación. Se requiere un aumento continuo incluso si no es de igual magnitud durante el período considerado (Kandir, 1989)

El término inflación es utilizado en este texto en el sentido de conocimiento amplio por la mayoría de los economistas, es decir, un aumento general y persistente en los niveles de precios. Es precisamente el efecto de la situación en la gestión de stocks el que sirve como objeto principal de este estudio (Kandir, 1989)

Una situación inflacionaria se caracteriza por un aumento de la mayoría de los precios y la tendencia a aumentos continuos. De ninguna manera los precios están aumentando en la misma tasa, tiempo o velocidad, y las diferencias entre los aumentos en los diversos sectores de la economía y en los diferentes componentes de los costos son de vital importancia en un estudio de los efectos de la inflación en la gestión de stocks (Santos et al., 2011).

El término inflación, usado por Santos (2011), también debe diferenciarse de las fluctuaciones del nivel de precios en una materia prima debido a condiciones propias del producto, como la escasez o el exceso. En esta tesis solo se discutirán las situaciones de precios altos.

En otras palabras, el término inflación se utilizará para significar cambios en el nivel de precios. Las causas del proceso inflacionario pueden ser diversas, como: la naturaleza del fenómeno, la dimensión del factor tiempo y los factores y mecanismos exógenos. En los siguientes apartados discurriremos cada una de estas causas y pueden ser estudiadas siguiendo el siguiente esquema:

a) La naturaleza del fenómeno

Hay varias definiciones que explican el fenómeno inflacionario de varias escuelas de pensamiento y estudios económicos. Los monetaristas más liberales relacionan su origen con un fenómeno de exceso de liquidez, impulsado por la necesidad del gobierno federal de obtener financiamiento (Harberger, 1977).

Sin la reserva internacional líquida principalmente, la financiación sólo es posible con la emisión de moneda, siempre que esta emisión no va seguida de un aumento superficial, que refleja un aumento de precios. "Ninguna economía ha experimentado una inflación significativa y ninguna teoría de la inflación que merezca este nombre sostendrá que un proceso de inflación puede ocurrir sin un aumento correspondiente en la cantidad de monedas" (Harberger, 1979). Esta afirmación no anula las otras explicaciones sobre el proceso inflacionario que vamos a discutir, pero es una de las principales teorías de naturaleza monetaria y fenómeno inflacionario.

Otro aspecto se refiere a la determinación del tamaño, considerando una alta tasa de precios, que caracteriza un proceso inflacionario típico. A este respecto, indicamos que cada vez que la alta tasa de precios es continua, es decir, sostenida durante un período determinado, encontramos una tasa inflacionaria (Moran & Gilson Witte, 1993).

b) La dimensión del factor tiempo

La dimensión del factor tiempo se refiere a la magnitud del intervalo de tiempo que cumple la condición fundamental de aumento general de precios y es considerada persistente, continua o prolongada, acumulando índices mensuales en la práctica, en la dirección que siempre conduce a una estimación permanente de los cambios en el nivel general de precios. A partir de una evaluación de la acumulación del índice se definirá la existencia o no del escenario inflacionario y sus magnitudes (Moran & Gilson Witte, 1993).

c) Factores y mecanismos exógenos

El mecanismo exógeno se trata de la influencia en los precios por factores no monetarios, afirmando que no hay consenso sobre las causas de la inflación, es decir, la causa no es exclusiva de la inflación y, exactamente a partir del estudio de estas y de los planes de estabilización, de las teorías, podemos explicar el fenómeno económico que afecta a las teorías de la economía, presentando una complejidad creciente. Cabe destacar que los planes económicos siempre han sido de carácter heterodoxo, indicando cualquier concepto

o formulación que se aleje del contexto teórico normalmente aplicado. Finalmente, fueron planes basados en diseños de adaptaciones de la teoría económica al hecho de la realidad nacional con el fin de reducir la inflación. (Bresser-Pereira, 2010).

2.2 Tipos de inflación

2.2.1 Inflación de la demanda

Una teoría de incidentes de la inflación es que el aumento constante del precio de los bienes y servicios es causado por un excesivo consumo desequilibrado en relación con la oferta de la economía, es decir, ese tipo de inflación se genera cada vez que el ahorro monetario real de los agentes económicos (salarios y todo tipo de ingresos) aumenta sin controlar la producción total de la economía medida por el PIB (Moran & Gilson Witte, 1993).

Según Vasconcellos (2003), "la inflación de la demanda se refiere al exceso de demanda agregada en relación con la producción disponible" (p. 339). Este tipo de inflación se considera el modelo más clásico de inflación y se compara con la producción disponible de bienes y servicios. A este respecto, es importante destacar que:

Parece claro que la probabilidad de inflación de la demanda aumenta cuanto más se acerca la economía a un punto de uso total de los recursos. Después de todo, si hay un desempleo a gran escala en la economía, es de esperar que[sic] que un aumento de la demanda agregada debería corresponder a un aumento de la producción agregada de bienes y servicios, debido a un mayor uso de recursos previamente desempleados, sin necesariamente aumentar los precios. Cuanto más nos acercamos al pleno empleo, más se reduce la posibilidad de una rápida expansión de la producción y mayor es la repercusión en los precios.(Vasconcellos, 2003, p.339).

Cuando el poder adquisitivo de los agentes económicos aumenta, la curva de demanda agregada cambia, aumentando los precios. En un análisis clásico, el escenario inflacionario se explica por un aumento considerable de la oferta monetaria en un escenario

económico caracterizado por su pleno empleo. Así, el producto nacional se expandirá simultáneamente/proporcionalmente al aumento de la empleabilidad, con el efecto inicial de la apreciación del salario nominal frente a la alta demanda laboral, que pronto se neutralizará con el aumento de la oferta de mano de obra. (Moran & Gilson Witte, 1993).

Según Luque *apud* Vasconcellos (2015, p. 388).

Como ese tipo de inflación está asociada al exceso de demanda agregada, y dado que, en el corto plazo, la demanda es más sensible a los cambios en las políticas económicas que la oferta agregada (cuyos ajustes normalmente suelen ocurrir en términos relativamente largos), la política que se propugna para combatirlos se basa en instrumentos que provocan una reducción de la demanda agregada de bienes y servicios.

La acción del gobierno en la economía ocurre tanto directa como indirectamente. Por lo tanto, si el objetivo es reducir la inflación por la demanda directamente, es suficiente el gobierno reducir sus gastos. Si el gobierno proporciona políticas en las que el sector privado deja de consumir o invertir, actuará indirectamente.

Si no hay disminución del consumo en una economía, se enfrentará a una inflación de demanda por sobreconsumo. El efecto se puede neutralizar con las siguientes acciones gubernamentales: ofrecer menos créditos, subir las tasas de interés, aumentar la carga tributaria o fomentar una mayor producción por parte de las empresas. Si la producción no satisface el consumo, hay una tendencia a la escasez de productos, lo que ejerce presión sobre el aumento de los precios. La atención del gobierno hay que ser constante para que no se produzca inflación de la demanda.

Combatiendo la inflación de la demanda, es importante que la política económica se base en instrumentos que incentiven la caída de la demanda agregada de bienes y servicios, como la reducción del gasto público, aumento de la carga tributaria, endurecimiento salarial y control crediticio y aumento de la tasa de intereses (Vasconcellos, 2004, p. 185).

2.2.2 Inflación de la oferta

La inflación de la oferta o de los costos se debe al aumento de los artículos directamente vinculados a un producto. El ejemplo principal son las materias primas: cuando

hay aumento de precio, todos los artículos vinculados a ella tendrán aumentos de precios, lo que refleja en la inflación. El aumento también se produce a través del aumento de los tipos de interés, los salarios y las tarifas públicas.

En la relación entre el precio de un bien o servicio y sus costos de producción, si estos suben, el precio también subirá, un ejemplo es el aumento de los salarios. Pero debemos considerar que, si el volumen de producción aumenta en la misma proporción, los costos no se ven afectados, este aumento no afectará la composición de precios, (Luque, 2003)

También tenemos que considerar aumentos salariales por encima de los costos de productividad, elevando los costos de producción y de bienes y servicios. En este caso, la inflación sufre alta por el aumento del costo de producción, alta que es un reflejo del aumento de los salarios.

Aumento salarial	Aumento de los costos de las materias primas:	Estructura del mercado
un aumento de las tasas salariales superior a los aumentos de la productividad laboral da lugar a un aumento de los costos unitarios de producción, que suelen repercutirse en los precios de los productos. Esto suele ocurrir en sectores que cuentan con sindicatos con gran poder de negociación;	por ejemplo, las crisis del petróleo de la década de 1970, al aumentar significativamente los precios de esta materia prima, provocaron un aumento brutal de los costos de producción, en particular de los costos del transporte y de la energía a base de gasóleo, que se trasladaron por la fuerza a los precios de los productos y servicios. Los aumentos en los precios agrícolas, no estacionales debido a factores como las heladas y la sequía, también caracterizan la inflación de costos. Los aumentos de los precios de los productos básicos también se conocen en la literatura económica como "choques de oferta";	la inflación de los costos también se asocia con el hecho de que algunas empresas, con un alto poder monopólico u oligopolio, pueden aumentar sus beneficios por encima de los crecientes costos de producción. Muchos economistas creen que el fenómeno de la estagflación (estancamiento económico con inflación) puede deberse al hecho de que, incluso en períodos de desaceleración de la actividad productiva, las empresas con poder oligopólico son capaces de mantener sus márgenes de ganancia sobre los costos (margen de beneficio) aumentando el precio de sus productos finales.

Destacamos los dos escenarios inflacionarios debido al costo: el aumento del consumo y la escasez de factores de producción y la inflación autónoma de costos causada por monopolios y oligopolios que ejercen presión sobre los aumentos de precios.

Cuadro 1 - Causas más comunes de aumentos en los costos de producción

Fuente: (Vasconcello & Garcia, 2014, p. 185)

2.2.3 Inflación inercial

Este tipo de inflación se posicionó en Brasil en la década de 1970 en relación con la inflación acelerada, tomando como telón de fondo la discusión sobre la importancia de la curva de Philips para la economía nacional (Moran & Gilson Witte, 1993).

Inicialmente, en un entorno crónicamente inflacionario, los gestores económicos están a la defensiva en la formación de precios, que consiste en tratar de rehacer el pico anterior de ingresos reales en el momento de cada ajuste periódico de precios. Si esta práctica se vuelve común a los gestores económicos, la inflación existente en el sistema tiende a eternizarse: el escenario inflacionario se repite.

2.2.4 Inflación estructural

La inflación estructural es causada por la precariedad de la infraestructura productiva instalada, incluyendo los medios de transporte y almacenamiento, el aumento de precio surge de la necesidad de que las empresas aumenten la inversión, por lo tanto, gastar más dinero, para que puedan lograr un servicio de calidad. El concepto surgió en las teorías del desarrollo latinoamericanas, considerando la línea de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) liderada por Raúl Prebisch: un intento de explicar las variaciones de precios a nivel del comercio internacional entre el centro y la periferia. Los estructuralistas afirman que la inflación surge principalmente del vínculo con factores asociados a las características de las relaciones comerciales, también llamados términos de intercambio (Couto, 2007).

2.2.5 Teoría de la inflación: una visión general

Para aclarar el tipo de desafío que enfrenta la gestión de una empresa en un escenario inflacionario, parece apropiado una descripción resumida de algunas explicaciones bien conocidas de la dinámica de la inflación. Hay 3 teorías principales de la inflación. Los mecanismos inflacionarios representados en estas teorías no son mutuamente excluyentes y pueden combinarse para crear modelos más complejos (Johnson, 1963).

Una explicación clásica de la inflación es la *teoría de la demanda-atracción*, en la que hay dos formulaciones diferentes. La primera, favorecida por los economistas monetarios, pone la responsabilidad primaria de la inflación en un aumento de la oferta de dinero. Una mirada más atenta a *la ecuación de la cantidad de dinero, o ecuación de intercambio* (Solomon & De Wet, 2004) puede hacerse posible de la siguiente manera:

$$PY = MV \quad (1)$$

La fórmula (1) enseña que, suponiendo que la velocidad de la *circulación monetaria* (V) es constante, un aumento en la *cantidad de dinero* (M) dará lugar a un aumento en el producto PY, dónde P significa *el nivel de precios agregado* y Y, *nivel de producción agregado*. Si Y no aumenta lo suficiente como para absorber el volumen M de dinero, P debe aumentar para que el identificador (1) siga siendo válido.

La segunda versión de la demanda-atracción, según la teoría de John Maynard Keynes, hace hincapié en un cambio en la curva de demanda agregada para la derecha, como se ilustra en la Figura 1. El aumento de la demanda está representado por la sucesión de curvas de demanda D₁, D₂, D₃ y así continuamente. Cuando se acerca el punto F, correspondiente al pleno empleo de la economía de los recursos, el exceso de demanda se traduce en aumentos de precios, en el camino P₃, P₄, P₅ y así sucesivamente, correspondiente a la intersección de las curvas de demanda con la curva de oferta S.

La Figura 1 ilustra que, para avanzar, la tendencia inflacionaria requiere un aumento en la cantidad de dinero, correspondiente a aumentos en áreas rectangulares, que representan los productos $PY = MV$. El aumento de la demanda puede deberse a un *déficit* público causado por la guerra, una política de desarrollo económico, subsidios agrícolas, obras públicas, etc., o puede deberse a un aumento de la población, o también puede deberse al aumento de la demanda del exterior (inflación importada). Cualquiera que sea su origen, este tipo de inflación sólo puede ocurrir bajo las dos condiciones siguientes: mucho dinero disponible en relación con bienes insuficientes y un exceso de demanda sobre la oferta.

La segunda explicación tradicional de la inflación es la teoría *del costo-empuje*. Aunque redescubierta (por así decirlo) en las últimas décadas bajo el nombre de *nueva inflación*, durante mucho tiempo se ha conocido como:

La inflación de costos ha sido la explicación instintiva del desconocimiento sobre el aumento general de los precios desde el comienzo del sistema monetario. No conocemos ningún movimiento inflacionario que no haya sido culpado por algunos de "especuladores", "especuladores", "acumuladores". (Martin & Holzman, 1963, p. 45)

Así como la inflación de la demanda opera a través de un cambio en la curva de demanda, la inflación de la oferta o la *inflación del vendedor* puede representarse mediante un cambio en la curva de oferta agregada a lo largo de una curva de demanda fija. Los puntos P_1, P_2, P_3, \dots representan la ruta de equilibrio, como se observa abajo en la Figura 3. Tal episodio inflacionario podría ocurrir como resultado de una disminución en las instalaciones de producción de una comunidad, pero generalmente se asocia con aumentos de costos en los insumos, como aumentos salariales. Invocar los conceptos de costo marginal en la teoría de la producción de una empresa indica que un aumento de los costos se traducirá en una disminución de la cantidad ofrecida, tanto en situaciones competitivas como monopolísticas, y por tanto un cambio de la curva de oferta a la izquierda. Este tipo de inflación recesiva también puede ser causada por expectativas pesimistas de la comunidad empresarial. La combinación de los efectos de la demanda y la presión de los costos provocará una senda inflacionaria que se ha vuelto bastante frecuente en las economías donde el gobierno está comprometido con una política de máximo empleo y desarrollo, la llamada espiral de los precios *salariales*. (Vieira & Filho, 1988). Después de los primeros "*innings*" (Keynes, 1930) del aumento salarial, que traen el punto de equilibrio de P_1 a P_2 (Figura 4). El aumento inducido de los ingresos resultante de este aumento salarial cambiará la demanda de un nuevo punto de equilibrio (P_2). Esto hace que el gobierno emita la cantidad de dinero necesaria para alimentar este cambio. La espiral de salario-precio permanece de la misma manera a lo largo de la trayectoria, P_2, P_3, P_4 , etc.

Otra trayectoria inflacionaria se indica mediante los puntos " P_1, P_2 ", " P_2, P_3 ", " P_3, P_4 ", ... (Figura 4). El resultado sería: un aumento inicial de la demanda, seguido de un cambio "especulativo" en la curva de oferta.

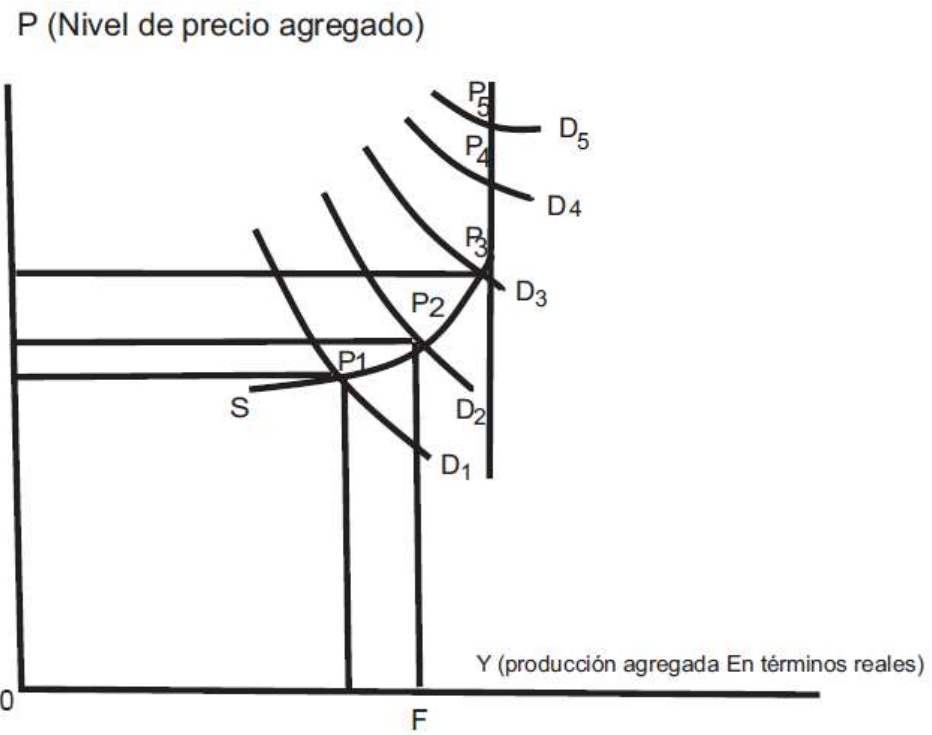


Figura 1 Inflación de la demanda-tirón

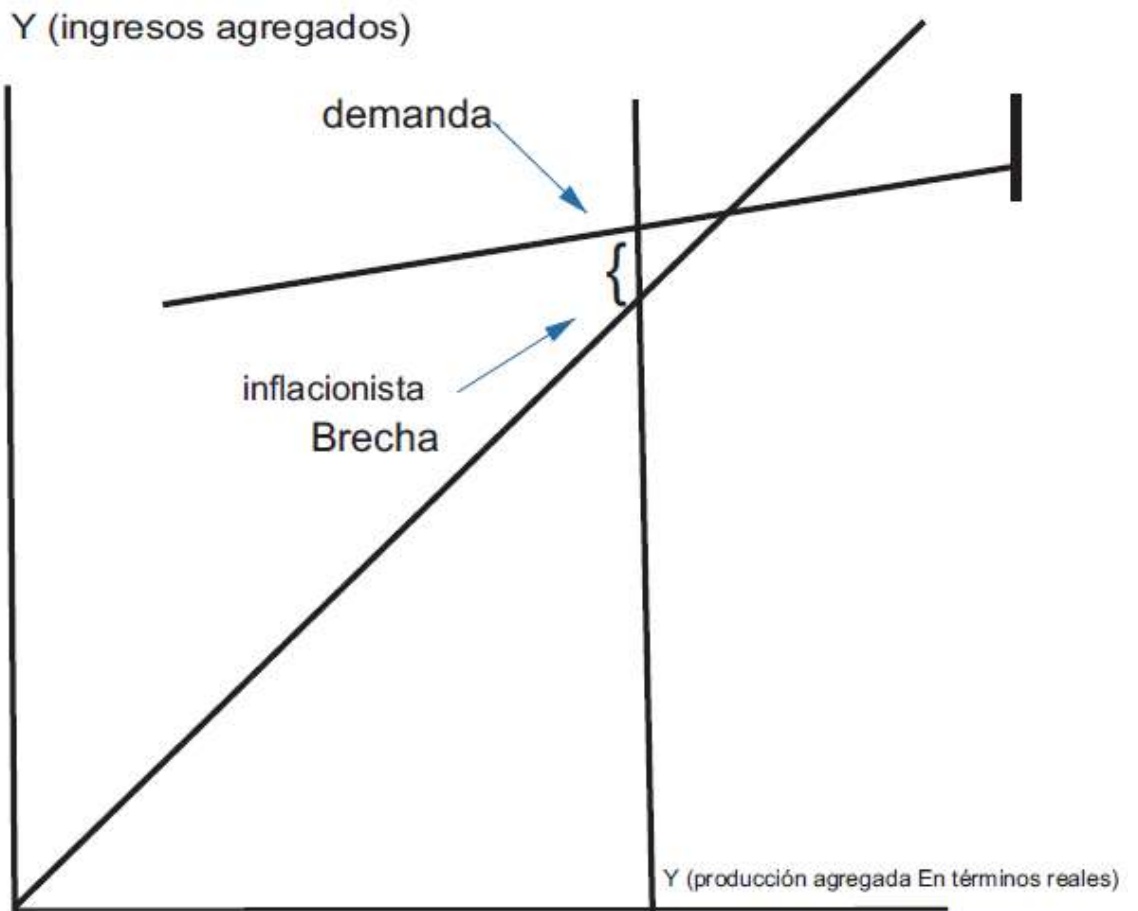


Figura 2 La brecha inflacionaria

Sus efectos finales son los mismos que la espiral salario-precio, y no podrían proceder sin la emisión de dinero o aumentos en los salarios nominales.

La *inflación controlada* es una explicación de algunos movimientos inflacionarios como lo que ocurrió en Estados Unidos entre 1953 y 1958. Los cambios en la curva de oferta mostrados en la Figura 3 ocurren espontáneamente debido a la potencia monopolística de algunos sectores (ERICKSON & Mitchell, 2007). A ejemplo de ello ha sido el tema de validar la hipótesis con datos estadísticos y poder mostrar que el precio del acero ha aumentado más que el resto de la economía durante este periodo, lo que llevó a una extensa controversia entre economistas (Eckstein & Gary Fromm (1959).

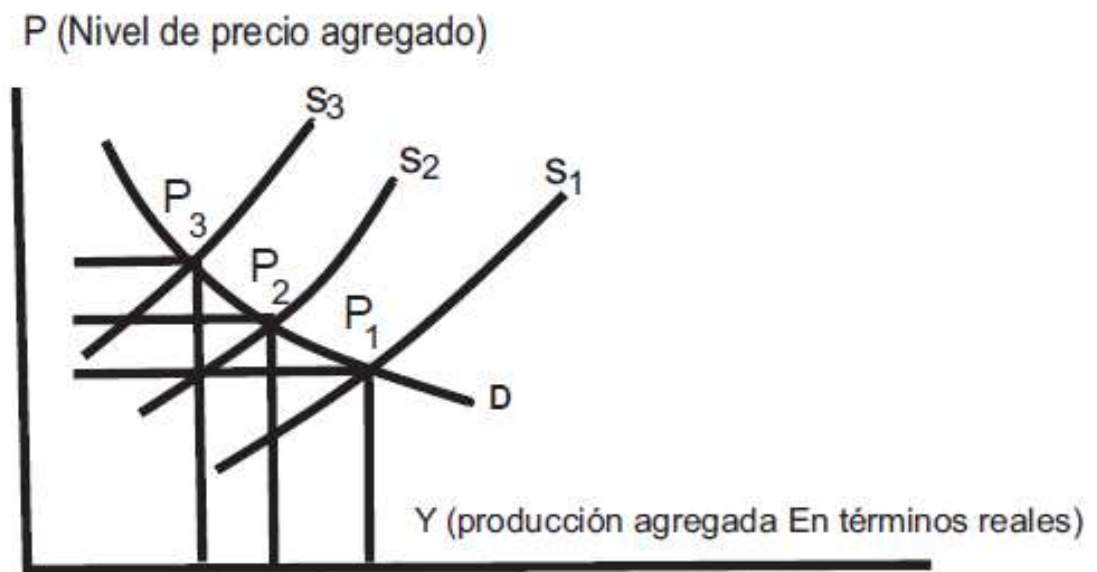


Figura 3 Inflación de costo-empuje

P (Nivel de precio agregado)

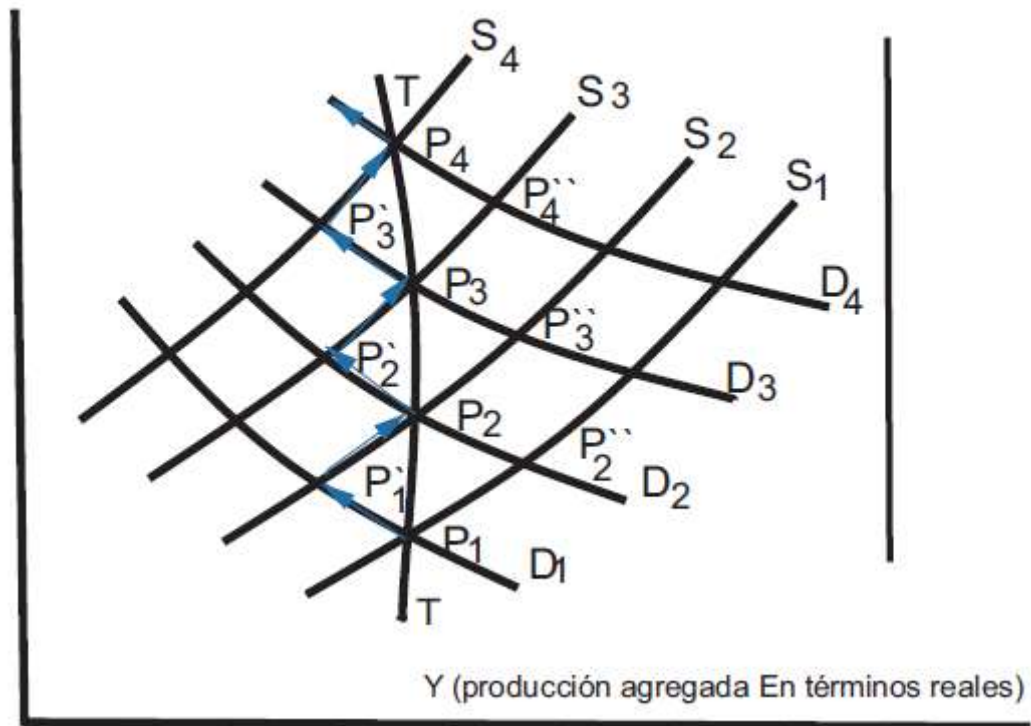


Figura 4 La espiral salarial-precio

El tercer grupo de teorías de la inflación comprende esencialmente puntos de vista estructuralistas. Como sabemos, la teoría estructuralista realmente se basa en las teorías de la demanda-atracción (*What is Cost Push Inflation? Definition of Cost Push Inflation, Cost Push Inflation Meaning - The Economic Times*, 2019). Pero agrega dos mecanismos: uno de ellos es la transferencia sectorial de la inflación; la otra es la irreversibilidad del aumento de los precios, lo que se ha denominado inflación sectorial o inflación de cambio de la demanda.

El estructuralismo también se refleja en la rigidez de precios de la gran depresión, se relaciona con los precios en sectores organizados de la economía como los precios de bienes y servicios y las tasas salariales, tales aumentos de precios son el resultado del aumento de la demanda, el costo de vida y de las ganancias de la empresa, pero no se reduce si disminuyen. La inflexibilidad unidireccional impuesta provoca alza de precios y salarios en sectores donde la demanda cambia (Marques, 1987)

El estructuralismo, como se le conoce en América Latina, sostiene que la inflación promueve el desarrollo de la industria y el crecimiento de los sectores más activos de la economía, es decir, los empresarios industriales, a través de la expropiación de terratenientes

e inquilinos, así como mediante la reducción de la tasa de interés real (Thiry-Cherques, 2006). Para los estructuralistas, la curva TT de la Figura 4 tiene una inclinación positiva a la derecha. Por lo tanto, la producción real y el empleo aumentan con un acrecentamiento de los precios.

Según Thiry-Cherques (2006):

Si entiendo correctamente la teoría estructuralista, su principal problema es que los países subdesarrollados se enfrentan al estancamiento... las exportaciones no pueden crecer sin cierto grado de inflación. El desarrollo económico en estas condiciones requiere cambios estructurales. Debido a la rigidez de determinados suministros, a la muy limitada capacidad de importación y a la necesidad de sustituir las importaciones, es probable que estos cambios estructurales requieran algunos cambios en el sistema de fijación de precios relativos. Dado que los precios del dinero difícilmente podrían caer, la caída relativa de los precios sólo puede ocurrir según sea necesario si el nivel general de precios aumenta. Un programa ciego de estabilización, sin tener en cuenta esta peculiar característica, sólo podría evitar que los precios suban, ralentizando el proceso de cambio estructural y obstaculizando así el crecimiento económico. (Thiry-Cherques, 2006, p. 146).

2.3. Tasa de inflación

Un concepto que debería utilizarse aquí es la noción *de tasa de inflación*. La tasa de inflación de un período puede definirse como el cambio porcentual en el deflactor implícito del precio del producto interno bruto (PIB). Siendo d la tasa de inflación durante un período – como un año, por ejemplo – y P_1 y P_2 deflatores implícitos de precios para el PIB (Producto Interior Bruto) al principio y al final del período respectivamente, tenemos:

$$d = \frac{P_2 - P_1}{P_1}$$

Uso del Índice de Precios al Consumidor, o del Precio Mayorista. El índice, o algún otro índice que refleje los movimientos de los precios en un determinado sector en lugar del deflactor del PIB en la fórmula anterior, produciría tasas de inflación sectoriales, como las tasas del costo de la vida, los *productos básicos* al por mayor, los productos industriales, etc.

La *tasa de depreciación del dinero* (D), también llamada tasa de devaluación o pérdida del poder adquisitivo del dinero durante un periodo se define como:

$$D = \frac{P_2 - P_1}{P_2} = 1 - \frac{P_1}{P_2}$$

La relación anterior representa el valor del dinero, o el poder adquisitivo del dinero, en referencia a un período base en el que era 1. La tasa de devaluación es entonces el valor original del dinero menos el valor del dinero en la actualidad $\frac{P_1}{P_2}$.

La tasa de inflación puede verse como la velocidad de los cambios en el nivel de precios; es la velocidad con la que cambian los precios (Jaskulski, 2010). En vista de demostrar la fuerte similitud aritmética entre la tasa de inflación y una tasa de interés, se pueden aplicar todas las transacciones de descuento utilizadas con tasas de interés. Cabe señalar que muchas tasas de inflación diferentes ocurren simultáneamente en una economía, de acuerdo con las medidas específicas de los cambios de precios utilizados.

2.4. Tipo de interés real y aparente

Si se anticipa una tasa de inflación d por ciento por año, la cantidad de moneda $C=C_0$ $(1+d)^n$ al final del año tendrá el mismo poder adquisitivo que el valor que C_0 tenía al principio del período. Por lo tanto, en ausencia de cualquier tasa de interés cobrada por el uso del *dinero*, un aumento del d por ciento tendría que ser solicitado por un prestamista en la cantidad que recibe de vuelta después de un año, sólo con el fin de mantener el poder adquisitivo de su capital.

En tiempos de inflación, es necesario distinguir entre *la tasa* de interés real –ajustada por inflación– y la tasa de interés *aparente*, que es la tasa de interés nominal o declarada, también llamada tasa de interés (la misma que el dinero). A veces la tasa de interés aparente se emplea en un contexto diferente. Algunos prestamistas cobran una tasa de interés

declarada sobre el valor inicial del préstamo en lugar de cobrarla, como debería ser, sobre la porción no amortizada del préstamo. En este caso, la tasa de interés declarada es aparente, aproximadamente igual a la mitad de la tasa real pagada por el prestatario. Además, el *término tipo de interés verdadero* significa el tipo realmente pagado cuando se han tenido en cuenta todos los gastos financieros y los efectos de compensación de saldos. (Aragón, 2008). Si el prestamista fuera capaz de anticipar la *tasa de inflación d exactamente* y si la tasa de interés real fuera i , tendría que cargar la tasa de interés aparente r , de tal manera que:

$$r = i + d$$

con el fin de proteger contra la erosión del poder adquisitivo de la moneda.

La tasa r esperada, una tasa de, por ejemplo, ante. Por otro lado, mirando hacia atrás en un período en el que la tasa de interés nominal ha sido r , y la tasa de inflación d , la tasa de interés real ex post se encontrará será:

$$i = r - d$$

En un período de inflación, los prestamistas cobrarán más que la tasa de interés real i , pero no es seguro que puedan predecir perfectamente la tasa de inflación d y cobrar, como resultado, la tasa de interés teórica aparente r tal que $r = i + d$. Como la tasa de interés real deseado de acreedores i también no se conoce, la fórmula $r = i + d$ no puede ser empíricamente probado y probado. La relación entre inflación y tipos de interés se conoce desde hace muchos siglos (Fisher, 1907).

3 INFLACIONES CONTROLADAS E INCONTROLADAS

En este capítulo analizaremos el entorno inflacionario iniciado en el Capítulo 2 con un enfoque más detallado. Si hay cambios en el nivel de precios y/o en el costo del dinero, ya existen razones suficientes para modificar la política de stock, ya que son dos determinantes principales en una economía inflacionaria. Debemos comprobar cuidadosamente si los anticipos de precios son más altos o más bajos que los cambios en la tasa de interés nominal.

La primera situación se llamará *inflación incontrolada* y la segunda, *inflación controlada*. Las dos situaciones demostradas llevan a políticas completamente opuestas en la gestión de stock.

Los cambios en el nivel de precios y los tipos de interés suelen estar vinculados a otros elementos del ciclo económico, como el nivel general de actividad.

Por lo tanto, es necesario distinguir entre los efectos directos de las variaciones de precios y tipos de interés, por un lado, y los efectos directos de la demanda agregada, por otro, teniendo en cuenta la gestión de stocks.

3.1. Aumento de precios y acumulación de stocks

La abstracción de cualquier aumento de la tasa de interés hace que parezca probable que un aumento anticipado en los precios favorecerá un aumento en los stocks. La literatura económica ha dado tanto apoyo normativo como evidencia empírica en este sentido.

Otro factor que puede hacer que los comerciantes estén más dispuestos a invertir en acciones considerables, en un momento de creciente demanda de alguna mercancía, o en un momento de aumento general de la actividad, es la elevación de los precios de los productos intermedios en el negocio afectado. Esto hace que una inversión sea rentable, siempre que se pueda obtener crédito en condiciones fáciles con las que se amplían las participaciones. Los comerciantes tienden a asegurar sus suministros futuros mediante la compra, ya sea directamente o para la entrega futura (*Private Industrial Investment in Pakistan*, 1970).

Irving Fisher (1929) da dos razones para comprar más en períodos de aumento de precios: fuga de dinero y apreciación del stock. Según él:

Todos nos apresuramos a deshacernos de cualquier mercancía que, como la fruta madura, nos está arruinando las manos. El dinero no es una excepción; cuando se deprecia, los titulares se desharán de él tan pronto como sea posible. En su opinión, su razón es comprar bienes que se valoran en términos de dinero para beneficiarse del aumento de su valor. (2021 - Fisher's The Purchasing Power of Money.pdf, [s.d.]

Ralph G. Hawtrey (1938) ya presentaba dos razones simultáneas para la acumulación de stock, considerando en un principio una actividad productiva creciente y precios al alza, donde los comerciantes esperan que la actividad productiva se caliente para prever el aumento de precios y nuevos pedidos basados en demanda actual. Con este efecto, los

comerciantes adquieren una participación adicional a través del proceso especulativo.

Posteriormente, Hawtrey continúa reportando los siguientes eventos: en cada comercio, las personas anticiparon una nueva expansión de la demanda y un aumento adicional del precio. Y los comerciantes pasaron a hacer tratos, pidiendo suministros adicionales de bienes, planificando sus acciones antes de que el material del precio suba, y el círculo vicioso de la inflación se volviera felizmente. Estas acciones permitieron al comprador o comerciante que compró bienes con dinero prestado obtuviera ganancias extraordinarias a partir de las tasas que entonces se practicaban. Parecía que valía la pena prestar a cualquier tasa de interés que no excediera la tasa esperada de aumento de precios.

3.2. Tasa de interés y devengos de stock

Desde la gran depresión, ya constaba en la literatura de la economía que las variaciones en la tasa de interés ejercían gran influencia en la capacidad de respuesta de todas las formas de préstamo, incluyendo inventarios. R. G. Hawtrey declaró que las variaciones de las tasas de interés rigen considerablemente las fluctuaciones de la actividad empresarial en gran medida. Considera que cuando un comerciante tiene un préstamo bancario para adquirir bienes, ya sea para reventa o para el proceso productivo, su endeudamiento depende exclusivamente de la cantidad de entrega determinada, si la tasa de interés es menor a la ganancia en un tiempo determinado, hay una ventaja para la compra anticipada y las entregas fraccionadas, (Hawtrey, 1938), un proceso totalmente especulativo donde el escenario inflacionario también tiene una influencia decisiva.

El aumento directo de los costos de un fabricante debido a un aumento en la tasa no es significativo, pero si tuviera que calcular el precio desde que recibió la compra, la diferencia en una parte de su capital de trabajo sería significativa en relación con su capital total.

El comerciante puede considerar cada compra de bienes como un compromiso separado. Prácticamente todo el capital implicado es capital de giro, el costo de los bienes en sí. Al anticipar sus compras, puede reducir la cantidad de capital utilizado sin reducir la escala de su operación. El cargo adicional que le impone un aumento en la tasa de descuento le afecta como tasa por la posesión de mercancía. La tasa puede ser ligera, pero su impacto en el mantenimiento de las mercancías mantenidas en stock se puede variar con la misma facilidad que será sensible incluso a una tasa ligera.

A diferencia de Hawtrey, Keynes creía que el que tomaba la compra de materias primas es insensible a la tasa de interés de corto plazo, ya que tiene que pagar para mantener los bienes en stock. Keynes considera que las fluctuaciones de los tipos de interés son insignificantes en comparación con los costos de movimiento de acciones, es decir, los riesgos de obsolescencia, almacenamiento, encargos de seguros y fluctuaciones en el nivel de precio. Si hay una pequeña fluctuación en la tarifa bancaria en comparación con los encargos totales de envío, no podemos atribuir los altos encargos bancarios a la subida o bajada de los precios (Heilbroner, 1996).

Keynes no señala las fluctuaciones de las tasas de interés como la causa fundamental de los cambios en el nivel de actividad empresarial, excepto en lo que respecta a los bienes de equipo a través de la inversión fija y el efecto multiplicador.

Negar la importancia de la tasa de interés como determinante de la inversión en stocks y respaldar la posición keynesiana de que las fluctuaciones de precios ocurren en menor grado, mientras que las fluctuaciones de costos son más relevantes para una explicación de las variaciones de stock (Fisher, 2011). Al respecto, es importante señalar que:

Otras posibles influencias en la inversión en acciones ... son el posible costo y disponibilidad de fondos medidos por las tasas de interés y el flujo de efectivo. Sólo unos pocos estudios han examinado la importancia de estas variables en la inversión en stocks; la mayoría de ellos no muestran relaciones significativas. Hay varias razones teóricas para ello. Como es sabido, un porcentaje considerable del costo total de la inversión empresarial fija puede representar pagos de intereses; esto casi nunca es cierto para los inventarios. El factor de riesgo de la inversión fija está prácticamente ausente para la inversión en stocks porque las empresas no están comprometidas con ningún servicio de la deuda a largo plazo. Existe una relación técnica short plazo entre los stocks y las ventas que entre la inversión empresarial fija y la producción. Una empresa puede trabajar horas extras de fábrica y equipos existentes o agregar horas-

hombre adicionales a corto plazo; sin embargo, a menudo no puede producir su producto sin proporciones estrechamente especificadas de materias primas y bienes en proceso. Por todas estas razones, no es sorprendente que las tasas de interés y el flujo de efectivo no sean relevantes para disuadir a los mineros de invertir en stocks. (Michael, 1970, p. 213).

Otros economistas no creen que se pueda descartar la influencia de los factores monetarios en la inversión en stock. Thomas F. Dernburg y Duncan M. McDougall, por ejemplo, escribieron que:

La demanda de dinero es sólo un aspecto del problema general del inventario. Ponderado contra la conveniencia de mantener stocks es el costo de mantener stocks - un costo que depende parcialmente de la tasa de interés. Una tasa de interés alta aumenta los costos de envío y es capaz de llevar a los comerciantes a tratar de pasar a través de un margen más pequeño de stock, mientras que una tasa de interés baja tendrá el efecto contrario. Es en la relación entre los costos de stock y las tasas de interés y el comportamiento del sistema bancario que Hawtrey encontró la fuente de las fluctuaciones de las pruebas. (Thomas F.Dernburg & Duncan M. McDougall, 1985, p. 371).

Gottfried Haberler analiza la posición de Hawtrey en detalle y concluye que:

El Sr. Hawtrey es consciente de la objeción, que se ha planteado con demasiada frecuencia, de que una reducción del 1 al 2 por ciento de los intereses de los anticipos bancarios es un artículo muy poco importante en la cuenta de pérdidas y ganancias del empresario medio para inducirlo a ampliar su negocio y prestar más. Su respuesta

a esta objeción es que hay una clase de empresarios que son muy sensibles a los pequeños cambios en la tasa de interés, a saber, los comerciantes. El comerciante compra y vende grandes cantidades de bienes en comparación con su propio capital, y añade a lo que compra la cantidad relativamente pequeña que representa el beneficio del distribuidor. Para él, un cambio en las tasas de interés del 1 al 2% no es desdeñable, como puede ser para el fabricante. El aumento de los precios opera en la senda del sarne a medida que bajan las tasas de interés: se aumentan las ganancias y se alienta a los operadores a mantener las acciones al alza para beneficiarse de un aumento adicional en los precios.(Gottfried Von Haberler, 1958, p. 234).

El aumento de los precios opera de la misma manera que la caída de las tasas de interés: se aumentan los beneficios y se alienta a los comerciantes a mantener acciones más grandes para beneficiarse de un aumento adicional en los precios. Del mismo modo, se estimula al productor a ampliar la producción y prestar más libremente, para financiar el aumento de la producción.

En cuanto al efecto que las variaciones de interés tienen en los stocks, es una cuestión empírica, ya que aún no se han recopilado suficientes datos para proporcionar una respuesta que pruebe o refute la teoría de Hawtrey. Los cambios en las tasas de interés deben influir en el empresario racional para cambiar el tamaño de su lote, pero hay dos factores presentes y ayudan a reducir los efectos de los cambios en las tasas de interés. El primero es la cantidad de compra económica que varía inversamente a la raíz cuadrada de los cargos de carga. El segundo factor es el conjunto de componentes que no encierran los intereses incluidos en los cargos. Para evitar esta dificultad, Hawtrey asumió que la suma de cuotas más allá de los intereses eran pequeños y constantes, suponiendo que generalmente no es realista (Thomson M. Whitin, 1957).

3.3. La ilusión del dinero

Como se ha señalado, muchos economistas conceden más importancia a los fenómenos reales, como la relación de ventas deseada y el volumen de rotación física, que a los fenómenos monetarios, como los cambios en el nivel de precios o las tasas de interés en la planificación de stocks. La encuesta de las 34 empresas incluidas en el estudio de caso indica, de hecho, que la mayoría de los ejecutivos entrevistados pensaban más en términos de unidades físicas que en términos de conceptos de costo. Sin embargo, mientras que gran parte de la literatura reduce el efecto de los factores económicos en la planificación de stocks, una cantidad no menor de literatura en ingeniería e investigación operativa enfatiza la preponderancia de las consideraciones económicas en la planificación normativa de stocks. Si los gestores parecen ser poco reacios a romper barreras e ir al corazón del problema del dinero, incluso cuando los precios son estables, tendrán aún más problemas en períodos de inflación. El hábito de pensar en términos de moneda estable crea un velo de dinero (por así decirlo), lo que hace que sea aún más difícil lograr el objetivo ideal de costo de minimización. Irving Fisher introdujo la expresión *ilusión del dinero* en reconocimiento de que las personas no se dan cuenta inmediatamente de la pérdida de compras y el poder del dinero en períodos de inflación. Esta ilusión puede ser identificada en la experiencia cotidiana, en el tiempo de la inflación, aunque no se ha llevado a cabo ningún experimento controlado para demostrar su existencia (Fisher, 1928).

La ilusión de dinero puede ser causada por cualquiera de las siguientes razones:

- I. *Efecto inercia*: el sujeto está condicionado a un antiguo poder adquisitivo del dinero e instintivamente convierte la cantidad recibida en el volumen de bienes físicos que podría haber comprado previamente. La dificultad de un extranjero que conoce el poder adquisitivo de la moneda del país en el que ha aterrizado recientemente es algo bien conocido. En la tierra de la inflación, todos son turistas ingenuos, continuamente sorprendidos por una moneda multiforme persistente.
- II. *Efecto Halo*: un gran volumen de dinero parece ser mayor que un volumen menor antes del cual corresponde, incluso si permite un menor poder adquisitivo unitario.
- III. *Nociones el poder adquisitivo y el índice de precios*: las propias nociones del poder adquisitivo y el índice de precios son difíciles de entender, y su mecánica

no es fácil de usar. De todos modos, ¿qué año debería servir como año base durante una inflación prolongada?

- IV. *Falta de percepción*: finalmente, la ilusión de dinero se puede atribuir en parte a lo que podría llamarse falta de percepción. Inflaciones muy pequeñas y aterradoras, así como los aumentos diminutos en los costos, a menudo se pasan por alto, aunque sus efectos acumulativos están lejos de ser insignificantes.

La ilusión del dinero adopta muchas formas, de las cuales sólo se mencionarán aquí unas pocas. Una variedad importante de esta ilusión surge debido a la falta de distinción de las tasas de interés reales y nominales, tal como se definen en el capítulo titulado *Tasas de interés reales y aparentes*.

Se necesitan años de práctica para darse cuenta de que, por ejemplo, un pago anual de intereses de \$ 5.00 sobre una cantidad de \$ 100.00 realmente no tiene sentido si la inflación avanza a una tasa anual del 5%.

La ilusión del costo de reemplazo también es muy familiar. Se siente cómodo utilizando valores de costo históricos, o incluso actuales, en lugar de costos futuros al establecer el precio de los productos para su entrega futura. El sistema contable históricamente prevalente en la mayoría de los países crea una serie de ilusiones monetarias de diferentes tipos, que han sido etiquetados con precisión como ilusión de beneficio, ilusión de valor de ahorro e ilusión de depreciación (The Economist, 1971).

3.4. El vuelo del dinero

La ilusión del dinero no dura para siempre. En los países que han sido testigos de una inflación sostenida y fuerte, año tras año, los empresarios y el público en general aprenden a adaptarse a los cambios en los niveles de precios. Si la inflación es violenta, el aprendizaje es rápido.

El reverso de la ilusión del dinero parece ocurrir cuando la inflación se percibe de antemano. Tanto los empresarios como los consumidores desarrollan una aguda conciencia de la disminución del valor del dinero y compran bienes que exceden las necesidades inmediatas para protegerse contra la disminución del poder adquisitivo de la moneda. En su fase inicial, esta huida de dinero, con respecto a los comerciantes e industriales,

probablemente estará acompañada de cierta euforia, porque los productos en las estanterías y en los almacenes sufren un avance en su valor de venta. Sin embargo, aún en una etapa posterior, los empresarios señalan que las sustituciones también avanzan en costos y que el beneficio de aliento, debido a la inflación, no es más que un espejismo. (Missio, 2017).

3.5. El vuelo del stock

En una etapa aún más avanzada de la inflación, el efecto de las variaciones del nivel de precios en las tasas de interés se vuelve visible para el empresario. El tipo de interés aparente sube y se mantiene alto en tiempos de inflación controlada, como veremos. Los costos aparentes de mantenimiento de stocks son grandes, y surge una tercera distorsión de la imagen, que a menudo lleva al fabricante a evitar mantener cualquier stock. Este fenómeno STE se puede llamar stock de *vuelo*.

Sólo cuando se logre la comprensión de la interacción entre las distorsiones inflacionarias y cuando los gestores de operaciones de la empresa aprenden a evitar la ilusión del dinero, la fuga de dinero y el vuelo del stock, podrán adoptar una planificación racional del inventario.

Cabe destacar que todos los efectos mencionados anteriormente se aplican al patrón de compra, no al patrón de consumo. El consumo de bienes por parte de la empresa no cambia, solo su ritmo de compra. La distinción es esencial porque se consideraron efectos similares para explicar el comportamiento de los consumidores domésticos.

La ilusión del dinero y la ilusión de la fuga del dinero se han atribuido a las familias y las empresas. Sin embargo, el supuesto *efecto Keynes*, *efecto Pigou*, *efecto Pigou al contrario*, *efecto Duesenberry y Modigliani* y *el efecto permanente de los ingresos de Friedman* se refieren al comportamiento de consumo, aunque un aumento en la demanda del consumidor, bienes duraderos o no, también sea una compra de stocks. Estos efectos están restringidos a los hogares y no se están tratando en este estudio.

3.6 Inflación incontrolada y controlada

Dos situaciones inflacionarias son de particular importancia para el administrador de stock. En la primera, los costos aumentan con frecuencia y libremente, ya sea por saltos o

por pequeños incrementos continuos. La reacción de los costos de mantenimiento de stocks, es decir, los costos financieros, de almacenamiento, de seguros e impuestos, es más lenta en relación con los aumentos de material y la mano de obra directa. En aras de la brevedad, conviene llamar a esta situación *inflación incontrolada*. Este nombre es, de hecho, tradicional en la literatura de la economía, como una designación de una situación en la que el gobierno no interfiere activamente en el control de los salarios y los precios. Tal como se define aquí, la inflación incontrolada coincide aproximadamente con la definición económica habitual (Santana, 2018).

La segunda situación se llamará *inflación controlada*. En resumen, se caracteriza por pequeños aumentos de costos y altas tasas de interés y otros costos de retención de stock. Ese término, inflación controlada, se ha utilizado en la economía para significar una situación en la que el gobierno trata de contener la inflación a través de la política monetaria, crediticia o fiscal, o a través del control de precios (Santana, 2018).

En esta tesis, estamos investigando el efecto de la inflación en las acciones de la compañía. Las inflaciones incontroladas y controladas a menudo tienen efectos opuestos. La inflación incontrolada (como se demostrará más adelante en este trabajo) lleva al gestor racional a un aumento de sus stocks, aunque, salvo en algunos casos extremos, este incremento será relativamente pequeño. De hecho, en la práctica, los datos recogidos en la investigación y los estudios a describir en los siguientes capítulos mostrarán que este aumento suele producirse. La inflación controlada tiene el efecto contrario y las evidencias empíricas recogidas sugieren precisamente eso.

A partir de los modelos que se estudiarán, será posible crear inflaciones matemáticas y examinar sus efectos en la política de inventario ideal. En la práctica, sin embargo, tanto las inflaciones incontroladas como las controladas van acompañadas de una serie de otros cambios en la situación económica. La demanda, determinante esencial de los niveles de stocks, aumenta en el primer caso y disminuye en el segundo, el cambio de las expectativas y las restricciones financieras son más fuertes en la inflación controlada. La mayoría de estas condiciones serán abstractas, y el inventario ideal se estudiará como si la demanda no hubiera cambiado debido a la inflación. Muchos economistas y empresarios creen que estos dos escenarios, las inflaciones incontroladas y controladas, parecen destinados a convertirse en la norma en el futuro. Lograr un crecimiento con un grado razonable de estabilidad monetaria representa uno de los principales retos a los que se enfrentan la mayoría de los países. Los gobiernos oscilarán sucesivamente entre estos dos objetivos. En la Figura 5 muestra una

representación esquemática de los cuatro parámetros principales como caracterización de estas situaciones económicas.

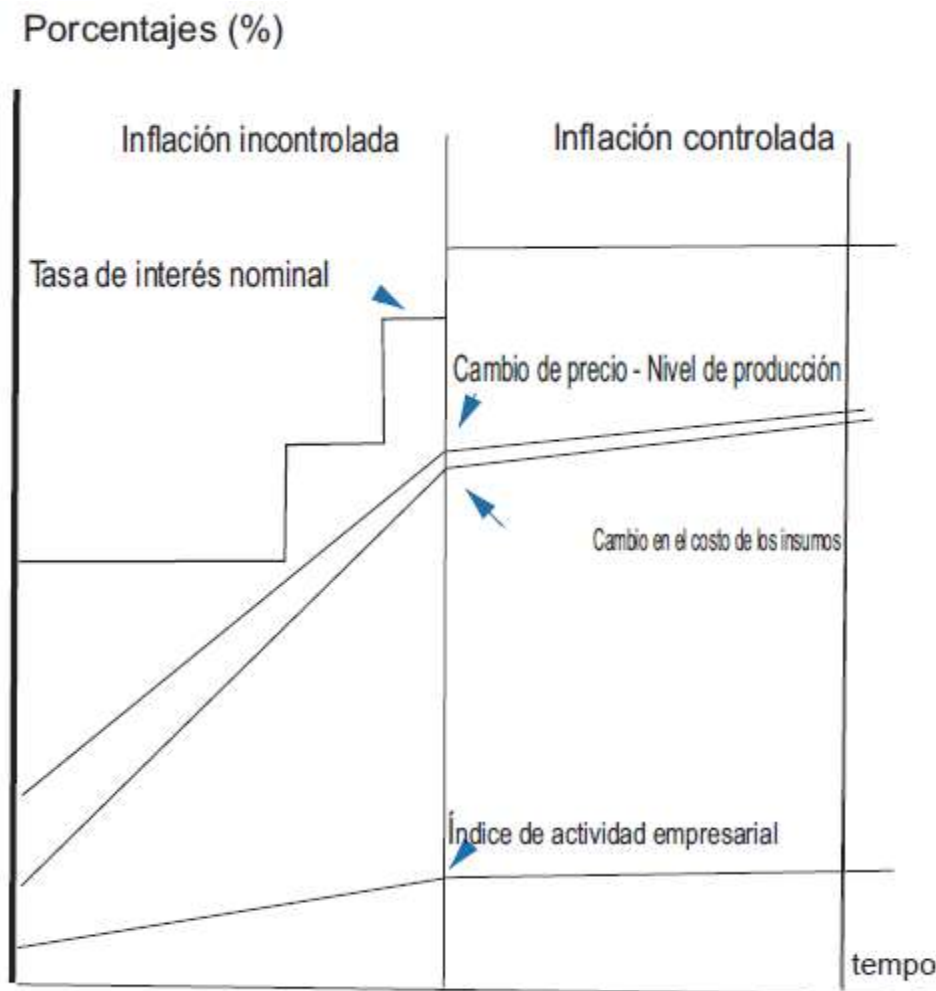


Figura 5 Inflaciones incontroladas y controladas

La parte izquierda de la Figura 5 muestra la variación creciente en los costos de los insumos para una situación de inflación incontrolada, mientras que la tasa de interés nominal se muestra a un nivel más bajo. El nivel de precios de los productos vendidos por la empresa se señala como un aumento sin mucho retraso, así como el nivel de actividad empresarial. La parte derecha de la Figura 5 ilustra el caso de la inflación controlada. Los costos de los insumos aumentan menos que antes; la tasa de interés nominal alcanza cambios de costos y de alto nivel; la empresa pierde gran parte de su poder para repercutir los aumentos de costos a sus clientes, como sugieren los cambios en el nivel de precios; la actividad empresarial se ralentiza. Los conceptos de inflación incontrolada y controlada nos ayudan a

relacionar la influencia de los cambios en el nivel de precios y la tasa de interés en los tamaños de los inventarios. Estas influencias han sido estudiadas por separado en la literatura, como se ve en este capítulo. Algunos autores se centran exclusivamente en la influencia de la tasa de interés, mientras que otros se centran en la influencia de los cambios en el nivel de precios. En esta tesis, estas dos variables se estudian por su influencia conjunta en los stocks.

3.7 Inflación Brasil y Argentina

En 2019, Argentina alcanzó un índice inflacionario de 53,8% según el INDEC (Instituto Nacional de Estadística Y Censo) y se muestra en la Figura 6. El Índice fue impulsado por un aumento en el costo de vida de 3.7%, el INDEC también reportó que el sector que tuvo mayor incremento fue salud, superior al 72% seguido de comunicación superior al 63%.

Registrando una de las mayores inflaciones del mundo y la mayor de América Latina con la excepción de la hiperinflación venezolana, Argentina ya había registrado un índice de 47,6% en 2018, La preocupación de la población se justifica por los altos índices registrados en 1989 (3.079%) y 1990 (2314%), requiriendo la implementación del plan de paridad en 1991, donde la inflación registró un índice del 84%, permaneciendo por 11 años hasta que en 2001 Argentina enfrentó una gran crisis que refleja la moratoria declarada de U\$100 mil millones. (*Exame*, 2020).

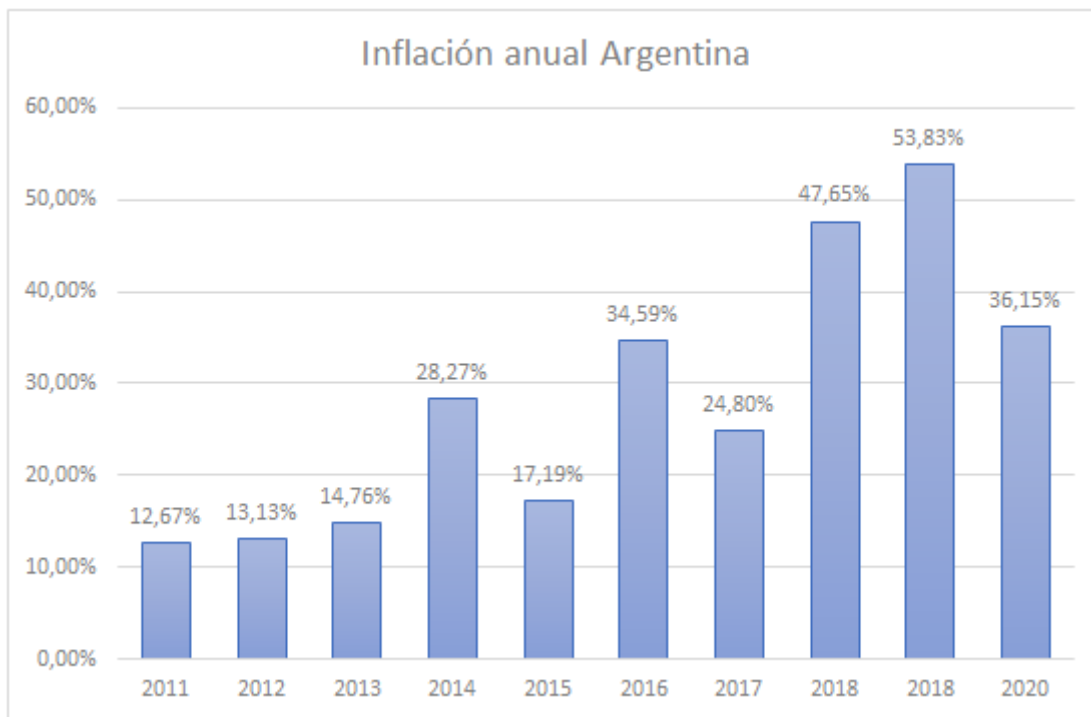


Figura 6 (Índice de inflación anual y mensual Últimos años Argentina, 2020) – IDEC

Para analizar el comportamiento inflacionario de Brasil durante la última década, mencionamos el impacto de la recesión en 2015 y 2016, donde vivimos uno de los peores en la historia económica brasileña, reflejando el deterioro de los escenarios políticos y económicos. El paralelismo con esta crisis refleja la tasa inflacionaria de 2015 (10,67%) y 2016 (6,29%) el mayor desde 2011 (6,5%) (IBGE, 2020).

En 2017, finalmente la economía interrumpió la serie de dos años (u ocho trimestres) de caída del PIB (Producto Interior Bruto), Algunos factores fueron responsables de esta recuperación, destacando la política monetaria expansiva y la cosecha agrícola extremadamente positiva y también un contexto internacional favorable.

El reflejo de la recuperación también se reflejó en la tasa de inflación más baja entre 2010 y 2020, registrando un 2,95% en 2017. La Figura 7 muestra el comportamiento del índice de inflación brasileña.

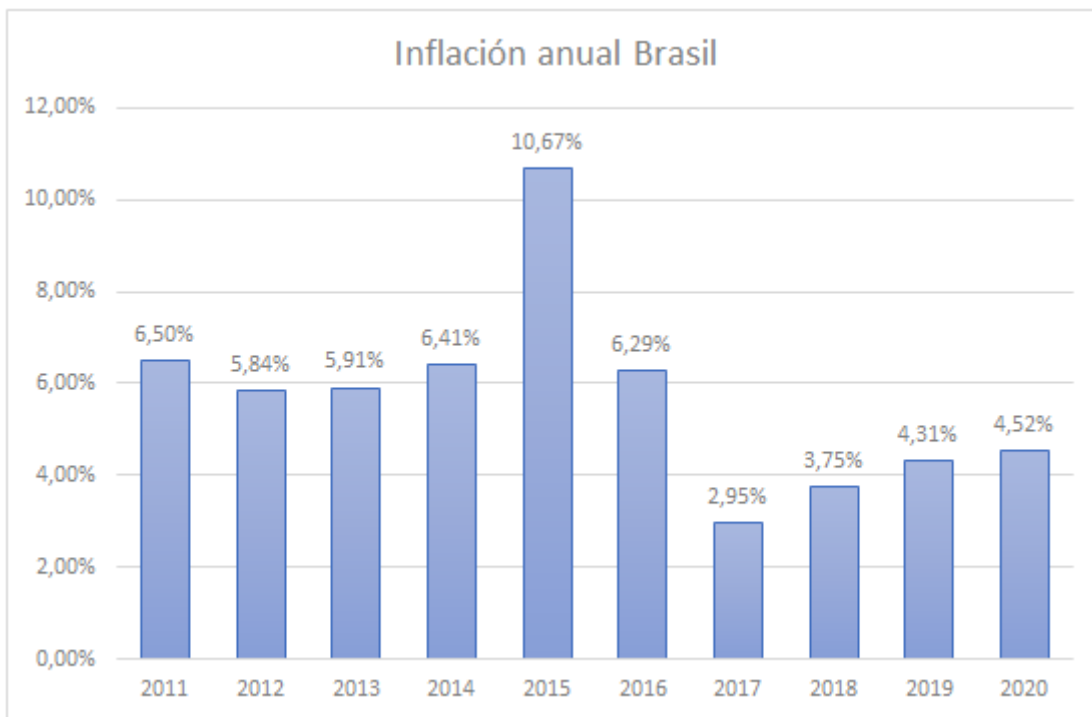


Figura 7 Inflación Anual Brasil: (IBGE, 2020)

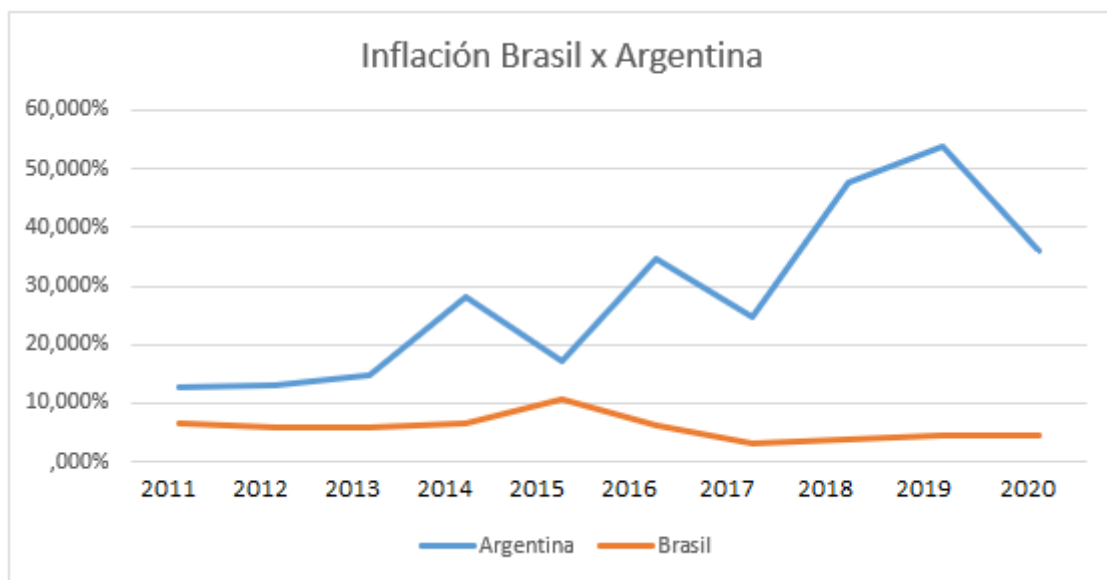


Figura 8 Inflación anual Brasil Argentina IBGE (2020), INDEC (2020)

4. - CAMBIOS EN EL NIVEL DE PRECIOS Y LOS MODELOS DE STOCK

En este capítulo, haremos una investigación sistemática del efecto de los cambios en el nivel de precios y la solución ideal del modelo matemático más conocido, los modelos de inventario. Después de examinar por primera vez la política de revisión constante, la atención se centra en las políticas de revisión periódica. Al final del capítulo se examinan algunas cuestiones diversas.

En cada caso, se realiza un análisis determinista y probabilístico para situaciones de demanda, así como condiciones deterministas y probabilísticas de cambios en el nivel de precios. El criterio de idealidad es la minimización de costos en todos los modelos estudiados.

4.1 Modelos de inventario de revisión constante

Hay una fórmula que tipifica los modelos de inventario de revisión constante, conocidos como la cantidad de orden económico o el tamaño del lote económico, y detrás de estos modelos están las siguientes suposiciones:

- El nivel de stock se examina continuamente, es decir, cada vez que se realiza una retirada;
- Si el nivel de stock cae por debajo de un *nivel mínimo* (lo que sería un error), debemos reordenar ese nivel;
- El tamaño de las órdenes es constante;
- El tamaño del pedido es tal que minimiza el costo total del inventario;
- El costo total del inventario es la suma de los siguientes costos:
 - *Costos de adquisición de mercancías*: para un período de planificación anual, si la demanda anual es D y el costo unitario es C , el costo de compra de las mercancías será CD ;
 - *Costo de configuración*: este es el costo de hacer un pedido, o de ajustar el equipo para una tirada por lotes; el costo de configuración es representado por P ;
 - *Costo de realización del inventario*: denominado de tasa de interés anual i , tasa anual de participación en los costos, es decir, el costos de almacenamiento, seguro, impuestos, obsolescencia, etc., el costo de mantenimiento de las unidades Q durante un período

de t (medido en fracciones de un año) es: $QC(i+a)t$. Si un Lote Q se compra o produce al instante y se consume progresivamente durante el tiempo, t es igual a $\frac{Q}{c}(i+a)t$. El símbolo j se utilizará para $(i+a)$.

La cantidad económica de la orden, EOQ (*Economic Order Quantity*), es el tamaño de lote Q , lo que minimiza el costo anual total:

$$\text{Costo total} = DC + \frac{D}{Q}P + \frac{QC}{2}(i+a)$$

Cuando se deriva de Q y es igual a 0, resulta que el EOQ viene dado por la fórmula:

$$\text{EOQ} = \sqrt{\frac{2DP}{C(i+a)}}$$

- el tiempo transcurrido entre el punto de reordenación y el restablecimiento del inventario se denomina *lead time*; y
- se establece un inventario de reserva con el fin de evitar cualquier eventualidad de almacenamiento, que puede ocurrir debido a la demanda excesiva durante el *lead time*.

La figura 9 representa la revisión constante del sistema de inventario para la demanda determinista. Para los modelos completamente deterministas, no se requiere inventario de reserva, porque se conocen *los valores* exactos de demanda y *lead time*. En los modelos probabilísticos, tanto el *lead time* de demanda como el *lead time* tienen distribuciones de frecuencia y, por lo tanto, es necesario que haya algún stock, con el fin de dar protección contra las eventualidades de demanda excesiva, tiempo de espera excesivo o ambos.

El nivel de reserva se puede calcular esencialmente de dos maneras. La primera se basa exclusivamente en consideraciones físicas. Después de establecer inicialmente una probabilidad permitida de ocurrencia de *stockout*, (falta de stock) tenemos una probabilidad de 2%. El nivel de reserva se establece para dar una protección del 98% contra *stockout* para las distribuciones de probabilidad conocidas del tiempo de demanda y el tiempo de espera en sí.

El segundo método de cálculo del nivel de reserva se basa en consideraciones económicas. El costo total de transporte de la reserva de stock y almacenaje se minimiza a

un cierto nivel de reserva ideal. Se deben conocer las distribuciones de probabilidad y demanda durante el *lead time*. Se debe establecer el costo del stock por la falta del bien. Sólo se considerará el segundo método.

En esta sección, se utilizarán las siguientes designaciones:

u , la demanda durante el *lead time*, una variable, con \bar{U} promedio;

S , el costo de un stock, por unidad;

L , el punto de reordenación, en número de unidades;

D , a demanda anual esperada;

t , el tiempo de ciclo esperado, en fracción del año;

l , o *lead time*.

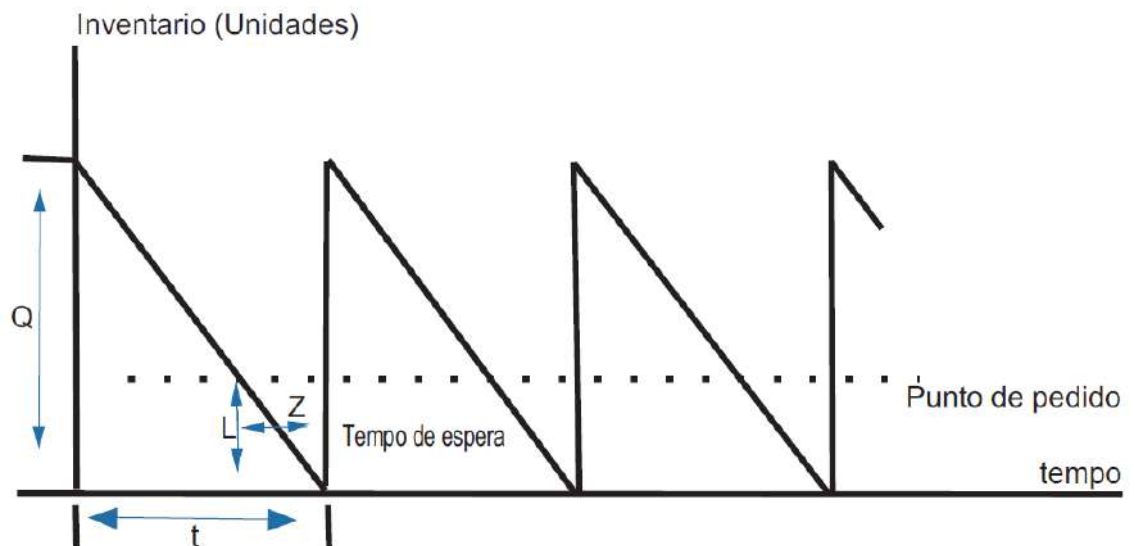


Figura 9 - Demanda determinista Sistema de Inventario de Revisión Constante

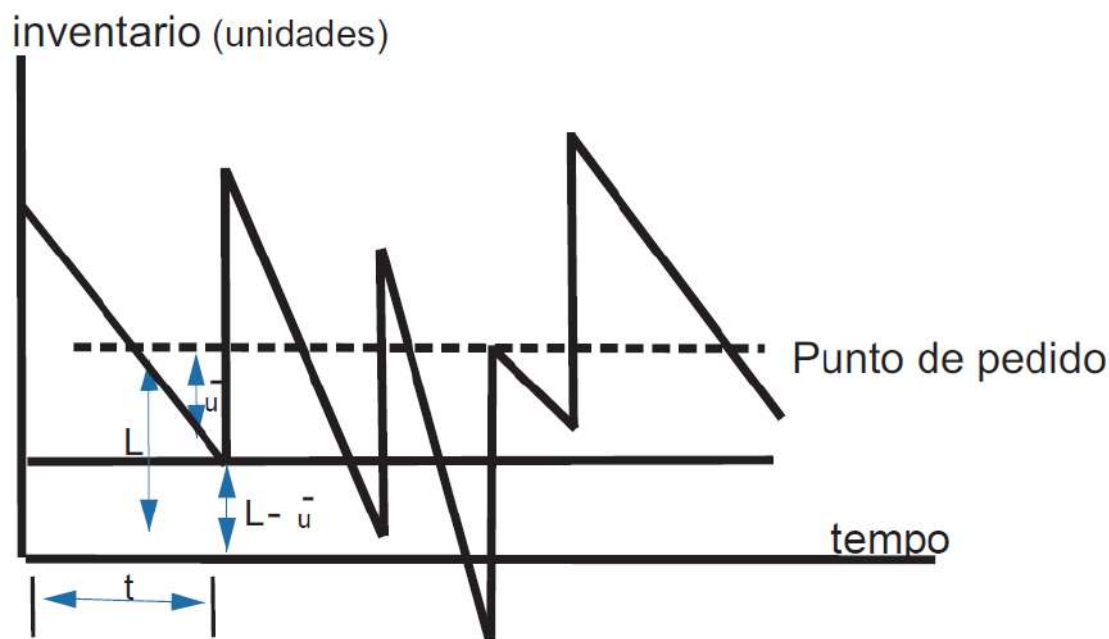


Figura 10 Demanda probabilística sistema de inventario de revisión constante.

Como se puede ver en la Figura 10, el costo total por ciclo es:

$$T.C.p.c. = P + \frac{cQ}{2} (i + a)t + C(L - \bar{u})(i + a)t + E(u > L). S \quad (3)$$

Los términos (3) son, respectivamente, el costo de reordenamiento, el costo de retención de la parte descendente del stock, el costo de retención de la parte de reserva de existencias y el costo de almacenamiento. Dado que es la demanda promedio durante el tiempo de liderazgo L , de hecho, tendremos el stock de reserva promedio. El término $E(u > L)$ representa la demanda esperada durante el exceso de tiempo del punto de reordenamiento. El *stockouts* se producen cuando tenemos $u > L$; el término $E(u > L)$ también se puede escribir como:

$$E(u > L) = \int_L^{\infty} (u - L)f(u)du \quad (4)$$

dónde $f(u)$ es la distribución de probabilidad de demanda (función de densidad) durante el tiempo de espera.

Suponiendo que los stocks no causan pérdida de demanda y en su lugar que las partes fuera del stock se retrasarán, el costo total para el período, digamos, un año, será:

$$T.C. = DC + \frac{D}{Q}P + \frac{cQ}{2}(i + a) + C(L - \bar{u})(i + a) + \frac{D}{Q}E(u > L).S \quad (5)$$

Diferenciando con respecto a Q, luego a L, y ecualizando derivadas a cero, encontramos como valores ideales para Q y L:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2D[P+E(u>L)S]}{C(i+a)}} \quad (6)$$

A continuación, el término izquierdo representa la distribución de probabilidades acumuladas complementarias a la demanda durante el *lead time* (ver Figura 11).

$$\int_L^\infty f(u)du = \frac{QC(i+a)}{DS} \quad (7)$$

El sistema de ecuaciones debe ser resuelto para encontrar los valores ideales de Q y L.

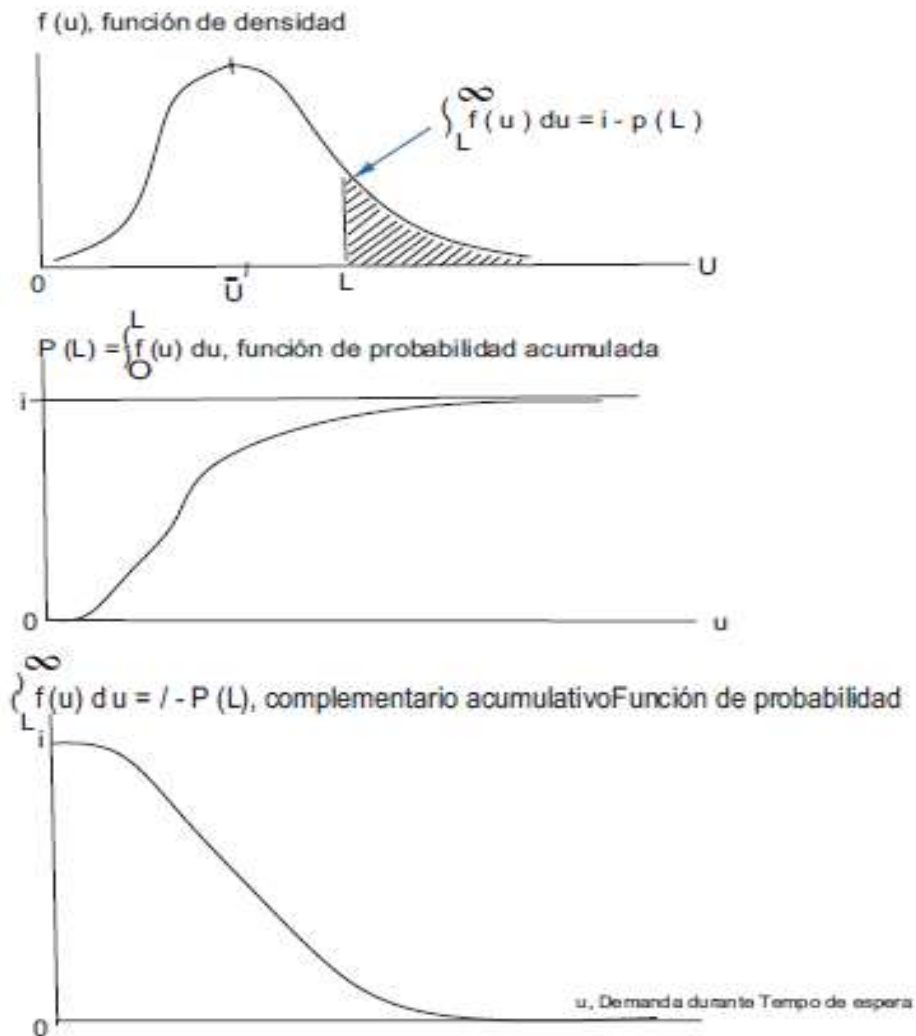


Figura 11 Función de densidad, función de probabilidad acumulativa y función de probabilidad acumulativa complementaria de la demanda durante el tiempo de entrega.

4.1.1 Modelos de demanda deterministas

Inicialmente, se investigará el efecto de los cambios de costos en los modelos de revisión constante en relación con la demanda determinista.

4.1.1.1. Aumento de paso determinista en una entrada

Un aumento gradual de una parte comprada, es decir, un único aumento de un insumo, a menudo se produce como consecuencia de una escasez del sector o un aumento de la demanda de esta mercancía.

Muchas situaciones inflacionarias se caracterizan precisamente por aumentos relativamente grandes y espaciados.

El tamaño y el momento del aumento del precio generalmente son anunciados de antemano por el proveedor. Se puede decir que se trata de un aumento determinista.

Si la empresa es capaz de predecir el tamaño y el tiempo del aumento con cierto grado de precisión, la situación se llamará aumento probabilístico.

Cuando el aumento de la acción de compra se conoce de antemano, la empresa tiene la opción de comprar un lote más grande de lo normal antes de que el aumento entre en vigor. Esto se traduce en un costo excesivo de mantenimiento. La pregunta es: ¿cuál es el valor ideal que la empresa debe comprar por adelantado para minimizar el costo total de compra y el mantenimiento de stock adicional?

Este problema ha sido objeto de un considerable escrutinio en la literatura, bajo los títulos de *compras especulativas*, *compras preventivas* o *compras anticipadas* (Dias, 2003).

Cuando se sabe con certeza que se producirá un aumento de precios, como suele ocurrir en las inflaciones prolongadas, el elemento de riesgo que entra en una decisión de compra anticipada es pequeño, y la adquisición de una cantidad adicional de material puede considerarse parte de una política de compra protectora y no de especulación.

Thomson M. Whitin desarrolló una fórmula que da la cantidad de la compra después de las anticipaciones del costo, que fueron consideradas en la entrada, bajo las siguientes premisas de la simplificación:

- Se espera que se produzca un aumento en los costos inmediatamente después de que se realice la compra;
- Las ventas anuales en dólares (en términos de precios de costo) son las mismas antes y después de los aumentos de costos.

Utilizando suposiciones menos restrictivas que los adoptados por Whiting, Eliezer Naddor también calculó el tamaño de la cantidad ideal que se debe comprar, con la expectativa de un aumento de costos, en lugar de la cantidad habitual de orden económico (Naddor, 1966). El autor supone que el aumento es anunciado por el proveedor y se produce en vísperas de una sustitución normal, por lo que no queda inventario a la hora de decidir cuánto comprar por adelantado. Además, no hay plazo de entrega.

Una fórmula muy similar a la de Naddor se derivará para un caso general cuando se anuncie el aumento y entrará en vigor en cualquier momento durante el ciclo de inventario, de modo que algún inventario existente generalmente estará disponible cuando llegue el exceso de desplazamiento. Suponiendo que la empresa sigue una política de EOQ; el plazo de entrega es t ; el tamaño del lote económico está dado por una fórmula. En ocasión t^1 , el proveedor anuncia que se producirá un aumento de K dólares en el costo d de la entrada, teniendo en práctica todas las compras realizadas a partir de la fecha t^2 .

Para evitar el efecto del aumento de los costos, el agente de compras puede comprar una cantidad mayor de lo habitual, Q_0 , en momento t_2 , para ser entregado a tiempo $T_2 + L$. Vemos en la Figura 12 que el nivel de stock será $q_0 + q_1$ en momento $t_2 + l$. A una tasa anual de uso D , este stock durará el tiempo T . El costo total $T.C. 1$ incurrido después de esta directiva será la suma del costo de configuración, P , el costo de las unidades compradas, $q_0 C$, y el costo de operación $(q_0 + q_1) \frac{Cj}{2}$. Nombrar a z el período que el inventario q_1 durar, tenemos:

$$q_0 = (T - z)D = TD - q_1 \text{ e } q_1 = zD, \text{ así que:}$$

$$T.C.1 = P + D(T - z)C + [D(T - z) + zD] \frac{Cj}{2} T = P + D(T - z)C + D \frac{Cj}{2} T^2$$

Si la empresa sigue la política habitual de EOQ, el costo $T.C.2$ para el período T se ve como:

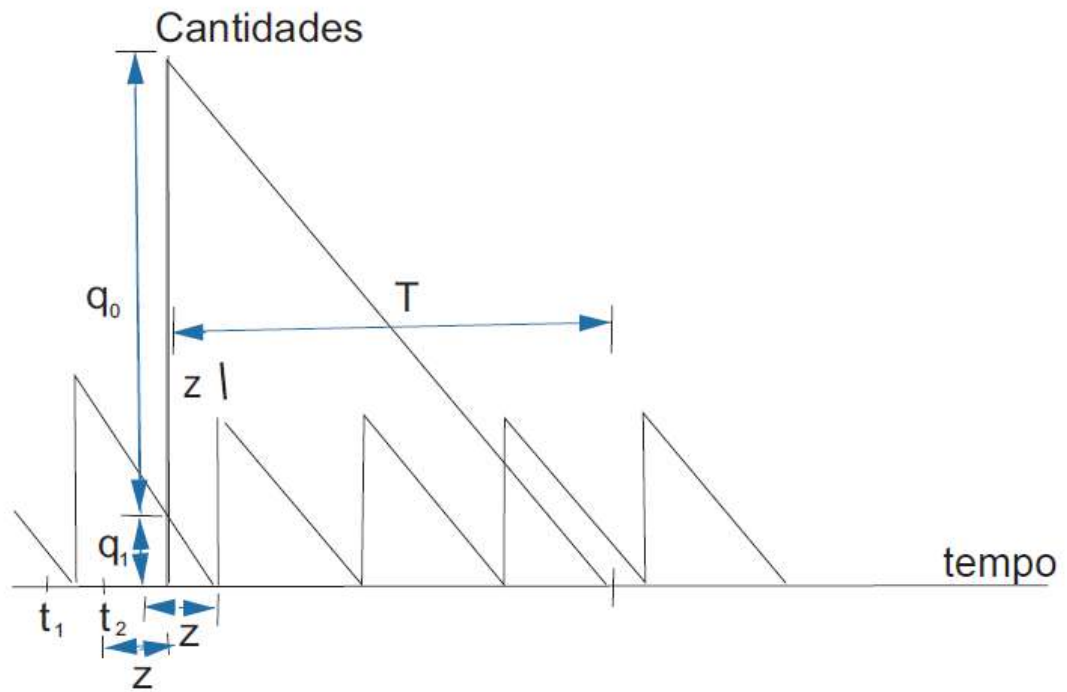


Figura 12 - Compra anticipada para un aumento de costos.

$T.C._2 = (T - z) D (C + K) + (T - z) \frac{D}{Q} P + \frac{(C+K)j}{2} (T - z) + q_1 \frac{Cj}{2}z$, donde Q es el tamaño del lote económico, correspondiente al aumento del insumo, $C + K$:

$$Q = \sqrt{\frac{2DP}{(C + K)j}}$$

Los ahorros obtenidos tras la política de compra anticipada están dando por la diferencia entre $T.C._2$ e $T.C._1$. Diferenciando en la relación con T y equiparando a cero, obtenemos, para la T ideal:

$$T_0 = \frac{k}{Cj} + \frac{1}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)P}{Dj}} \quad (10)$$

e o q_0 ideal está dado por la expresión:

$$q_0^0 = \frac{KD}{Cj} + \frac{1}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)PD}{j}} - q_1 \quad (11)$$

Nombrando de $K = \frac{k}{c}$ el porcentaje de aumento de costos, podemos reescribir la expresión (11) de la q_0 ideal de la siguiente manera:

$$q_0^0 = (1 + k)Q + K \frac{D}{j} - q_1 \quad (12)$$

La fórmula (12) muestra que el aumento en el lote económico, q_0^0 , es una función cada vez mayor del aumento del costo del porcentaje, K . Sustituyendo el valor ideal q_0 , obtenido a partir de (12), en la expresión que da el ahorro resultante de una compra anticipada, se puede calcular el ahorro máximo, G^0 .

Economía máxima:

$$\frac{Dk^2}{2Cj} + \frac{K}{c} \sqrt{\frac{2DP(C+K)}{j}} + \frac{KP}{c} - q_1K - q_1 \sqrt{\frac{2(C+K)Pj}{D}} + \frac{Cq_1^2j}{2D} \quad (13)$$

La expresión (13) se reduce a los tres primeros términos cuando q_1 es cero.

$$\text{Economía máxima: } \frac{Dk^2}{2Cj} + \frac{K}{c} \sqrt{\frac{2DP(C+K)}{j}} + \frac{KP}{c} \quad (13')$$

Vemos, por inspección de la fórmula (12) que, si el costo porcentual aumenta, k será lo suficientemente grande, entonces q_0^0 será el aumento del lote económico, llegando a ser igual a la demanda anual D . Esto sucederá siempre que $k = j$, un aumento extraordinariamente grande. Por lo tanto, podemos afirmar que, a excepción de los aumentos de costos muy grandes, la restricción $q_0 < D$ estará satisfecha.

$$T.C._1 = P + D(T - z)C + D \frac{Cj}{2} T^2 \quad (8)$$

Mientras el costo total de la política de tamaño de lote económico, si no se hubiera producido un aumento de costos, sería:

$$(DC + \sqrt{2DCPj})T - zDC \quad (14)$$

donde T está dado por (10).

Por lo tanto, si se sigue la política de compra anticipada, la pérdida del aumento de costos se limitará al siguiente valor: (8) - (14) lo que, después de los cálculos se reduce a:

$$\frac{Dk^2}{2Cj} + K \sqrt{\frac{PD}{j}} \left[\frac{1}{C} \sqrt{\frac{3}{2}(C+K)} - \frac{1}{2(C+K)} \right] \quad (15)$$

Si la perspectiva es de dos aumentos por año en tamaños K_1 e K_2 para un horizonte de planificación de un año, tenemos dos incógnitas, q_0 e q_2 , cantidades compradas por adelantado, en el momento del aumento de costos de la primera y la segunda respectivamente. Por ejemplo, la figura 13 ilustra la situación de dos aumentos de costos espaciados en un intervalo de seis meses.

El costo de la política de compra anticipada es:

$$2P + D\left(\frac{1}{2} + z_3\right)C + (T_2 - Z_3)D(C + K_1) + \frac{JCD}{4} \left(\frac{1}{2} + 2Z_3\right) \frac{JCD}{2} + T_2^2 + \frac{1}{2} K_{1j}T_2(T_2 - Z_3)D,$$

mientras que el costo de la política habitual de EOQ es:

$$\frac{1}{2} D(C + K_1) + D(C + K_1 + K_2)T_2 + \sqrt{\frac{(C+K_1)jDP}{2}} + \sqrt{(2(C + K_1 + K_2)jDP T_2)}$$

Después de tomar los derivados de la diferencia entre estos costos en relación con T_2 e Z_3 , y equiparando a cero, obtenemos un sistema de ecuaciones en T_2 e Z_3 , lo que maximiza los ahorros que se pueden hacer con compras anticipadas. De estos valores, obtenemos, para el ideal q_0 y q_2 , C^2 , según las fórmulas siguientes:

$$q_0^0 = \frac{D}{2} + 2 \frac{C}{K_1} D + 2 \frac{C^2}{k_1^2} D - \frac{4D}{j} - 2 \frac{k_2 D}{k_1 j} - \frac{4CD}{k_1 j} - \frac{2}{K} \sqrt{\frac{2(C+K_1+k_2)PD}{j}}$$

$$q_2^0 = \frac{2D}{j} + \frac{2k_2 D}{k_1 j} + \frac{4CD}{k_1 j} + \frac{2}{k_1} \sqrt{\frac{2(C+K_1+k_2)PD}{j}} - \frac{CD}{k_1} - \frac{2C^2 D}{k_1^2}$$

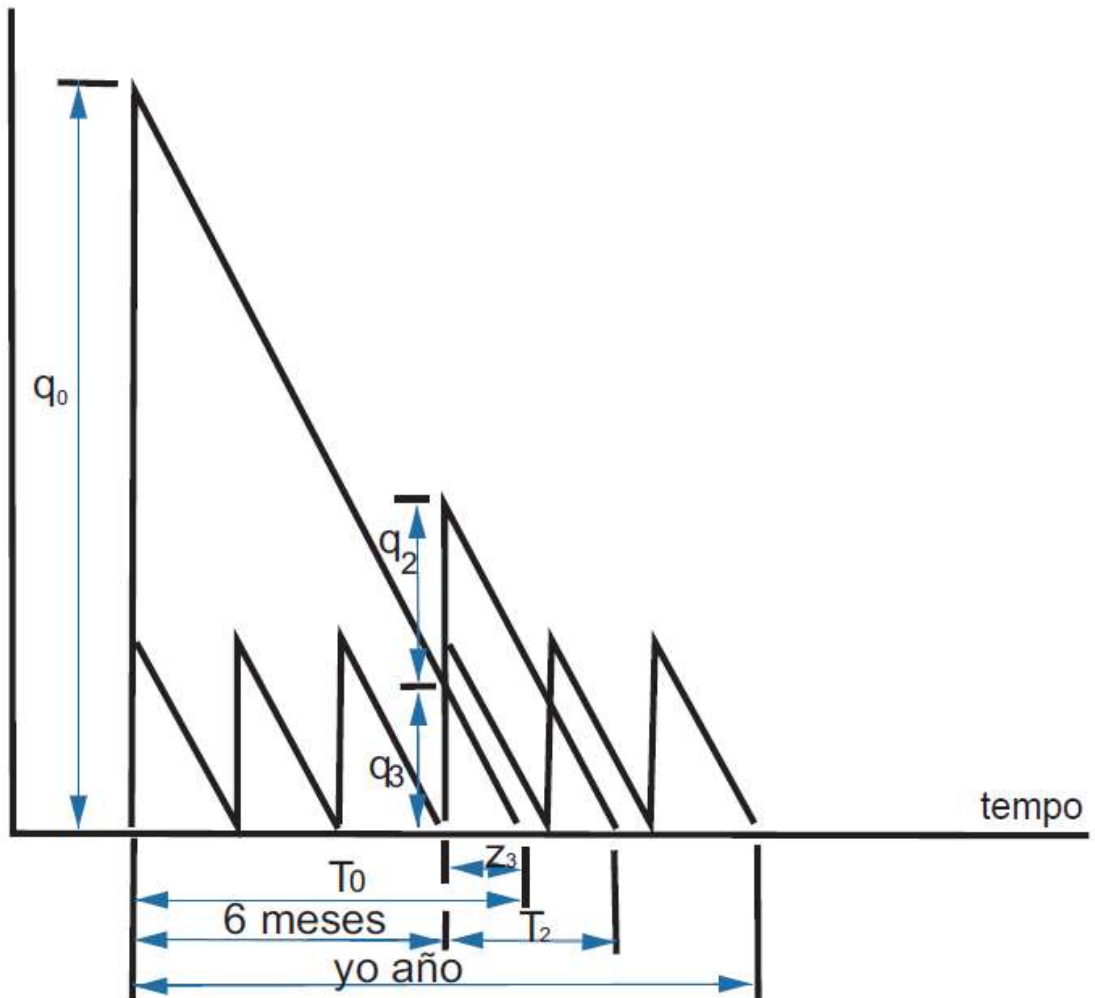


Figura 13 Compras anticipadas: de los aumentos por año espaciados en un intervalo de seis meses.

4.1.1.2 Aumento del costo de la etapa probabilística en una entrada

Cuando el aumento en el costo de entrada no se conoce de antemano, pero tiene una distribución de probabilidad, el monto ideal de compra anticipada depende solo del tamaño esperado del aumento del costo de entrada, cualquiera que sea la forma de distribución (Naddor, 1966). La manifestación de Naddor se mantiene para el caso en que no queda stock en el momento de la compra anticipada. Este resultado puede ser generalizado para los casos en los que se deja algún inventario para el momento de la compra anticipada. La demostración funciona de la siguiente manera (véase figura 12 y la sección anterior para el significado de los símbolos):

Costo habitual de la política EOQ sin compras anticipadas:

$$q_0 = (C+K) + q_0 \sqrt{\frac{2(C+K)Pj}{D} + \frac{q_1^2 Cj}{2D}}$$

Costo de la política de compra anticipada:

$$P + q_0K + \frac{(q_1+q_2)^2 2Cj}{2D}$$

Los ahorros resultantes de la adopción de la política de compra anticipada son iguales a la diferencia entre estos dos costos:

$$G = q_0K + q_0 \sqrt{\frac{2(C+K)Pj}{D}} - P - \frac{(q_0+q_1)^2 Cj}{2D} + \frac{q_1^2 Cj}{2D} \quad (1)$$

Mas $\sqrt{(C+k)} \cong \sqrt{C} \left(1 + \frac{k}{C}\right)$. así que:

$$G = q_0K + q_0 \sqrt{\frac{2PCj}{D}} - P - \frac{K}{2C} - P - \frac{q_0^2 Cj}{2D} - \frac{q_0 q_1}{D} Cj$$

Nombrando a $f(K)$ la función de densidad del tamaño K del aumento de costos, los ahorros esperados, \bar{G} , se ve como:

$$\bar{G} = \int_0^{\infty} Gf(K)dK = q_0 \bar{k} + q_0 \sqrt{\frac{2PCj}{D}} \left(1 + \frac{\bar{k}}{2c}\right) - P - \frac{q_0^2 Cj}{2D} - \frac{q_0 q_1}{D} Cj \quad (2)$$

Para calcular el q_0 que maximiza el ahorro esperado, diferenciamos (2) en relación a q_0 y equiparamos el resultado de la expresión a cero. El q_0 ideal está dado por (3):

$$q_0^0 = \frac{D \bar{k}}{Cj} + \frac{1}{C} \sqrt{\frac{2PD(C+\bar{k})}{j}} - q_1, \quad (3)$$

exactamente el mismo valor que encontramos (11) para el caso determinista con el aumento esperado, sustituyendo al incremento determinista K .

Cuando utilizamos el valor ideal q_0 , dado por (3), en la expresión (2) en los ahorros ideales, obtenemos, después de algunos cálculos, el siguiente valor para el ahorro máximo:

$$\bar{G}^0 = \frac{D \bar{k}^2}{2Cj} = \frac{\bar{k}}{C} \sqrt{\frac{2PD(C+\bar{k})}{j}} + \frac{\bar{k}P}{C} - q_1 \bar{k} - q_1 \sqrt{\frac{2Pj(C+\bar{k})}{D}} + \frac{Cq_1^2 j}{2D}, \quad (4)$$

exactamente el mismo valor que encontramos en (13) para el caso determinista con el aumento esperado, \bar{k} reemplazando el aumento determinista K .

Hasta ahora no había incertidumbre sobre cuándo se produciría el aumento de costos: las informaciones perfectas con relación al costo eran dadas por el proveedor. Otro problema surge cuando la incertidumbre no radica en la magnitud del aumento, sino en su *timing*. Ahora asumimos que el tamaño del aumento de costos es conocido y que su tiempo está sujeto a una distribución de probabilidad.

Varias formulaciones de este problema son posibles. Primero, suponemos que el horizonte temporal es de un año; que el gestor de stock evaluará una sola vez, a principios de año, la probabilidad de que la distribución del aumento de costos; y que sin duda habrá un aumento durante el año. La única pregunta es sobre el *timing*, no sobre el tamaño del aumento.

Lo denominamos t_b (Figura 14) el momento en que se producirá realmente el aumento de los costos, y t_a el momento ideal en el que se debe realizar la compra anticipada. Queremos encontrar t_a , dependiendo de los parámetros D , C , K , P , j y dependiendo de la distribución de probabilidad $p(t_b)$ que un aumento se produce en el momento t_b . El gestor de stock ha establecido una función de densidad $p(t_b)$ al principio del período de un año y no revisa esta función de densidad durante el año, ya sea porque no se le proporciona información adicional a medida que transcurre el tiempo, o porque el costo de revalorización es alto.

A continuación, el gestor de stock toma, al principio del período, la decisión de comprar previamente el valor q_0 cuando el aumento de costos en tiempo real es t_b . Los costos de ejecución de la compra anticipada en el momento t_a se comparará con el costo de ejecutar la compra anticipada en el momento ideal t_b .

Considere inicialmente el caso $t_b < t_a$. La oportunidad de ahorrar a través de compras anticipadas se perderá debido a una predicción incorrecta de la variable desconocida t_b . El costo de este evento es igual al de la economía máxima de la política de compra anticipada, ecuación (13').

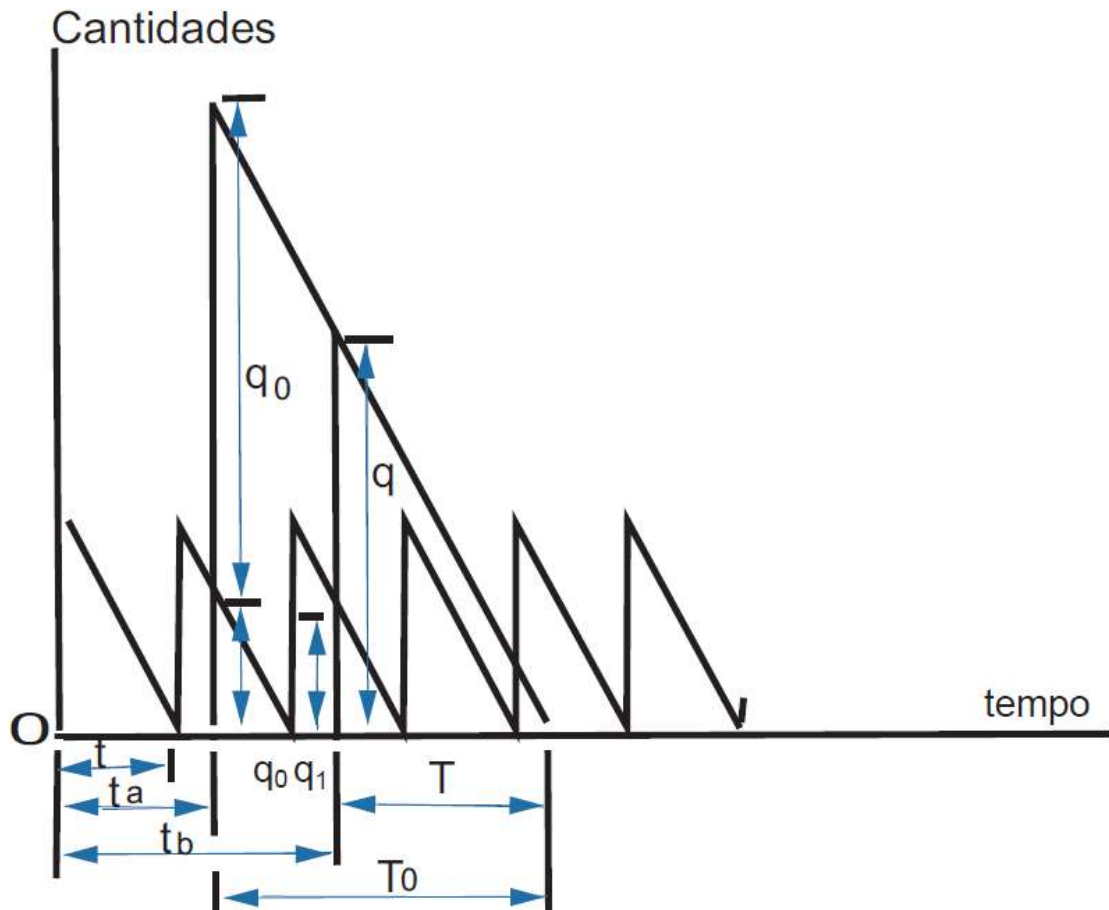


Figura 14 Compras anticipadas: Incertidumbre en el momento del aumento de costos.

Consideremos, en segundo lugar, el caso $t_b < t_a$, es decir, se compra antes del momento en que se producirá el aumento. La consecuencia de una compra anticipada prematura es que no será capaz de comprar el valor $(t_b < t_a)C$ por el precio anterior, por lo tanto no se ahorra $(t_b - t_a)DK$.

Se $t_b - t_a \geq T_0$, para el costo excedente de este evento, en comparación con la posible economía ideal, representada por T_0DK .

El costo medio excedente de compras anticipadas, cuando el momento de la aparición del aumento de costos está sujeto a una distribución de probabilidad de densidad $p(t_b)$, por lo tanto, está dado por la expresión:

$$\overline{EC} = \int_{t_b=0}^{t_a} \left[\frac{Dk^2}{2cj} + \frac{k}{c} \sqrt{\frac{2DP(C+k)}{j}} + \frac{kp}{c} \right] p(t_b) dt_b + \int_{t_b=t_a}^{t_a+T_0} (t_b-t_a)DKp(t_b) dt_b + \int_{t_b=t_a+T_0}^1 T_0DKp(t_b) dt_b \quad (5)$$

Si se conoce $p(t_b)$, función de densidad que representa la probabilidad de que el aumento se produzca en el momento t_b , podemos calcular \overline{EC} . Con el fin de minimizar el

costo excesivo de \overline{EC} , determinamos el valor de t_a que minimiza a integral (5). Esto le dará el tiempo ideal t_a^0 para comprar el valor q_0 de antemano.

Supongamos que hay una distribución de densidad uniforme $P(t_b) = 1$. En la ecuación (5), encontramos:

$$\overline{EC} = T_0DK - \frac{T_0^2 Dk}{2} + \left[\frac{Dk^2}{2Cj} + \frac{k}{c} \sqrt{\frac{2DP(C+k)}{j}} + \frac{KP}{c} - T_0DK \right] t_a \quad (6)$$

Si el coeficiente de t_a en (6) es ≥ 0 , el valor de t_a (3) que minimiza el exceso de costo de \overline{EC} es $t_a^0=0$. La política ideal es comprar q_0 de antemano a principios de año. Si el coeficiente de t_a en (6) es <0 , entonces el valor de t_a que minimiza el exceso de costo \overline{EC} es $t_a^0=1$. Las condiciones pueden expresarse de la siguiente manera: si $KD > 2Pj$, postergamos la compra anticipada hasta el final del período; si $KD \leq 2Pj$, vale la pena especular y comprar por adelantado al comienzo del período.

Tomemos ahora que t_b tiene una función de distribución dada por la densidad $p(t_b) = a + bt_b$, dónde a y b son constantes, relacionadas por la expresión: $a + \frac{b}{2} = 1$.

Diferenciando (5) en relación con el t_a y equiparando el resultado a cero, obtenemos, después de algún cálculo, el valor de t_a^0 , momento ideal para comprar cantidad q_0 de antemano:

$$t_a^0 = \frac{a \left[\frac{DK}{2Cj} + \frac{1}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)PD}{j}} + \frac{P}{c} - \frac{DbT_1^2}{2a} - DT_0 \right]}{\frac{b}{2} \left[\frac{DK}{2Cj} + \frac{1}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)PD}{j}} + \frac{P}{c} - DT_0 \right]}$$

Recordando que $DT_0 = q_0$ está dado por:

$$DT_0 = \frac{1}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)PD}{j}} + \frac{KD}{cj} ,$$

Obtuvimos:

$$t_a^0 = \frac{a}{b} - \frac{CDT_0^2 j}{2Pj - DK} = \frac{a}{b} + \frac{CDT_0^2 j}{DK - 2Pj} \quad (8)$$

Sustitución del valor de la T_0 en (8), tenemos, por $a = 0$:

$$t_a^0 = \frac{2(C+K)P}{CDK} + \frac{K}{cj} + \frac{2}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)P}{Dj}}, \text{ para } KD > 2Pj, \text{ e } t_a^0 = 0, \text{ para } KD \leq 2Pj \quad (8')$$

Los resultados que presentamos pueden explicarse de la siguiente manera: no se prevé la posibilidad de T_0 se puede hacer por un período superior a un año. El horizonte no está bien definido y en realidad puede extenderse por más de un año. Por lo tanto, es concebible que el aplazamiento de las compras anticipadas sea ideal.

Podríamos reformular el problema estableciendo las siguientes condiciones: $T_0 < 1$, en (5), se elimina la tercera integral y el límite superior de la segunda integral es $1 - T_0$, de modo que el horizonte se limita estrictamente a un año. Y actualmente asumimos que el aumento puede ocurrir sólo en el período $1 - T_0$, con distribución constante de probabilidades.

Hay otra forma menos restrictiva de formular el problema: aceptar un T_0 de cualquier tamaño; supongamos que es grande en comparación con el EOQ habitual; y asumir que la probabilidad de que se produzca un aumento está restringida a un período Z , comenzando en el tiempo 0 ; además, $Z + T_0 > 1$. En estas condiciones, (5) se convierte en:

$$\overline{EC} = \int_{t_b=0}^{t_a} \left[\frac{Dk^2}{2Cj} + \frac{k}{c} \sqrt{\frac{2DP(C+K)}{j}} + \frac{PK}{c} \right] p(t_b) dt_b + \int_{t_b=t_a}^Z (t_b - t_a) DK p(t_b) dt_b \quad (7)$$

Si $p(t_b)$ es constante, se encuentra, a partir de (7):

$$\frac{d\overline{EC}}{dt_a} = \left[\frac{Dk^2}{2Cj} + \frac{k}{c} \sqrt{\frac{2DP(C+K)}{j}} + \frac{PK}{c} \right] - (Z - t_a) DK = 0$$

Normalmente, el término $\frac{Dk^2}{2Cj}$ será grande en comparación con los otros dos términos dentro del primer par de paréntesis de la expresión anterior. Eliminando estos, encontramos para el momento ideal t_a para compras anticipadas, el valor:

$$t_a^0 = Z - \frac{K}{2j} \quad (8)$$

Por ejemplo, si $C = \$1$, $k = \$2$, $P = \$5$, $j = \$16$, e $D = 100.000$ unidades, entonces el EOQ es 2,500 unidades y el $T_0 = 1,3$ (en años); si $Z = \$5$, es decir, si el aumento de costos solo puede ocurrir durante el primer semestre con probabilidad constante, entonces el momento ideal para comprar por adelantado es:

$$t_a^0 = \$5 - \frac{\$2}{2(\$16)}$$

Habría que especular a principios de año. Con los mismos datos y $k = \$5$, se encuentra $t_a^0 = \$34$, y una vez finalizado el primer tercio del año, el importe correspondiente a la T_0 .

Como se indicó anteriormente, este problema probabilístico que implica tiempo incierto se puede formular de diferentes maneras. Por ejemplo, considerando una vez más un horizonte de un año, y cuando se sabe que se producirá un aumento en el tamaño K durante el año, podemos suponer ahora que el gerente de stock volverá a evaluar varias veces durante el año la probabilidad de que un aumento estará cerca. Si la revalorización se realiza en cada punto de reordenación, la misma fórmula (5) que anteriormente mantiene el valor de TI, la única diferencia es que los tiempos deben contarse desde el principio de cada ciclo EOQ. La conclusión anterior se mantiene para un horizonte de un año en marcha. Por supuesto, en cada punto de revalorización se puede decidir cambiar la función de densidad de la probabilidad de aumento de costos, así como revisar el tamaño K del aumento basándose en información más reciente.

Si, por ejemplo, la función de distribución de t_b es lineal y usamos la fórmula (8), por lo que siempre que t_a^0 es menor que el ciclo EOQ de tiempo t , debemos comprar por adelantado. Caso contrario, postergamos la compra anticipada hasta una decisión posterior. Los mismos principios se aplican si la revisión de la probabilidad de un aumento de costos se realiza en intervalos de tiempo más cortos, como mensual o semanal.

Si asumimos ahora que la probabilidad de un aumento se concentra en un período de tiempo m , situado en algún lugar en la mitad del año; que la densidad de probabilidad es

uniforme; que $m < T_0$; y que el tamaño del lote económico es relativamente pequeño en relación con el q_0 ; entonces (Figura 15) si la compra anticipada se realiza en el momento t_a y el costo del aumento se produce en este momento t_b , el costo medio en exceso resultante de una compra prematura o tardía viene dado por:

$$\overline{EC} = \int_{t_b=m_1}^{t_a} \left[\frac{Dk^2}{2Cj} + \frac{k}{c} \sqrt{\frac{2DP(C+K)}{j}} + \frac{KP}{c} \right] dt_b + \int_{t_a}^{m_2} (t_b - t_a) DKt_b \quad (9)$$

El tiempo de compra ideal t_a^0 , que minimiza la expresión anterior, está dada por:

$$t_a^0 = m_2 - \frac{K}{2Cj} - \frac{1}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)}{Dj}} - \frac{P}{CD} \cong m_2 - \frac{K}{2j} \quad (10)$$

El momento ideal para las compras anticipadas se sitúa en algún lugar al final del período durante el cual el aumento de costos seguramente ocurrirá, si K es pequeño, o en el inicio, si K es grande. La fórmula (10) es análoga a la fórmula (8) encontrada anteriormente.

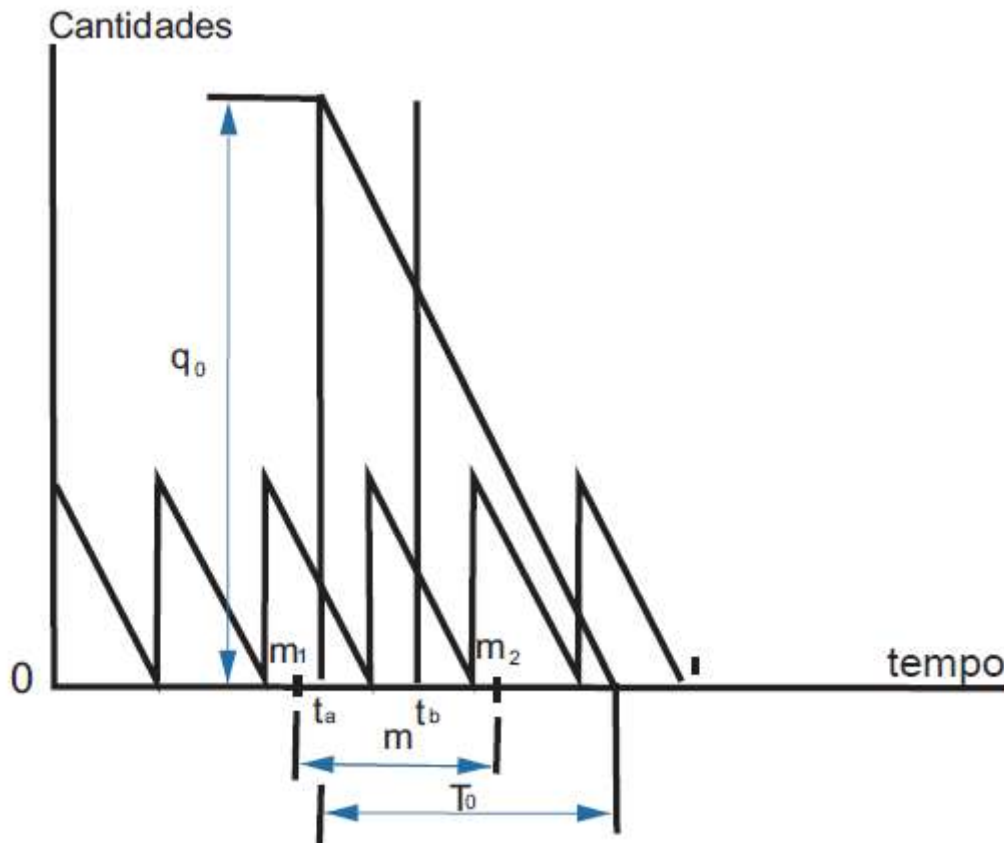


Figura 15 Compras anticipadas: Incertidumbre en el momento del aumento del costo y aumento del paso restringido al intervalo de tiempo m .

4.1.1.3. Aumento continuo de los costos en una entrada

En las secciones anteriores, analizamos el efecto del aumento de costos en una etapa de la política de inventario de un gestor de costos. En este apartado se investigará la influencia de un aumento continuo de los costos.

Los aumentos relativamente pequeños, frecuentes, mensuales o trimestrales son característicos de las inflaciones persistentes e incontroladas. En primer lugar, se examinará el caso de los aumentos continuos de los costos en un solo insumo, y en el siguiente apartado, reanudaremos los casos de aumentos de costos en todos los insumos.

Suponemos que el administrador de stock está prediciendo aumentos mensuales en el costo del insumo a ser adquirido. El símbolo I se utilizará para representar el porcentaje de aumento anual y el símbolo $d = \frac{I}{12}$, para representar el aumento porcentual de costo mensual. Los otros símbolos que se utilizarán se definieron anteriormente. Primero buscamos una fórmula que dé el costo total o la compra de unidades D por año, por medio

de lotes de tamaño Q, cuando el costo de compra de una unidad es C durante el primer mes, $C(1 + d)$ durante el segundo mes, $C(1 + 2d)$ durante el tercer mes, y $C(1 + 11d)$ durante el último mes del horizonte de un año.

Si se realiza una compra, el costo de compra solo será:

$$\text{Costo} = QC,$$

ya que obviamente esta compra se realiza a principios de año. Si se realizan dos compras al año, el costo de compra será:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 6d)$$

el segundo paquete comprado dentro de los seis meses siguientes al primero.

En el caso de tres compras igualmente espaciadas por año, tenemos:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 4d) + QC(1 + 8d).$$

Con cuatro, seis y doce compras al año, a intervalos regulares, tenemos respectivamente:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 3d) + QC(1 + 6d) + QC(1 + 9d),$$

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 2d) + QC(1 + 4d) + \dots + QC(1 + 10d), \text{ y}$$

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + d) + QC(1 + 2d) + \dots + QC(1 + 11d).$$

Al llamar a n el número de compras por año, las expresiones anteriores se pueden escribir como:

$$\text{Cost} = QC + QC\left(1 + \frac{12}{n}d\right) + QC\left(1 + \frac{2 \times 12}{n}d\right) + QC\left[1 + (n-1)\frac{12}{n}d\right] \quad (1)$$

Los términos (1) son los miembros de una progresión aritmética de $QC \frac{12}{n}d$. La expresión (1) por lo tanto, se puede escribir como sigue:

$$\text{Costo} = QC \left[1 + 1 + (n - 1) \frac{12}{n} d\right] \frac{n}{2} \quad (2)$$

Si consideramos (12) $d = I$ como un porcentaje de aumento anual, y reemplazar n en (2) por $\frac{D}{Q}$. Tenemos:

$$\text{Costo} = QC \left[\frac{D}{Q} + \frac{D}{Q} \frac{I}{2} - I \right] = DC \left[1 + \frac{I}{2} - \frac{QI}{2D} \right] \quad (3)$$

El factor $f = 1 + \frac{I}{2} - \frac{QI}{2D}$ refleja la influencia de un aumento mensual continuo en el valor porcentual $\frac{I}{2}$ en el costo anual de compra. Observamos que el factor f es 1 y cuando el costo aumenta, I es cero, o cuando toda la compra se realiza a principios de año, es decir, cuando $Q = D$. El factor f es una función lineal de Q que, bajo los supuestos realizados, alcanza su valor máximo cuando Q es lo más pequeño posible, es decir, a $Q = \frac{D}{12}$, cuando F es igual a $1 + \frac{I}{2} - \frac{I}{24} \cong 1 + \frac{I}{2}$.

El costo total del stock durante un año se convierte en:

$$T.C. = DC \left[1 + \frac{I}{2} - \frac{QI}{2D} \right] + \frac{DP}{Q} + QC \left[1 + \frac{I}{2} - \frac{QI}{2D} \right] \cdot \frac{I+a}{2} \quad (4)$$

El último término de (4) refleja el hecho de que el costo unitario medio durante el año es C_f . Cualquiera que sea el valor de Q , el último término de (4) se puede aproximar con poco error por $QC \frac{I+a}{2}$ así que (4) se convierte en (Machline, 1981, p. 27):

$$T.C. = DC \left[1 + \frac{I}{2} - \frac{QI}{2D} \right] + \frac{DP}{Q} + QC \frac{I+a}{2} \quad (5)$$

Diferenciando (5) en relación a Q e igualando el resultado a cero, obtenemos, para el tamaño de lote ideal, el valor:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2DP}{C(i+a-I)}} \quad (6)$$

En términos de EOQ habitual, (6) se puede escribir:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{i+a}{C(i+a-I)}} \quad (7)$$

Vemos que, para un aumento continuo de los costos en una entrada, el tamaño del lote económico se vuelve mayor de lo que sería sin que haya un aumento.

Claramente, cuando $I = i + a$, se adquiere por adelantado todo el año solicitando D a principios de año.

Por ejemplo, si la tasa de interés i es del 5% anual, si el costo de almacenamiento es del 10%, y si el porcentaje de aumento de costos I es del 5%, el tamaño del lote económico aumenta en un 22%. Si el costo porcentual anual del aumento es del 10%, el tamaño del lote económico aumenta en un 73%.

Examinando (5), vemos que si I fuese de naturaleza probabilística, la solución (7) todavía se podría aplicar, con el valor promedio reemplazando el valor determinista I .

La expresión (7) se aproxima no sólo por la aproximación realizada en el último término de (4), pero también porque se supone que el aumento de costos se produce a intervalos discretos de un mes, la solución para el EOQ es cuando n es divisor en (12).

Podemos ver que la fórmula del factor f no se mantiene para $n = 8$ por ejemplo, ni tampoco para $n = 24$ o 48.

Si el EOQ en la fórmula (7) es, por ejemplo, una oferta de un mes, y el factor bajo la raíz en (7) es del 22% por ejemplo, por lo que de hecho no se debe hacer ningún cambio en el tamaño del lote económico, porque un aumento del 22% es muy pequeño en relación con la precisión de la fórmula. Pero si el EOQ de costo estable es, por ejemplo, un suministro de dos meses, y el factor bajo la raíz es del 73%, entonces uno debe cambiar a una economía de tamaño de lote de tres meses.

Si asumimos aumentos diarios de tamaño $d = \frac{I}{365}$ entonces, se eliminan las dificultades derivadas de discontinuidades en (5). La expresión (5) se aplica incluso a pequeños aumentos en el tamaño del lote económico.

De hecho, con aumentos diario de tamaño $d = \frac{I}{365}$, tenemos los siguientes costos de compra:

- Una compra por año a principios de año:

$$\text{Costo} = QC$$

- Dos compras por año, espaciadas a intervalos de seis meses:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 182.5d)$$

- Tres compras por año, espaciadas a intervalos de cuatro meses:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 121.7d) + QC(1 + 243.4d)$$

- Cuatro compras por año, espaciadas a intervalos de tres meses:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 91d) + QC(1 + 182d) + QC(1 + 273d)$$

- Cinco compras por año, espaciadas a intervalos de 73 días:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 73d) + QC(1 + 146d) + QC(1 + 219d) + QC(1 + 292d)$$

- Seis compras por año, espaciadas a intervalos de 61 días:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 61d) + QC(1 + 122d) + QC(1 + 183d) + QC(1 + 244d) + QC(1 + 305d)$$

Y así sucesivamente para cualquier número de compras por año, hasta, digamos, 52 compras, es decir, una compra por semana, a un costo de:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 7d) + QC(1 + 14d) + \dots + QC(1 + 357d).$$

Luego tendríamos para 2 compras por semana, espaciadas a 3,5 días de intervalo:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + 3,5d) + QC(1 + 7d) + \dots + QC(1 + 360,5d)$$

Y para una compra al día:

$$\text{Costo} = QC + QC(1 + d) + QC(1 + 2d) + \dots + QC(1 + 364d)$$

En todos los casos, denominando n el número de compras anuales, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Costo} &= QC + QC\left(1 + \frac{365}{n}d\right) + QC\left(1 + 2\frac{365}{n}d\right) + \dots + \\ &+ QC\left[1 + (n-1)\frac{365}{n}d\right] = \\ &= QC + QC\left(1 + \frac{1}{n}\right) + QC\left(1 + 2\frac{1}{n}\right) + \dots + QC\left[1 + (n-1)\frac{1}{n}\right] \end{aligned}$$

Esta es una progresión aritmética, la suma de la cual es:

$$\text{Costo} = QC \left[1 + 1 + \frac{(n-1)1}{n} \right] \cdot \frac{n}{n2},$$

y después de reemplazar n por $\frac{D}{Q}$, tenemos:

$$\text{Costo} = DC \left(1 + \frac{1}{2} - \frac{QI}{2D} \right), \text{ como en (3).}$$

También obtenemos la fórmula (4) para el costo total del año de stock y ahora, ya que Q es prácticamente continuo, podemos confirmar esto en la expresión diferenciada (4) y en la obtención de la expresión (6) para el tamaño de lote ideal Q^0 .

La figura 16 muestra la influencia del aumento lineal de los costos en un insumo sobre el tamaño del lote económico, suponiendo continuidad en el aumento de costos y en el tamaño del lote adquirido.

4.1.1.4. Aumentos continuos de costos en todos los insumos

Debido a la amplia variedad de combinaciones posibles en el tiempo y el tamaño del aumento de los costos, así como debido a la complejidad de su efecto, la atención se limita necesariamente a los casos más simples. En particular, la regularidad de los aumentos de costos nos permite obtener una expresión operativa para lotes económicos.

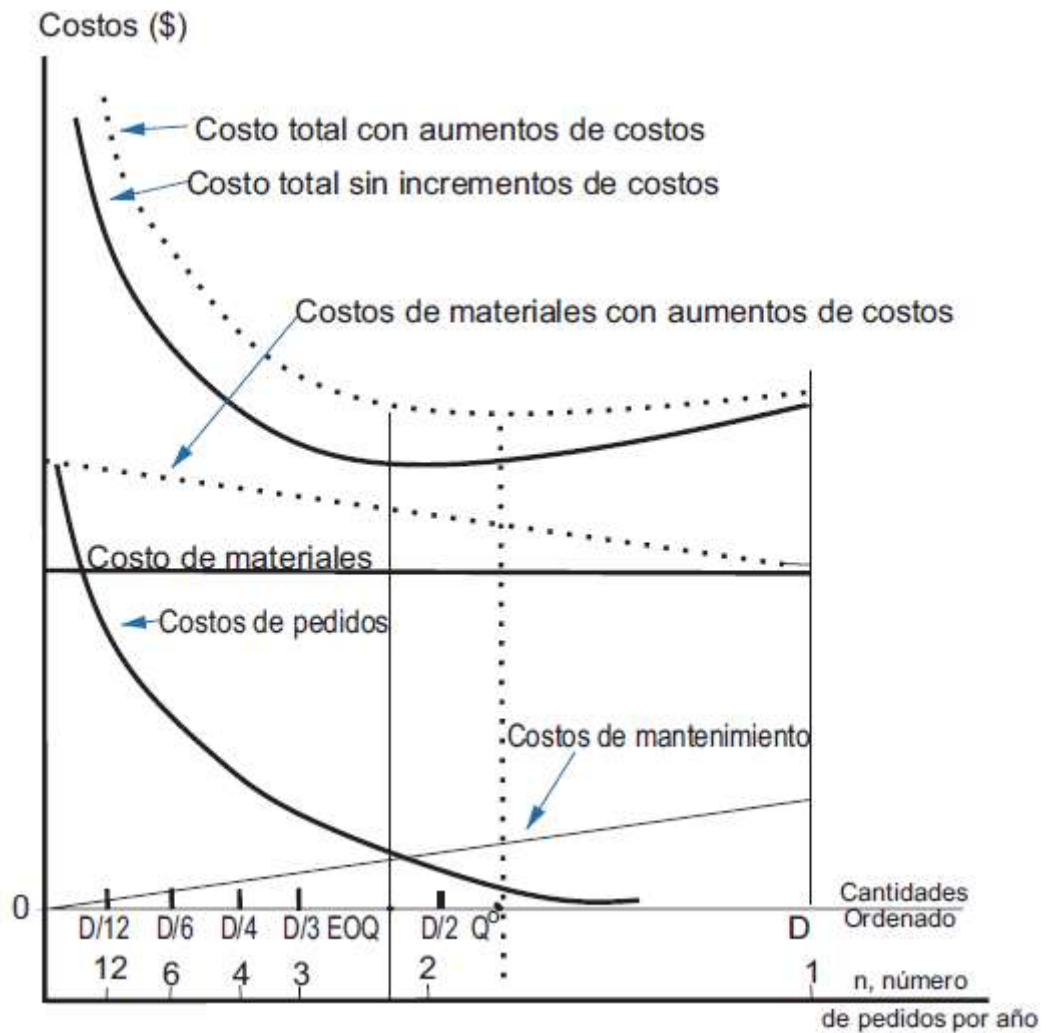


Figura 16 Aumento lineal del costo del material y su efecto sobre el tamaño del lote económico.

En la sección anterior, estudiamos el efecto en la política de stock de la empresa de un costo continuo con un aumento de un artículo (una entrada), es decir, examinamos el efecto de un aumento de costos en el precio del artículo comprado. Sin embargo, en muchas situaciones inflacionarias, el aumento no se limita a un solo elemento, sino que también se extiende a la administración de los costos, los tipos de interés y los costos de almacenamiento.

En esta sección, habrá diferentes situaciones que se describirán a su debido tiempo. En todos ellos, el horizonte postulado en un intento de minimizar los costos será de un año.

Para que el problema sea más realista y más manejable, se asumirá, en todas las situaciones, que el costo de mantenimiento de los stocks (tasa de interés y costos de almacenamiento) no cambiarán durante el año.

En otras palabras, j es una constante durante el horizonte considerado de un año. Tanto la tasa de interés como los costos de almacenamiento son determinados por el mercado al principio del período y no se modifican después. Si el mercado tuviera un pronóstico perfecto de la inflación futura, el mercado o la tasa de interés aparente sería, como se discute en el capítulo 2:

$$r = i + I \quad (1)$$

donde r es el tipo de interés nominal, i es el tipo de interés real, y I es la tasa de inflación esperada será anual. Y el costo total de retención, expresado como una tarifa anual, sería:

$$j = i + a + I \quad (2)$$

Estos supuestos son plausibles, porque ya hemos visto en los capítulos 2 y 3 que la tasa de interés está detrás de los cambios en el nivel de precios. Por lo general, las tasas de interés no se pueden cambiar a intervalos cortos. Y se aplica a las tarifas de alquiler de espacio, tasas de seguro e impuestos. Por lo tanto, es razonable postular que la tasa j se mantendrá estable para el horizonte considerado de un año.

Ahora es necesario caracterizar las diversas situaciones mencionadas anteriormente. En primer lugar, distinguiremos los casos de inflación incontrolada y controlada.

En el caso de una inflación controlada, la atención se limitará a una economía en la que la empresa tenga prohibido ajustar sus precios de venta de cualquier manera, o al menos limitarse a una economía en la que la empresa tenga dudas sobre si podrá o no reajustar sus precios de venta durante el año siguiente. La empresa, por lo tanto, por razones conservadoras, considera que debe seguir una política de stock basada en una perspectiva de aumento de costos, sin embargo, de precios de venta estables, un escenario estudiado como en el caso de Brasil.

En el caso de inflación descontrolada, las posibilidades se subdividirán aún más: podemos considerar que el gerente de operaciones solo toma en cuenta el costo en los insumos, o podemos adoptar la opinión del gerente financiero que mira los costos totales del

sistema, recordando que el escenario de inflación descontrolada estudiado será el de Argentina.

En primer lugar, en el caso de la inflación controlada, observamos que el costo de mantener las existencias es la tasa de interés aparente más los costos de almacenamiento. Si el aumento de costos es lineal, es decir, si la tasa de aumento de costos es $\frac{I}{365}$ al día, o $\frac{I}{12}$ al mes, y es lo mismo para todas las entradas que refiriéndose a lo que se vio en la sección anterior, 4.1.1.3, la expresión (4) se convierte en:

$$T.C. = DC \left[1 + \frac{DP}{Q} + QC \frac{i+a}{2} \right] \left[1 + \frac{I}{2} - \frac{QI}{2D} \right] \quad (3)$$

El contenido del primer par de paréntesis representa la expresión conocida de los costos anuales totales en condiciones económicas estacionarias. Ya en el segundo par de paréntesis hay un factor que refleja la influencia de los cambios de costos.

La diferenciación de la expresión (3), para calcular el Q ideal, da una ecuación de tercer orden. La mejor manera de calcular el tamaño económico del lote sería entonces utilizar un método tabular, calculando TC a través de (3) y seleccionando Q que minimiza el costo total TC.

El problema de los continuos aumentos de los costos en todos los insumos todavía puede abordarse de forma más general: supongamos ahora que los aumentos de costos proceden a diferentes tasas para los diversos insumos y que son lineales. Que I_1 es la tasa de aumento en el costo de los materiales, I_2 la tasa de aumento de los costos de *setup* y I_3 el aumento de la tasa de interés. Tenemos, en lugar de (3), la siguiente expresión para los costos anuales totales:

$$T.C = DC \left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D} \right) + \frac{PD}{Q} + \left(1 + \frac{I_2}{2} - \frac{QI_2}{2D} \right) + QC \frac{i+a+I_3}{2} \left(1 + \frac{I_2}{2} - \frac{QI_2}{2D} \right) \quad (4)$$

Como antes, descuidamos el término $QC \frac{i+a+I_3}{2} \left(\frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D} \right)$ para obtener:

$$\frac{d(T.C.)}{dQ} = \frac{CI_1}{2} - \frac{PD}{Q^2} \left(1 + \frac{I_2}{2} \right) + C \frac{i+a+I_3}{2} = 0 ,$$

Donde:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2DP}{c(i+a+I_3-I_1)}} \left(1 + \frac{I_2}{2}\right) \quad (5)$$

El aumento de P, costo administrativo de compra, tiende a aumentar la cantidad de orden económico, en la medida en que el factor $\sqrt{1 + \frac{I_2}{2}}$ es pequeño para aumentos moderados de tasas I_2 .

Si el aumento esperado en el costo del dinero, I_3 , es superior a los aumentos esperados en el costo de los materiales, I_1 , i.e., y $I_1 < I_3$, una situación característica de inflación controlada, en la que la tasa de interés es cara, por lo que Q^0 es menor que en tiempos no inflacionarios. La inflación controlada tiende a disminuir el tamaño de los stocks.

Si $I_1 = I_3$, en otras palabras, si el aumento de materiales es igual al aumento de la tasa de interés, situación característica de inflación descontrolada, general y equilibrada, la fórmula del tamaño del lote económico se vuelve la misma que sin inflación. Descontrolada, la inflación global deja sin cambios el tamaño de las acciones.

Si $I_1 > I_3$, es decir, si el aumento previsto de los materiales es mayor que el aumento esperado de las tasas de interés, como ocurre en las inflaciones sectoriales incontroladas, entonces el tamaño del lote económico se hace mayor que en períodos no inflacionarios. La inflación incontrolada del sector aumenta el tamaño de las acciones.

Estas conclusiones se aplican a los casos de las empresas que consideran que el costo monetario de mantener los stocks está dictado por la tasa de interés aparente $i + I_3$, tasa justificada cuando existe incertidumbre sobre la posibilidad de ajustar el precio de venta propio, o al adoptar el cargo de gerente de operaciones, que trabaja con un estándar de costo determinado a principios de año e independientemente de cualquier ajuste de precios. Si la empresa confía en que podrá reajustar su precio de venta, y si quiere adoptar la visión total del sistema en su política de stock, entonces el costo del dinero para mantener los stocks se rige por la tasa de interés real i , y la fórmula del tamaño del lote económico es:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2Dp}{c(i+a-I_1)}} \left(1 + \frac{I_2}{2}\right) \quad (6)$$

Excepto por el factor que implica I_2 , en la fórmula (6) de la sección 4.1.1.3. Según los supuestos realizados, el tamaño de la población aumenta en comparación con las condiciones no inflacionarias. Si I_3 es negativo, es decir, si la empresa no sólo es capaz de

reajustar sus precios a la tasa de inflación, pero es capaz incluso de anticipar (5), teóricamente los stocks deben aumentar en un costo ideal.

Considere la siguiente expresión para el tamaño de lote económico:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2DP}{C(i+a-I_3)}} \quad (7)$$

Esta expresión es la fórmula de EOQ habitual, como vemos, con la tasa de interés aparente sustituyendo a la tasa de interés real.

La fórmula (7) hace la abstracción de los aumentos en los costos administrativos, I_2 , una suposición justificable en la mayoría de los casos, pero también resume el aumento de los costos materiales, una suposición mucho menos justificada. La fórmula (7) tiende a ser una fórmula puramente estática, que es correcta si no hay una previsión de los costos de material. Si se espera tal aumento, la fórmula (7) no es ideal.

Si los tamaños I_1 , I_2 , e I_3 los aumentos de costos anuales no se conocen con certeza, pero dependen de las distribuciones de probabilidad $f_1(I_1)$, $f_2(I_2)$ e $f_3(I_3)$, que se supone que son independientes, así que, a partir de (4) después de eliminar los términos menos importantes, tenemos, para los costos totales de stock esperados:

$$\overline{TC} = \int DC \left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D}\right) f_1(I_1) dI_1 + \int \frac{PD}{Q} \left(1 + \frac{I_2}{2} - \frac{QI_2}{2D}\right) f_2(I_2) dI_2 + \int QC \frac{i+a+I_3}{2} f_3(I_3) dI_3 \quad (8)$$

Donde los integrales se toman sobre las fajas I_1 , I_2 e I_3 .

Por integración de (8), se ve fácilmente que se obtiene:

$$\overline{TC} = DC \left(1 + \frac{\bar{I}_1}{2} - \frac{Q\bar{I}_1}{2D}\right) + \left(\frac{PD}{Q} + \frac{\bar{I}_2}{2} - \frac{Q\bar{I}_2}{2D}\right) + QC \frac{i+a+\bar{I}_3}{2} \quad (8')$$

Diferenciar (8') en relación con Q , obtenemos para el EOQ una fórmula idéntica a (5), en la que los valores medios \bar{I}_1 , \bar{I}_2 e \bar{I}_3 reemplazan los valores deterministas I_1 , I_2 e I_3 .

Si las probabilidades de aumentos de costos ya no son independientes, sino que se producen mediante una distribución de probabilidad conjunta $f(I_1, I_2, I_3)$, se tiene, para los costos medios totales:

$$\overline{TC} = \int \int \int \left[DC \left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D}\right) + \frac{PD}{Q} \left(1 + \frac{I_2}{2} - \frac{QI_2}{2D}\right) + QC \frac{i+a+I_3}{2} \right] f(I_1, I_2, I_3) \times dI_1 dI_2 dI_3$$

Para calcular el EOQ ideal, se utilizaría un enfoque tabular. Como ilustración, deliberadamente simple, supongamos que EOQ es de tamaño insignificante y que I_2 está dada por la siguiente distribución de probabilidad discreta conjunta $P(I_1, I_3)$:

$I_3 \backslash I_1$	5%	10%	Total
10%	25%	15%	40%
20%	5%	55%	60%
Total	30%	70%	100%

Tenemos:

$$\overline{T.C.} = \sum I_1 \sum I_3 \left[DC \left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{Q I_1}{2D} \right) + \frac{PD}{Q} + QC \frac{i+a+I_3}{2} \right] P(I_1, I_3),$$

Tome $D = 1.000$, $C = \$1,00$, $P = \$5,00$, $i + a = 16\%$ al año.

Al realizar los cálculos, resulta que T.C. es: \$1.127,5 para

$Q = D$, 1.111,2 para $Q = \frac{D}{2}$, 1.110,6 para $Q = \frac{D}{4}$, 1.134,2 para $Q = \frac{D}{10}$.

Por lo tanto, la EOQ es de 250.

Ahora ilustraremos las fórmulas (6) de la sección anterior y (5) de esta sección.

Como ejemplo numérico, considere los siguientes valores:

$C = \$1$

$P = \$5$

$i = 0,06$ por año

$a = 0,10$ por año

$D = 100.000$

Consideremos en primer lugar el caso de la inflación sectorial que afecte a los costos materiales, con tasas anuales $I_1 = 10\%$, 20% e 50% , sucesivamente; I_2 y I_3 son cero. Tendremos: $Q^0 = 4.080$, para $I_1 = 10\%$; $Q^0 = 100.000$ para $I_1 = 20\%$ e 50% , de:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2DP}{C(i+a-I_1)}} \quad (9)$$

Los siguientes números, que dan el valor de T.C en (4), confirman que el valor T.C se obtiene por Q^0 de (9).

Q, Tamaño del lote (unidades)	T.C, Costo Total (\$)		
	I=10%	I=20%	I=50%
2500	105,284	110,17	124,824
4000	105,26	110,076	124,522
5000	105,269	110,038	124,345
10000	105,386	109,912	123,53
25000	105,845	109,67	121,145
50000	106,61	109,21	117,01
100000	108,005	108,005	108,005

Consideremos ahora, con los mismos parámetros, el caso de la inflación general: $I=I_1=I_2=I_3 = 10\%, 20\% \text{ e } 50\%$, sucesivamente. Tenemos, a partir de (5):

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2DP}{C(i+a-I_1)} \left(1 + \frac{I_2}{2}\right)} \quad (10)$$

El valor de Q^0 es aproximadamente 2.500 para los tres casos.

Los siguientes números, que dan el valor de T.C en (4), confirman que el valor óptimo de T.C es obtenido por Q^0 de (10).

Q, Tamaño del lote (unidades)	T.C, Costo total (\$)		
	I=10%	I=20%	I=50%
1250	105,527	110,561	125,702

2000	105,435	110,47	125,632
2500	105,426	110,463	125,65
5000	105,535	110,595	127,06
50000	109,173	114,46	131,073
100000	113,005	118,005	133,005

4.1.1.5 - Aumentos irregulares de los costos

Examinamos el caso de un aumento de los costos al año, por una parte, y el caso de una serie continua de aumentos, por otra. Estas situaciones representan los extremos de todo un espectro de posibles aumentos de costos. Podríamos tener situaciones en las que los costos aumentaran dos o tres veces en un año.

Examinamos el caso de compra anticipada por dos aumentos sucesivos y presentamos un sistema de dos ecuaciones que resolverían esta situación.

En el caso de tres, cuatro, seis o cualquier número de aumentos de costos de este orden, sería poco práctico establecer un sistema de tres, cuatro, seis, etc. ecuaciones. Parece más sencillo utilizar una tabla para evaluar y juzgar el método de error, en el que se exploran y comparan varias alternativas posibles.

Como ejemplo, supongamos los siguientes datos: $C = \$1,00$, $D = 100.000$ unidades, $i + a = 16\%$, $P = \$5,00$. Supongamos que se produjeron tres aumentos de costos en la entrada de material durante el año de acuerdo con la siguiente norma:

- Al final del segundo mes: un aumento de \$0,05,
- Al final del séptimo mes: un aumento adicional en \$ 0,10,
- Al final del noveno mes: un aumento de \$ 0,05.

Algunas de las alternativas son las siguientes:

1. Siga la política habitual de EOQ. El EOQ es de 2.500 unidades; compramos 40 lotes, en un intervalo de aproximadamente 9 días. Compramos:

Lotes	valor (\$)	EOQ	Total (\$)
7	1,00	2500	17.500,00
16	1,05	2500	42.000,00
7	1,15	2500	20.125,00

10	1,20	2500	30.000,00
40		40x2500	109.625,00

También incurrimos en costos de retención de alrededor de $x 16\% = \$ 200$
y los costos de configuración son iguales a $40 x \$5,00 = \$ 200$
Costos totales de esta alternativa: \$110.025,00

2. Comprar la demanda anual por adelantado. Tenemos:

Costos de compra: $100.000 x 1,00 = \$100.000$
Costos de retención: $\frac{100.000 \times 16\%}{2} = \$ 8.000$
Costos de configuración: $= \$5$
Costos totales de esta alternativa: \$108.005

3. Comprar 3 lotes, cada uno en la víspera del aumento de costos, después de los 2 meses iniciales, durante los cuales seguimos la política de EOQ.

Tenemos:

7 lotes de 2.500 unidades, o 17.500 unidades, \$1,00 = \$ 17.500
1 lote de 2.500 unidades, o 40.833 unidades, a \$1,00 = \$ 40.833
1 lote de 2.500 unidades, o 16.667 unidades, a \$1.05 = \$ 17.500
1 lote de 2.500 unidades, o 25.000 unidades, a \$1.15 = \$ 28.750
Total: 100.000 unidades = \$104.583

Los costos de retención incurridos son equivalentes a:

$$\left(\frac{2500}{2} x \frac{2}{12} + \frac{40833}{2} x \frac{5}{12} x \frac{16667}{2} x \frac{2}{12} x \frac{25000}{2} x \frac{3}{12} \right) 16\% = \$2117$$

Los costos de configuración son: $10 x 5,00 = \$ 50$

Los costos totales de esta política se suman: \$106.750

Por lo que vimos en los apartados anteriores sobre el tamaño de los lotes de compra anticipada, esta última alternativa debería ser la solución ideal.

4.1.2. Modelos de demanda probabilística

Hasta ahora, consideramos la demanda determinista. Si la demanda es probabilística, entonces, refiriéndose a (5), apartado 4.1, y considerando sólo el caso en que la empresa no reajusta su precio de venta, tenemos, para los aumentos previstos I_1 , I_2 e I_3 :

$$T.C. = DC\left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D}\right) + \frac{D}{Q}P\left(1 + \frac{I_2}{2} - \frac{QI_2}{2D}\right) + QC\frac{i+a+I_3}{2}\left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D}\right) + C(L - \bar{u})(i + a + I_3)\left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D}\right) + \frac{D}{Q}E(u + L) \times S$$

Como antes, algunos términos de segundo orden serán eliminados. Diferenciando en relación a Q y L y equiparando derivadas a cero, tenemos las ecuaciones:

$$Q^0 \sqrt{\frac{2D\left[P\left(1 + \frac{I_2}{2}\right) + E(u)L^0\right]S}{C(i+a+I_3-I_1)}} \quad (11)$$

$$P(u)L^1 = \int_L^\infty f(u)du = \frac{Q^0 C(i+a+I_3)\left(1 + \frac{I_1}{2} - \frac{QI_1}{2D}\right)}{DS} \quad (12)$$

Estas fórmulas son correctas siempre y cuando las fluctuaciones de la demanda no sean excesivas. El sistema de ecuaciones (11) y (12) se puede resolver para encontrar los valores ideales de Q y L , Q^0 y L^0 . Se pueden desarrollar fórmulas similares para el caso en que la empresa sea capaz de reajustar su precio de venta.

Si examinamos (11) y (12), vemos que las conclusiones relativas a Q^0 , obtenido para el caso determinista, todavía se aplica al caso probabilístico, desde que $E(u > L^0)$ sea pequeño. Con respecto a la L^0 , cabe recordar que los términos de la izquierda de (12) representan la probabilidad complementaria acumulativa de distribución de la demanda durante el *lead time*, $P(u > L)$. También hay que recordar que como $P(u > L)$ aumenta, L disminuye.

Si $I_1 < I_3$, siendo Q^0 menor que en tiempos no inflacionarios. Pero el numerador de (12) contiene factores que compensan la disminución de Q^0 . Así que, $p(u > L)$ aumenta, y el nivel de reserva L la tendencia es disminuir. La inflación controlada disminuye el nivel de reservas de stocks.

Si $I_1 = I_3$, el numerador de (12) es mayor que en tiempos no inflacionarios. Así que $P(u > L)$ aumenta y L^0 disminuye.

El nivel de la prestación de seguridad debería disminuir durante el período de inflación incontrolada. Por supuesto que, si la empresa puede reajustar su precio de venta, entonces el nivel de reserva también se mantendrá sin cambios.

Si $I_1 > I_3$, tanto Q^0 como los paréntesis tienden a aumentar el numerador en (12). La inflación sectorial disminuye el nivel de reservas.

En todos los casos, los cambios en los valores de $P(u > L)$ se producen en la parte muy plana de la curva, representando la distribución de probabilidad acumulada complementaria a la demanda durante el *lead time*, debido a que el alto costo de stock generalmente resulta en un nivel de reserva fijado en un valor alto. En la parte plana de la curva, cualquier pequeño cambio en $P(u > L)$ causará un gran cambio en L . Por lo tanto, los cambios en el nivel de reservas podrían ser fácilmente tan grandes como los de la propia EOQ.

En el caso de inflación controlada, la disminución de la reserva es idéntica a la variación de la EOQ. En el caso de la inflación general equilibrada, sólo el nivel de reserva disminuye, pero el EOQ no cambia. En el caso de la inflación sectorial, la reducción de la reserva se opone al aumento de la EOQ.

4.2 Modelos de stock de revisión periódica

En los modelos de inventario de revisión constante, estudiados anteriormente, el estado del stock se revisaba cada vez que se realizaba una remoción. En los modelos de revisiones periódicas de inventario, se examinará el estado de los inventarios estudiados a intervalos periódicos predeterminados, como mensuales, semanales o incluso diarios, lo que es cada vez más común con el uso de la tecnología en los sistemas de inventarios.

En primer lugar, analizaremos el efecto del aumento de costos anticipados en el modelo de inventario de revisión de demanda determinista. Los modelos probabilísticos de la demanda serán tratados más adelante.

4.2.1 - Modelos de stock de revisión periódica con demanda determinista: la política de compra *Hand-to-Mouth*

La única política que se estudiará es la política de compra *Hand-to-Mouth*, la política de comprar solo cuando hay una demanda establecida, conocida como compra de stock cero (“Methods of Purchasing”, 2020). No se trata de minimizar los costos. Consiste en examinar la posición del inventario a intervalos periódicos y la reordenar después de cada revisión del valor mínimo necesario para satisfacer la demanda. característicamente, una reunión de programación se llevaría a cabo cada semana en la que se revisarían los pedidos para la semana siguiente, y se ordenaría la cantidad estimada para satisfacer la demanda de esa semana.

Esta política puede considerarse miope en el sentido de que parece adelantarse a un horizonte muy corto si se aplica estrictamente. Por supuesto, puede ser menos miope utilizando un enfoque más flexible, por ejemplo, considerando futuros aumentos en los costos y comprando cantidades más grandes antes de estos aumentos. Esta es la cuestión que vamos a investigar.

En este apartado, Q designará la cantidad normalmente comprada por período, es decir, la demanda esperada por período. Los significados de los otros símbolos ya han sido explicados. Si n se refiere al número de períodos durante los cuales compraremos por adelantado, entonces los costos de retención adicionales resultantes de la compra anticipada se pueden ver como:

$$[n + (n - 1) + (n - 2) + \dots + 2 + 1] QCj = \frac{n(n + 1)}{2} QCj$$

Se presume que la compra anticipada se realizó poco antes del aumento de los costos. Los ahorros resultantes de la compra anticipada son: $nQK = nQCK$. En esta expresión, como recordamos, K es el aumento del costo de etapa, en \$, y k es el porcentaje de aumento de costos. Debe tenerse en cuenta que j , aquí, es la tasa de costo de retención por período (no por año).

Los ahorros netos resultantes de la compra anticipada son:

$$nQCK - \frac{n(n+1)}{2} QCj \quad (1)$$

Diferenciando esta expresión de n , calculamos el óptimo n , n^0 es decir, el número ideal de períodos por los que se debe comprar por adelantado:

$$n^0 = \frac{k}{j} - \frac{1}{2} \cong \frac{k}{j} \quad (2)$$

Los ahorros máximos netos que se pueden obtener con las compras anticipadas se obtienen mediante la sustitución del valor n^0 óptimo derivada de (2) en (1). Tenemos:

$$\text{ahorro máximo} = \frac{Q}{2} \left(\frac{k^2}{j} - k \right) + \frac{Qc_j}{8} \quad (3)$$

Si el aumento de los costos es probabilístico en relación con el tamaño, se mantienen las fórmulas anteriores, con el porcentaje medio de incremento \bar{k} siendo reemplazado por k . En lugar del punto máximo de ahorro, se puede calcular un punto de partida, que es el valor máximo que se puede pagar por comprar por adelantado; es el punto en el que los ahorros netos resultantes de la ecuación (1) son cero. El *break even point* (BEP) es igual a $2n^0$.

Observamos que la fórmula (2) es similar al primer término de expresión (10) del apartado 4.1.1.1.,

$$T_0 = \frac{k}{c_j} + \frac{1}{c} \sqrt{\frac{2(C+K)P}{Dj}}$$

Lo que significa que los valores ideales para comprar por adelantado son los mismos bajo políticas de revisión constante y revisión periódica.

Cuando el momento en que se producirá el aumento de costos no se conoce con certeza, pero es probabilístico, bajo ciertas condiciones, se pueden derivar fórmulas simples para el tiempo ideal de la compra anticipada, como se hizo en el apartado 4.1.1.2. para el modelo de inventario de revisión continua. Nuestro método será ligeramente diferente del utilizado allí, ya que comparamos los costos netos adicionales resultantes de la compra anticipada en diferentes momentos con la política de compra habitual, en lugar de compararlos con la política de compra anticipada y optimizada.

Restringiremos la posibilidad de un aumento a la región OM (ver Figura 17). A medida que se determina el tamaño del aumento, también se determina la cantidad que se comprará por adelantado: lo denominamos n , expresado en número de períodos para los

cuales se compra por adelantado. Suponemos que n es grande en relación con M y Q , la demanda del período. Denominamos x el momento en que se realiza la compra anticipada, y n la hora desconocida en la que se producirá el aumento de los costos.

O el aumento de costos se produce antes de la compra programada por adelantado, u ocurre más tarde. En el primer caso, perdemos la oportunidad de hacer cualquier ahorro a través de compras anticipadas e incurrir en los costos reales de la política de compra *Hand-to-Mouth* (con los costos más altos).

Por lo tanto, los costos netos adicionales, en comparación con la política habitual, son 0. En el segundo caso, la compra se realiza antes de que se produzca el aumento de costos; la reducción de costos se limita al valor existente cuando se produce el aumento, $n - (N - x)$, y los costos de retención adicionales, siempre en comparación con la estrategia habitual, $\frac{n(n+1)}{2} Q C j$. Los costos netos adicionales resultantes de la compra anticipada son dados por:

$$NEC = \frac{n(n+1)}{2} Q C j - [n - (N - x)] Q C k$$

Los costos adicionales netos medios resultantes de la compra anticipada en el caso probabilístico del tiempo son, por lo tanto:

$$\overline{NEC} = \sum_{N=x}^M \left\{ \frac{n(n+1)}{2} Q C j - [n - (N - x)] Q C k \right\} P(N) \quad (4)$$

Si $P(N)$, la probabilidad de que el aumento de costo ocurra en el período N , es una constante b , la expresión (4) se convierte en:

$$\overline{NEC} = \left[\frac{n(n+1)}{2} Q C j - n Q C j - x Q C k \right] \cdot (M - x + 1) b + \sum_{N=x}^M N Q C k b \left[\frac{n(n+1)}{2} j - n k - x k (M - x + 1) \right] \cdot Q C b + \frac{x + M}{2} (M - x + 1) Q C k b$$

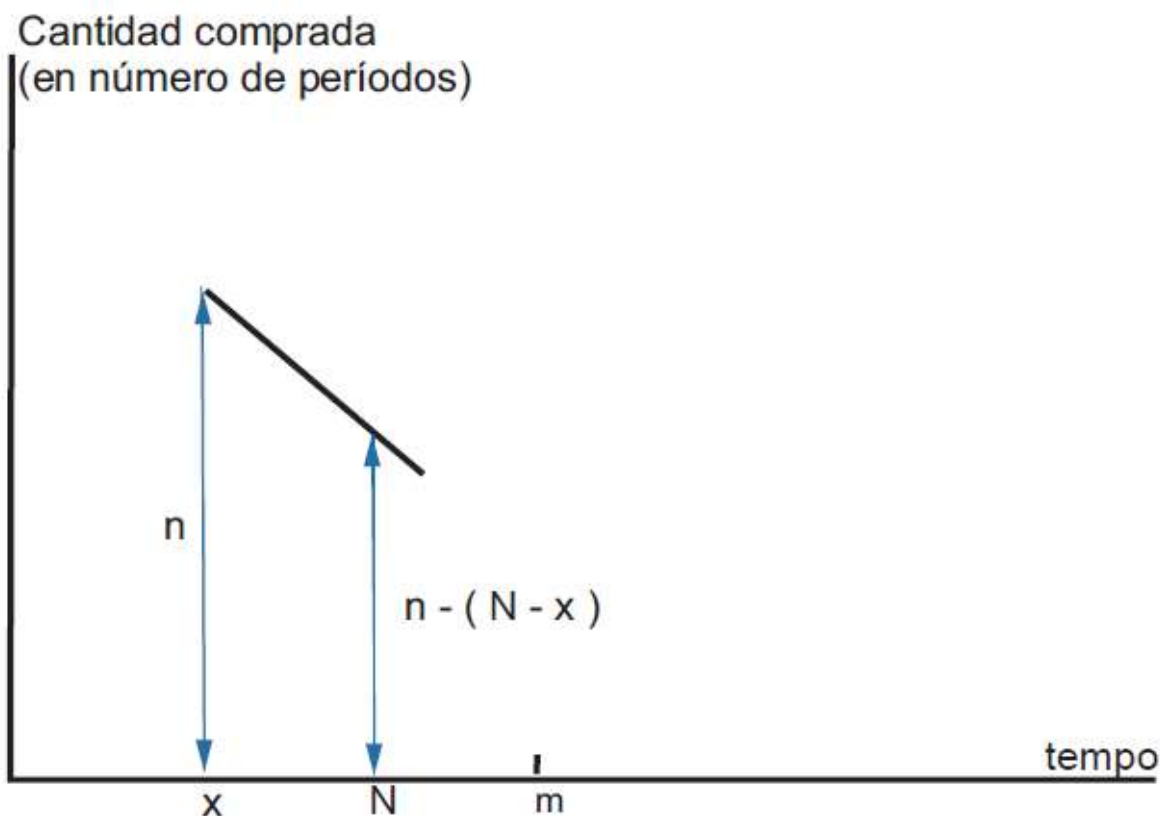


Figura 17 Aumento de costos paso a paso para la política de compra Hand-to-Mouth caso de tiempo probabilístico

Diferenciamos con relación a x para descubrir el tiempo ideal de compra por adelantado que minimizará el costo neto esperado del exceso. Se igualando cero, tenemos:

Sustitución de n por $\frac{k}{j} - \frac{1}{2}$ y simplificando, tenemos:

$$X^0 = M + 1 - \frac{k}{2j} - \frac{k}{2j} - \frac{j}{8k} \cong M + 1 - \frac{k}{2j} \quad (5)$$

Por ejemplo, si el período base es de un mes, $k = 20\%$, $j = \frac{16}{12} \%$ al mes, y $M = 6$ meses, tenemos $x^0 = -0,5$ mes, lo que significa que debe comprar por adelantado al principio del horizonte.

Si $k = 10\%$, la compra anticipada debe programarse para el comienzo del tercer mes. Hacemos hincapié en que la fórmula (5) sólo se aplica cuando la condición $\frac{k}{j} > M$ se mantiene.

Si tanto o tamaño como el tiempo del aumento de costos son probabilísticos, tenemos, a partir de (4):

$$\overline{NEC} = \int_{k=k_1}^{k_2} [\sum_{N=x}^M \{ \frac{n(n+1)}{2} Q C j - [n - (N - x)] Q C k \} P(N)] f(k) dk \quad (6)$$

Los límites k_1 y k_2 se definen de modo que el tamaño del aumento de costo satisfaga la condición $\frac{k}{j} > M$. Suponiendo primero que la densidad de tiempo del aumento de costos es una constante, tenemos:

$$\overline{NEC} = \int_{k=k_1}^{k_2} \{ [\frac{n(n+1)}{2} j - nk - xk] (M - x + 1) + \frac{x+M}{2} (M - x + 1) k \} Q C b f(k) dk \quad (7)$$

En (7), hay dos incógnitas, n y x . Diferenciamos primero (7) de n . La derivación se puede realizar bajo la señal integral:

$$\frac{d\overline{NEC}}{dn} = Q C b \int_{k=k_1}^{k_2} [(n^0 + \frac{1}{2})j - k] (M - x + 1) f(k) dk = 0 \quad (8)$$

A partir de (8), es:

$$\int_{k=k_1}^{k_2} n^0 j f(k) dk = \int_{k=k_1}^{k_2} (k - \frac{j}{2}) f(k) dk = \bar{k} - \frac{1}{2} j \quad (9)$$

o:

$$\overline{n^0} = \frac{\bar{k}}{j} - \frac{1}{2} \quad (10)$$

Si la densidad de la distribución de aumento de costos es constante, (10) se convierte en:

$$n^0 = \frac{\bar{k}}{j} - \frac{1}{2} \quad (11)$$

La fórmula (10) muestra que, bajo las restricciones establecidas, el tamaño del valor ideal de compra anticipada, n^0 , es independiente del momento de ocurrencia del aumento de costos. Ahora diferenciamos (7) en relación con x :

$$\frac{d\overline{NEC}}{dx} = Q C b \int_{k=k_1}^{k_2} [-kM - \frac{n(n+1)}{2} j + nk + x^0 k - \frac{k}{2}] f(k) dk = 0$$

O:

$$\int_{k=k_1}^{k_2} x^0 k f(k) dk = \int_{k=k_1}^{k_2} [kM + \frac{n(n+1)}{2} j - nk + \frac{k}{2}] f(k) dk \quad (12)$$

Sustitución de n por su valor ideal n^0 , dado por (11), tenemos, después de simplificar:

$$\int_{k=k_1}^{k_2} x^0 k f(k) dk = \bar{k}M + \bar{k} - \frac{j}{8} - \frac{\bar{k}^2}{2j} \quad (13)$$

Si asumimos que x^0 es una función de k solamente, obtenemos, de (13):

$$x^0 = M + 1 - \frac{\bar{k}}{2j} - \frac{j}{8k} \quad (14)$$

En conclusión, bajo las restricciones muy severas hechas en la formulación de este problema, la solución ideal es comprar por adelantado el valor n^0 dado por la fórmula (11), en el momento x^0 , dado por la fórmula (14). Tanto el tamaño como la cantidad son funciones del aumento porcentual promedio.

4.2.2. Modelos de revisión periódica con demanda probabilística

La estructura inherente a los procedimientos de programación dinámica estándar nos permite obtener soluciones para la revisión periódica de los problemas de inventario de la demanda determinista que contienen costos no estacionarios tan fácilmente como para aquellos que implican sólo costos estacionarios (Frederick S. Hillier & Gerald J. Lieberman, 1967).

Aunque cada problema específico se puede resolver con estas técnicas de programación dinámica, no proporcionan una fórmula, como la fórmula del tamaño del lote económico, por ejemplo, en la que se podría incorporar la influencia de los cambios de costo esperados en los insumos para calcular cuánto se debe almacenar en tiempos de aumento de costos. Lo más que se puede hacer en este sentido es establecer teoremas cualitativos, indicando la dirección de los cambios en los tamaños ideales de los stocks causados por los cambios en los costos debidos a la inflación registrada.

Varios autores han indicado la dificultad de estudiar, de manera más general, el efecto del aumento de los costos en el momento de reordenación y reordenar el nivel de los sistemas de inventario de exámenes periódicos. (Veinott, 1966). Un tratamiento completo de este

problema requeriría un esfuerzo considerable. Nuestra presentación de este tema se limitará a algunas ilustraciones numéricas.

Inicialmente, utilizamos el ejemplo resuelto por Hillier y Lieberman para los costos estacionarios y dos períodos (Frederick S. Hillier & Gerald J. Lieberman, 1967).

El costo c de producir un artículo es de \$10 por artículo. Si algún excedente de stock permanece al final del período, se cobra un cargo de retención de \$ 10 por artículo. Si se produce una escasez dentro de un período, una penalización o un costo de stock de $S = \$15$ es necesario. La función de densidad de la demanda es uniforme y igual a $f(D) = \frac{1}{10}$, y la demanda D oscila entre 0 y un máximo de 10 unidades por período.

Si los costos son estables durante los dos períodos del ejemplo considerado, los niveles ideales de reordenación son, respectivamente, $y^0 = 5,42$ y $y^0 = 2$.

Reformular el mismo problema bajo el supuesto de que el costo c cambiará de $c_2=10$ para $c_1=12$, es decir, anticipando un aumento de costos del 20% en materiales de un período al siguiente y dejando todos los demás costos constantes, se encuentra $y^{0'} = 5,6$ y $y^{0'} = 1,1$ respectivamente.

Vemos que una cantidad mayor debe almacenarse antes de un aumento en los costos de los materiales y una cantidad menor después de que el aumento de los costos haya surtido efecto cuando los costos son estables.

Para el caso de 3 períodos y costos estables, se encontraría $y_3^0=6$, $y_2^0= 5,42$, y $y_1^0=2$. Se puede demostrar que, durante un número infinitamente grande de períodos, con costos estacionarios, el valor del nivel ideal de reordenación y^0 tiende a un valor asintótico, que, para este ejemplo, es igual a 6. Además, la secuencia de niveles óptimos de stock es monotónica (Bellman, 1958).

Para el caso de 3 períodos, en los que los costos deben aumentar sucesivamente según los valores $c_3 = 10$, $c_2 = 12$, $c_1 = 14$, se encuentra $y_3^{0'} = 6,4$, $y_2^{0'} = 5,6$, $y_1^{0'} = 0,4$. Observamos nuevamente que se debe aumentar el nivel de stock antes del aumento de los costos de material.

Ahora tomamos otro ejemplo, con un aumento en los costos de material y 4 períodos. Los datos son $c = \$10$; $D = 1.000$ unidades; $f(D)$ uniforme entre 0 y 1.000; $S = \$30$; y $h = \$5$. Inicialmente, los costos son supuestamente estables, y es:

$$y_4^0=857, y_3^0=854, y_2^0=844, y_1^0=571$$

Sin cambiar ninguno de los valores anteriores, excepto el costo en el último período de tiempo, que se espera que se convierta en $c_1 = \$20$, tenemos los siguientes niveles óptimos de reordenación de stock:

$$y_4^{0'} = 868, y_3^{0'} = 903, y_2^{0'} = 931, y_1^{0'} = 286$$

De hecho, se puede demostrar teóricamente que y^0 es una función creciente de c_1 , de modo que el nivel de stock y_2^0 , que se mantendrá antes de un aumento de costos en los materiales para c_1 , puede llegar a ser mayor que el valor asintótico de la situación de costo estable. Cuando los costos de materiales aumentan a lo largo del tiempo, la secuencia de niveles de stock óptimos no siempre tiende monótonamente hacia un valor asintótico, sino que alcanza un pico, correspondiente a una compra o programación anticipada, antes de que tienda a su límite asintótico. Es lo que la figura 18 representa.

Los ejemplos anteriores se referían a situaciones en las que los costos de reordenación o reprogramación en cada período eran cero. Cuando hay un costo de configuración K , se supone que son constantes a lo largo del tiempo, las políticas de stock de revisiones periódicas ideales son del tipo (s, S) , donde el símbolo s significa el punto de reordenación, y el símbolo S , el nivel de reordenación. Ya usamos los símbolos para referirse al costo de almacenaje. S , con el significado de reordenar el nivel, sólo se utiliza aquí dentro de los paréntesis, junto con s , y no debe confundirse con el costo de almacenamiento. En el texto, y^0 se ha utilizado para referirse a los niveles de reordenación.

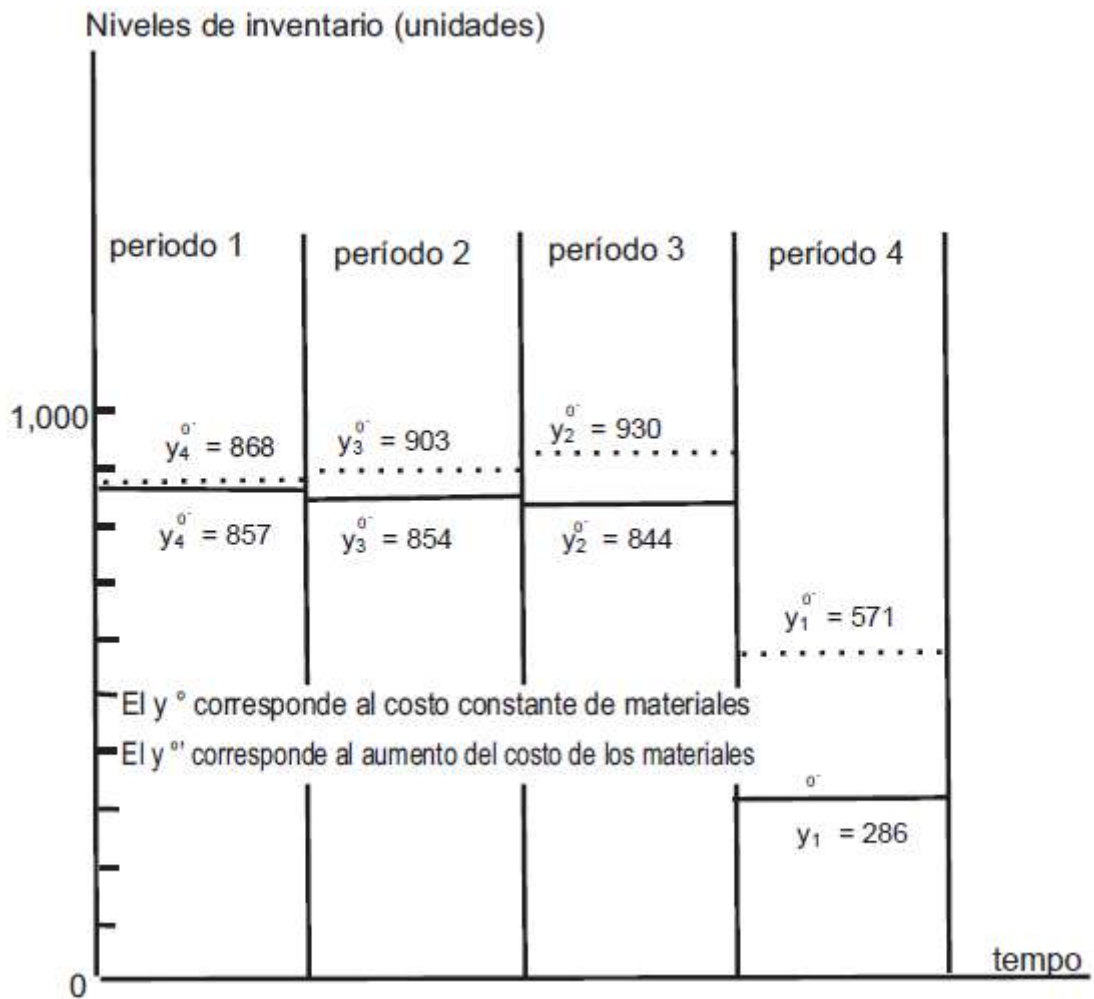


Figura 18 Reordenación de los niveles de modelos de stock de revisión periódica, con costos de Figura 19 material constantes y crecientes.

Para estudiar los cambios en el punto de reordenamiento, que se producen como consecuencia del aumento de los costos previstos en los materiales, debemos calcular los costos esperados, resultantes de la selección de todos los niveles de reordenamiento posibles en cada periodo. Esto se muestra en las figuras 19 y 20 para el tercero (en el tiempo) y el último (en el tiempo) del ejemplo numérico anterior, respectivamente.

La curva que se muestra en línea completa en la Figura 19 representa el costo incurrido al adoptar el nivel de reordenamiento indicado en la abscisa $G_2(x_2)$. Por ejemplo, un nivel de stock de 844 unidades corresponde al costo ideal de la gestión de stock, que incluye los materiales, costos de retención y almacenamiento de los dos últimos periodos, que es \$ 6.651,00. Esto, para un x_2 de 500 unidades, es decir, para un nivel de stock inicial, al inicio del tercer periodo de 500 unidades. Otro nivel de stock para este tercer periodo nos daría otro costo total de stock. Por ejemplo, si y_2 fuera 500, leemos en la Figura 19 que el costo total del stock sería \$ 8.773,00.

La línea discontinua representa el costo $G_2(x_2)$ ocurrido cuando se adopta el nivel de reordenamiento indicado en la abscisa, por el supuesto inflacionario de que el costo material se elevaría a \$ 20.00 en el último período. Por ejemplo, cuando el nivel de stock en el tercer período es de 931 unidades, los costos totales de stock para los dos últimos períodos son \$12,939,00 correspondientes a los costos mínimos, para un nivel de stock entrante de $x_2 = 500$ unidades. Cada inventario entrante x_2 es una curva de costo similar, que es una traducción vertical de la curva que se muestra en la figura.

La figura 20 representa los costos de stock $G_1(x_1)$ para el último período y para el costo estable (línea completa) y el costo inflacionario (línea discontinua), respectivamente; avanzando en el inventario en el último período es x_1 .

Ahora, si la configuración costar $K = \$3.000$, vemos, a partir de la inspección de la curva de línea completa en la Figura 19, que si el inventario inicial x_I había sido de 500 unidades, no sería ventajoso reordenar hasta el nivel 844, porque al hacerlo, incurriría en un costo total de $\$ 6.651 + 3.000 = \$ 9.651$, superior al costo incurrido por permanecer en un nivel de 500 unidades (\$ 8.773,00). La figura 19 muestra que el punto de reordenación, es decir, el nivel de stock por debajo del cual es apropiado reordenar más stocks, es de aproximadamente 440 unidades para el caso de costo estable y de 610 unidades para el caso de costo inflacionario para el tercer período. La figura 20 indica de forma similar para el último período que los puntos de reordenación son 170 y 0.

Vemos que anticipar un aumento de costos cambia la distancia entre el nivel de reordenación y el punto de reordenación. En este ejemplo, la distancia disminuyó tanto en el tercer como en el último período.

Este resultado se registra en la Figura 21, que muestra los niveles de (s,S) para los dos períodos se centró en el costo estable y las condiciones inflacionarias. La anticipación de un aumento de costos aumenta el stock a un nivel más alto en el período anterior al aumento de costos y nos hace reordenar este período, incluso cuando el stock entrante ya es bastante alto.

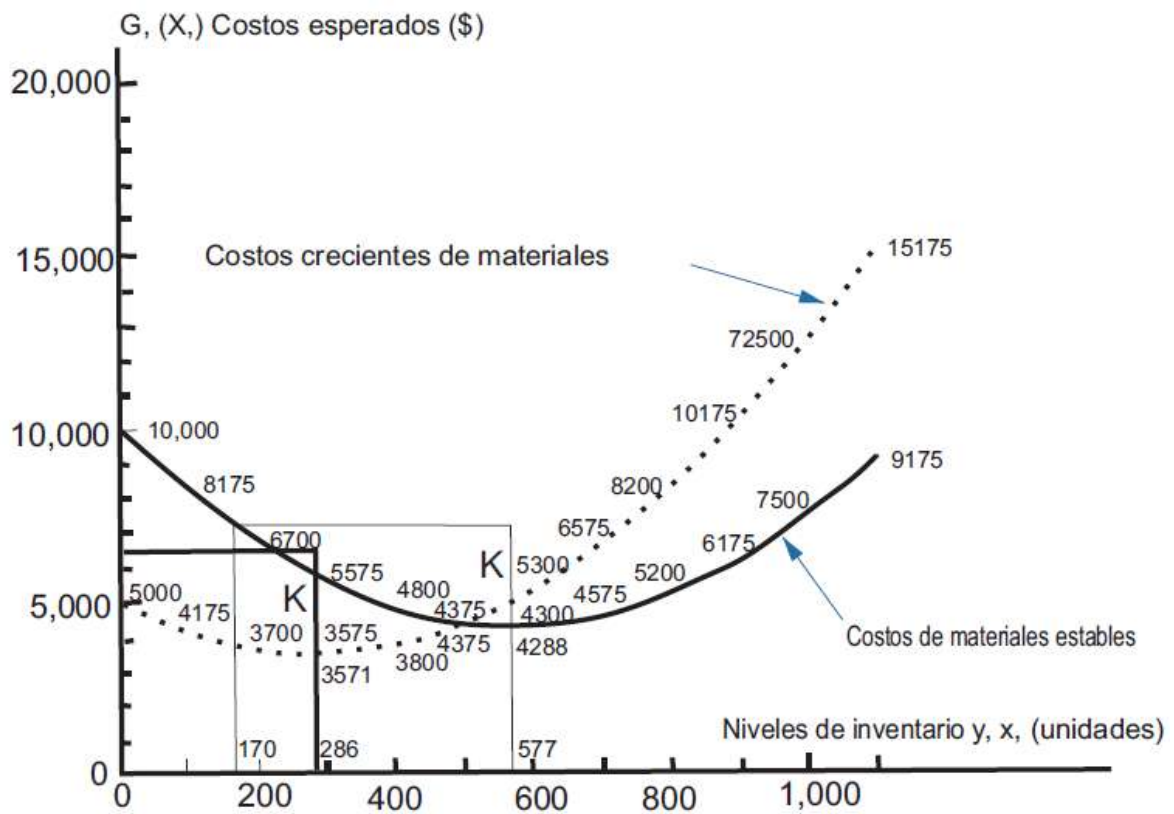


Figura 20 Costos previstos de reordenación de los niveles de stock para el cuarto período de muestra

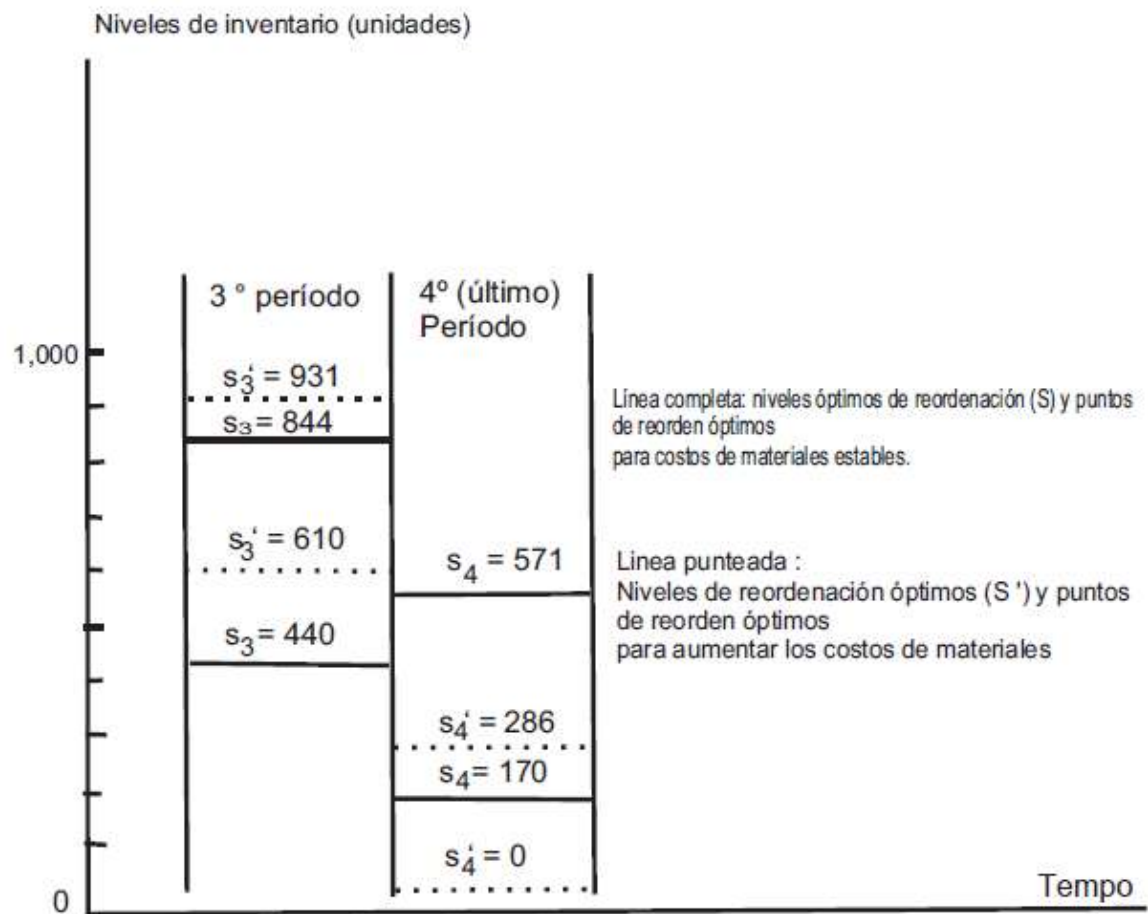


Figura 21 Reordenar niveles y reordenar puntos para estacionarios y el aumento de los costos de material.

4.3 - Economía potencial

Para evaluar los ahorros que se pueden obtener del uso de las fórmulas derivadas anteriormente, se darán algunos ejemplos:

1. Asumir $D = 1.000$ unidades, $C = \$1,00$, $P = \$5,00$, $i + a = 16\%$ a.a. Cuando los costos son estables, el EOQ se encuentra en 250 unidades. Si hay un aumento en el costo de $I_1 = 10\%$ para el año, los costos totales de stock para un EOQ de 250 unidades son \$1.077,50.

Usando la fórmula (5), apartado 4.1.1.4., encontramos: $Q^0 = 408$ unidades, y los costos totales de stock son de \$1,076.00. Calculado como un porcentaje sobre la suma de los costos administrativos, financieros e inflacionarios, que suman \$ 77.50, obtenemos un porcentaje de economía de $\frac{1,5}{77,5} = 1,9\%$.

2. Los mismos datos anteriores, pero I_1 ahora se espera que sea del 20% al año. Así que $Q^0 = 1.000$, con los costos de \$1.085,00. Si la empresa hubiera persistido con un tamaño de lote de 250 unidades, sus costos habrían sido de \$ 1,115.00. El porcentaje de economía en este caso es: $\frac{30}{115} = 26\%$.

3. Teniendo en cuenta los datos anteriores, excepto que ahora $I_3 = 20\%$ y $I_1 = 11\%$. La fórmula tradicional (7), apartado 4.1.1.4., resulta $Q^0 = 167$ unidades. La fórmula correcta, (5), apartado 4.1.1.4., resulta $Q^0 = 200$ unidades. Los costos son respectivamente \$1,106.00y \$1,105.00. Los ahorros son $\frac{1}{106} = 1\%$.

4. Suponiendo los mismos datos de 3, si la empresa hubiera cambiado a una política de compra *Hand-to-Mouth*, encomendando 20 unidades a la vez, lo que corresponde a una compra por semana, el costo sería de \$ 1,159.00. El ahorro logrado con el uso de la fórmula correcta y Q^0 de 200 unidades sería $\frac{54}{154} = 33\%$.

5. Si la empresa adopta la compra *Hand-to-Mouth* 20 unidades a la semana y decidir comprar por adelantado con un aumento de costos del 10% lo antes posible, el valor ideal para comprar para $i + a = 16\%$ a.a., $n^0 = 31$ semanas, calculadas a partir de la fórmula (2), apartado 4.2.1. Ignorando los ahorros en costos de configuración, el porcentaje de ahorro anual en costos inflacionarios y de retención sería $\frac{30}{102} = 29\%$.

6. Como ejemplo adicional, consideremos la siguiente situación: $D = 100.000$ unidades, $C = \$1,00$, $P = \$70,00$, $i + a = 16\%$ a.a. La fórmula tradicional de

EOQ resulta $EOQ = 9.350$ unidades, que corresponde a aproximadamente una compra al mes. Si se prevé un aumento del costo del 12% en los materiales y la compra se realiza una vez al mes, el costo será \$ 107.000,00. Se utiliza la fórmula correcta, que da un Q de 18.700 unidades, corresponde aproximadamente a una compra a cada dos meses, el costo será \$ 106.753,00. El porcentaje de ahorro en costos controlables sería $\frac{254}{7007} = 3,6\%$.

Si el aumento de costos proyectado hubiera sido del 18% al año, los costos mensuales de una compra habrían sido de \$ 109,757.00. La fórmula correcta resulta $Q^0 = 100.000$ unidades, con costos de \$108,070.00. El porcentaje de ahorro en costos controlables $\frac{1687}{9757} = 17\%$. Si el administrador utiliza una regla de decisión de costo mínimo en lugar de una regla de costo mínimo esperado, se pueden utilizar los métodos para calcular posibles ahorros. Por ejemplo, supongamos que la demanda de algún material puede ser de 750, 1.000 o 1.250 unidades al año; El proveedor anuncia un aumento del costo del 11% que será efectivo al día siguiente; la administración cree que el costo real será del 11% o del 5%, pero también puede ser del 17%. La empresa sigue una política de compra *Hand-to-Mouth* y adquiere 20 unidades a la semana. Costo unitario de C es \$1,00, y los intereses sobre el costo de almacenamiento $i + a$ son de 16% al año. La gestión calcula si se deben realizar compras anticipadas.

El ahorro máximo alcanzado con la compra anticipada se obtendrá si la demanda es de 1.250 unidades y el incremento será del 17%. La cantidad ideal para comprar por adelantado sería de 1.250 unidades. El ahorro en relación a la compra *Hand-to-Mouth* sería:

$$1250 \times 17\% - \frac{1250}{2} \times 16\% = \$112,50$$

Si la demanda es de 750 unidades y el costo efectivo aumentar solo 5%, el exceso de costo resultante de una compra anticipada de 1,250 unidades en comparación con política *Hand-to-Mouth* sería:

$$500 \times 16\% + \frac{750}{2} \times 16\% - 1250 \times 5\% = \$77,5$$

Si es más sensible a una ganancia potencial de \$112.50 o una pérdida potencial de \$77.50, el gerente decide a favor o en contra de la compra anticipada.

Otra razón debe mencionarse para ayudar a explicar por qué los gestores a menudo son reacios a aumentar sus stocks e incluso reenviar la compra antes de que aumente el costo: la fórmula clásica de EOQ no tiene en cuenta el valor descontado del dinero. El costo de compra unitario se considera el mismo si se compra al principio o al final del año. Esto se justifica a efectos prácticos, siempre que la tasa de interés nominal sea pequeña.

Si la tasa de interés nominal es alta, el descuento se vuelve importante. Utilizando una técnica similar a la utilizada en el apartado 4.1.1.3., la fórmula tradicional de EOQ, la ecuación (2) del apartado 4.1, puede convertirse en:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DP}{C(2i + a)}} \left(1 - \frac{i}{2}\right)$$

y la ecuación (5), apartado 4.1.1.4., se convierte:

$$Q^0 = \sqrt{\frac{2DP(1 + \frac{I_2}{2})(1 - \frac{i + I_3}{2})}{C(2i + a + 2I_3 - I_1)}}$$

Las conclusiones a las que se llegó anteriormente sobre el efecto de la inflación en el tamaño de los stocks siguen siendo las mismas si se tiene en cuenta el descuento, pero el efecto absoluto del descuento es disminuir considerablemente el tamaño de los stocks.

Vemos que los ahorros resultantes del uso del calendario de compras ideal constituyen un porcentaje de los costos controlables, que es una función del tamaño y la naturaleza de los aumentos de costos esperados. Un cronograma ideal de compra y producción, teniendo en cuenta los futuros aumentos de costos, puede contribuir a reducir los costos controlables en al menos unos pocos puntos porcentuales en la mayoría de los casos. El ahorro es generalmente mayor para los aumentos en saltos que para los aumentos continuos. Y no tienen una función lineal del tamaño de los aumentos de costos: un pequeño aumento en los costos en algún momento puede resultar en un gran aumento en el ahorro potencial.

El uso de fórmulas que consideren los costos anticipados en períodos inflacionarios lleva a una conclusión igualmente importante: que la existencia de inflación no debe ser una razón para descartar fórmulas de tamaño de lote económico. Cuando se utilizan fórmulas

EOQ tradicionales sin corrección de inflación, los costos serán más bajos que cuando no se utilicen fórmulas de minimización de costos.

5 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Este capítulo incorpora los resultados de un estudio de campo realizado por el autor entre julio y diciembre de 2019. Se realizaron entrevistas con ejecutivos de 34 empresas -17 en Brasil y 17 en Argentina- sobre la influencia de los cambios de precios en las políticas de stock.

La muestra de las empresas se basó en la conveniencia. No debe considerarse representativo. El objetivo principal del estudio fue obtener conocimientos sobre el uso de consideraciones económicas en la gestión de stocks. Por razones obvias, la elección de las empresas ha sido sesgada para incluir principalmente a las grandes empresas.

Las principales características comunes a las empresas entrevistadas fueron las siguientes:

- Grandes en sus respectivos sectores, independientemente de si el criterio es la cuota de mercado, el número de empleados o el volumen de ventas;
- Todos buscaban expansión, empresas rentables, aunque la investigación se llevó a cabo en un momento en que prácticamente todos los sectores empresariales - estaban enfrentando dificultades, especialmente en Argentina;
- Todas eran esencialmente empresas manufactureras, aunque algunas también estaban vinculadas directamente o a través de subsidiarias y en otras actividades como la agricultura, la minería y el transporte;
- La mayoría formaban parte de organizaciones multinacionales y eran conocidos internacionalmente; operando incluso en otros países.

Según el principal sector en el que operaban, las empresas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- alimentos y bebidas: 12 empresas;
- productos químicos, cosméticos y productos farmacéuticos: 10 empresas;
- electrónica, productos eléctricos, maquinaria, acero: 7 empresas;
- textil y confección: 2 empresas;

- papel: 3 empresas;

total: 34 empresas.

Sólo 6 de las empresas entrevistadas tenían menos de 1.000 empleados; la más pequeña tenía 400 empleados. Según toda la organización, división o establecimiento al que pertenecía el entrevistado, 4 tenían entre 1.000 y 5.000 empleados, y los 24 restantes tenían más de 5.000 empleados.

Veinticuatro empresas reportaron tener un departamento, o un equipo, de investigación de operaciones o ciencia de la gestión. Los cargos ocupados por los empleados entrevistados fueron los siguientes: 6 presidentes, 123 empleados ejecutivos; 19 oficiales de finanzas, controladores o asistentes; 3 gerentes de división; 2 coordinadores de compras; 1 coordinador de manufactura; 1 responsable de la planificación corporativa; y 2 jefes de departamentos de planificación y análisis.

No se hizo ningún esfuerzo deliberado para entrevistar a más de un directivo en cada empresa, aunque en diez empresas se ha entrevistado a varios ejecutivos, las cuales se han realizado de forma remota sincrónica o asíncrona y con ocho preguntas abiertas.

Las preguntas tienen el sesgo de responder a las preguntas planteadas por las hipótesis y principalmente al problema de investigación, por ello fueron llevadas a comprender el proceso de gestión orientado a una posible especulación, que se cuidó de negar este tipo de acciones, sin embargo, en las entre líneas se evidenció la atención prestada a la influencia del proceso de incremento de precios para la toma de decisiones en la gestión de stock y también en los proyectos, evidencia que corrobora las intenciones de la investigación.

5.1. Preguntas y respuestas

Al presentar los resultados de las entrevistas, se indicará la tendencia general de respuestas a cada pregunta formulada. Se incluirán algunos comentarios típicos hechos por los encuestados, junto con algunos comentarios del autor.

1. La primera pregunta que se hizo ha sido: "¿Qué métodos usted utiliza para determinar los niveles de stock de sus materiales?"

La razón para formular esta pregunta es que es más probable que una empresa acepte los cambios de precios y tasas de interés en su política de inventario si utiliza métodos cuantitativos, especialmente métodos cuantitativos de naturaleza económica, es decir, aquellos en los que las consideraciones de costos desempeñan un papel más explícito, en lugar de consideraciones puramente físicas.

La mayoría de los encuestados, 25 de 34, respondieron que no utilizaban ningún método económico y que, en su lugar, se basaban principalmente en consideraciones físicas, como el tamaño de las órdenes pendientes o la producción, además de las restricciones de almacenamiento, que determinaban por completo los niveles de stock.

De las ocho respuestas positivas, cuatro se dieron en Brasil y cuatro en Argentina. Un ejecutivo ha dicho: "Usamos orden económico, fórmulas de cantidad para todas las materias primas y piezas; poseemos un sistema bastante elaborado para eso. (Productos cosméticos) Otra respuesta ha sido: "Usamos EOQ, tenemos un departamento de materiales centralizado". (Maquinaria pesada) Otras dos respuestas han sido que la falta de recursos impedía el uso de cantidades de pedidos, excepto para algunos artículos. (Productos farmacéuticos, papel). En Brasil, una empresa declaró que, en cierta medida, utilizaba EOQ en las compras. Otro declaró: "Usamos EOQ con moderación porque, para los materiales más caros, obtenemos contratos anuales". La tercera empresa brasileña declaró que utilizaba EOQ para muchas piezas. Estas tres empresas eran fabricantes de productos electrónicos. Una cuarta compañía, fabricante de máquinas, dijo que usaba la fórmula EOQ para artículos más pequeños, pero no para piezas caras. Otra compañía (petróleo) dice establecer un modelo económico para minimizar los costos operativos, pero los costos de stock en este modelo parecían ser secundarios a los costos de producción y transporte, y los niveles de stock se determinaron como "subproductos" de las operaciones de refinerías y petroleros.

Las siguientes citas ilustran los tipos de razones invocadas por los ejecutivos para no utilizar el enfoque económico de una política de acciones materiales. "Tenemos que comprar todo nuestro algodón en el momento de la cosecha, o nunca encontraremos la calidad requerida. Todo depende de lo que nuestra producción necesite. No podemos encontrar a nadie que quiera mantener nuestro stock de algodón durante un año. "No necesitamos mantener stock; Nuestro proveedor lo hace por nosotros, y podemos obtener la entrega en pocos días. "" No es necesario utilizar la fórmula, ya que tenemos contratos de compra anuales a un precio fijo. "La capacidad del lote es lo que determina nuestra realidad", han sido el contenido de más de una respuesta. "Tratamos de usar reglas científicas, pero hay mucha fluctuación en la demanda", ha mencionado un directivo. "Nuestro producto es muy

estacional", ha explicado un fabricante de helados, "y la acumulación de stock en más congeladores está fuera de lugar. Nuestras materias primas tampoco se pueden almacenar por mucho tiempo". Varios administradores señalaron la tendencia de la formulación de la EOQ para conducir a un nivel más alto de stocks que una política de revisión periódica que afirmaba que las limitaciones financieras los obligaban a seguir una política de stock de minimización en lugar de una estrategia de minimización de costos físicos, las restricciones de almacenamiento, las restricciones de transporte y la obsolescencia también eran factores negativos mencionados.

Siempre que el nivel de stock no está dictado por imperativos físicos y restricciones, parece que el sistema de compra utilizado por la mayoría de las empresas para artículos importantes y, además, defendido por los ejecutivos como el "mejor", es el método de revisión periódica. Funciona de la siguiente manera: el intervalo de tiempo de revisión se establece empíricamente, basado en la experiencia de la empresa, y puede ser tan bajo como unos pocos días para materiales caros. El tiempo de revisión es flexible y realiza un seguimiento de las fluctuaciones de uso. La cantidad para realizar un nuevo pedido generalmente se elige como "el mínimo compatible con la seguridad".

El nivel de reserva, si lo hay, no se establece en base a las estadísticas de demanda, la probabilidad de interrupción, ni el equilibrio de los costos opuestos de tener y no tener stock. La distancia física del proveedor, como los casos de importación, da cierta consideración grave. Los niveles de reserva, cuando existen, muestran la fijeza, mientras que los importes a reordenar son variables.

Los defensores de la fórmula EOQ señalaron que el popular sistema de compra empírica que acabamos de describir encarece el proceso de compra porque las revisiones de la posición de stock se llevan a cabo con demasiada frecuencia. Pero el costo del proceso de compra es un elemento de costo olvidado por los ejecutivos, especialmente en comparación con el costo de transporte de stock.

Algunos gestores que parecían dispuestos a utilizar el método EOQ destacaron las dificultades para estimar los valores apropiados para el costo de la configuración de compra, así como para el costo de mantener los stocks. Estas incertidumbres retrasaron o impidieron la introducción del método EOQ.

Con la excepción de una empresa brasileña (electrónica), que utiliza el IPCA (Índice Nacional de Precios al Consumidor) como tasa de costo en efectivo para hacer stocks comprados en su fórmula EOQ, todas las empresas de la muestra utilizaron una tasa de interés privilegiada. Cuando se suman otros costos, como el almacenamiento, en Brasil la

tendencia es que cada empresa utilice tasas diferenciadas, en Argentina nos damos cuenta de que la tendencia es la dolarización.

2. La segunda pregunta ha sido: "¿Qué métodos utiliza usted para determinar los niveles de stock de su trabajo en proceso?"

Solo 5 de los 34 encuestados dijeron que ha utilizado una fórmula económica para determinar el tamaño ideal de los lotes de fabricación. Se referían a su método como el tamaño del lote económico de "libro de texto" de fabricación. Las cinco empresas estaban ubicadas en Brasil.

La mayoría de las empresas que no han utilizado una fórmula económica para justificar la no utilización de un intento económico de optimizar sus tamaños de lote han presentado los mismos argumentos que presentados en respuesta a la primera pregunta. Ya sea la fabricación basada en pedidos, o "los tamaños de los lotes económicos serían demasiado grandes para nosotros", tendríamos restricciones físicas como las capacidades de almacenamiento y producción.

3. La tercera pregunta decía: "¿Qué métodos utiliza usted para determinar el nivel de sus stocks de productos terminados?"

Dos situaciones obtenidas aquí, dependiendo de si la empresa tenía su propio sistema de distribución o no. Aquellos que tenían sus propios sistemas de distribución mantenían stock en sus plantas y enviaban productos a intervalos periódicos a almacenes regionales, que a su vez se enviaban a mayoristas y minoristas. El problema era ¿qué volumen era ideal para almacenar plantas y almacenes?

Algunas empresas han establecido niveles máximos de stock mantenidos en sus centros de distribución regionales y niveles de reposición, lo que, siempre que se logra, desencadena un nuevo envío para su distribución. Todas las empresas de la muestra han utilizado únicamente consideraciones físicas como la demanda media, la dispersión de la demanda, las distancias de fábrica y las restricciones de almacenamiento, con el fin de corregir los niveles máximos y de sustitución de su sistema de distribución. La optimización económica, teniendo en cuenta el costo de un stock y el costo de transporte, no ha sido mencionada por ninguno de los entrevistados.

Una petrolera y una empresa de alimentos en conserva han establecido un nivel de protección del 98% en sus terminales y almacenes frente a la falta de sus productos. Pero esta cifra se basaba estrictamente en juicios por consideraciones físicas y no era el resultado de un cálculo explícito que implicara costos de stock y retención. Una empresa brasileña ha

informado: "Nuestro objetivo es hacer una oferta de 90 días en cada centro de distribución, también dependiendo de la distancia a nuestra planta".

Para muchos procesadores de alimentos, la cantidad de stock de productos terminados ha sido declarada como un elemento, dependiendo sólo de área contratada, meses antes y en la producción agrícola. No es necesario tener en cuenta ninguna consideración económica y tampoco puede serlo.

La gran mayoría de las empresas que no operaban su propio sistema de distribución han dicho, especialmente en Argentina, que trataban de mantener al mínimo posible su inventario de productos terminados. En otras palabras, lo que existía como stocks de productos acabados para estas empresas era una acción de acumulación involuntaria.

Sólo una empresa (farmacéutica) ha informado de que estaba obligada contractualmente a realizar una gran cantidad de stock de productos acabados para sus principales clientes. Una empresa siderúrgica también mencionó la necesidad de realizar un inventario permanente de placa de estaño para los fabricantes de latas. Cualquier stock de productos acabados que estas empresas llevaban no estaba determinado por la relación económica.

La mayor parte de los gestores señalaron que no hay políticas escritas de su empresa, o el departamento de compras, afirman que el stock debe mantenerse en el nivel mínimo compatible con las operaciones seguras de la empresa, ninguna política escrita mencionando la minimización de los costos de stock se ha presentado.

Para la gran mayoría de los administradores entrevistados, cualquiera que sea su función, el concepto de reducción al mínimo de las acciones parecía ser un objetivo aceptable, mientras que el concepto de reducir al mínimo los costos de inventario no se ha identificado ni se ha reconocido. Además, en muchos sitios webs; incluso si se hubiera aceptado la reducción al mínimo de los costos como un objetivo viable para la política de inventario, las dificultades prácticas para aplicarla serían un obstáculo decisivo para su adopción; la dificultad para determinar el costo de realizar un pedido, el costo de realizar el inventario y el costo del stock, han sido más frecuentemente mencionadas. Las fluctuaciones de la demanda también han sido recordadas constantemente como una grave dificultad para cualquier enfoque cuantitativo del problema de los stocks.

Aun así, uno puede preguntarse si las dificultades no han sido un poco exageradas por parte de los entrevistados. Defendiendo la formulación del tamaño del lote económico, un gerente financiero ha señalado que cualquier error en la determinación de los parámetros

de la economía representaría un error mucho menos grave que rechazar por completo un enfoque económico.

Una razón más para la falta de pensamiento económico sobre los stocks fue el hecho de que las empresas entrevistadas no cobraran el costo de los intereses que llevaban los stocks a las divisiones operativas. El costo de almacenamiento, siempre cobrado, se ha solucionado. Un hombre de operaciones ha señalado: "Realmente no estamos bajo presión de la división financiera en términos de reducir los costos de interés. Tal vez en un tiempo, lo piensen. Y por ahora, nos presionamos a nosotros mismos para hacer un buen rendimiento con stocks pequeños. Estoy seguro de que podríamos hacerlo igual de bien con la mitad de nuestro nivel actual de inventarios. Pero están extremadamente preocupados por la posibilidad de cualquier falta de stock, el costo de la falta de stock, como se estima, es muy alto".

Gran parte de los informes de rendimiento se han hecho tradicionalmente con relación al volumen de negocios de stocks más que en términos de costo de stock. Esto probablemente ha contribuido para pensar en minimizar el inventario, en lugar de minimizar los costos.

4. La siguiente pregunta ha sido: "¿La situación inflacionaria ha llevado a algún cambio en su política de inventario?"

La respuesta predominante para las empresas brasileñas y las argentinas ha sido que la inflación había fortalecido los esfuerzos para mantener los stocks al mínimo. Cabe señalar una vez más que las entrevistas se han realizado durante un período de inflación controlada en Brasil. Los entrevistados, por lo tanto, se referían a un entorno económico marcado por una alta tasa de interés.

En Brasil, la situación de inflación controlada dio lugar al informe de que los stocks alcanzaron niveles extremadamente bajos. Los ejecutivos brasileños estaban hablando de acciones mínimas, literalmente hand-to-Mouth.

Las respuestas típicas que se escuchadas en Brasil son: "Siempre mantenemos el inventario mínimo; ahora, más que nunca. "Diez días de producto acabado. Cero días de materias primas". "Nuestro stock de productos terminados es ahora de 5-10 días; hace años, era de 30-50 días". "Hemos eliminado todos los almacenes locales. El envío rápido ahora es más barato que tener stocks locales. De hecho, todas las compañías farmacéuticas habían abolido su sistema de almacenamiento local a partir de 1967. Además del costo del transporte de stocks, otras dos razones para el cambio fueron la mejora en el sistema de carreteras, lo que resultó en una disminución de los costos de transporte, y un cambio en el sistema

tributario, lo que encarece un 2% del transbordo de mercancías a través de almacenes regionales. 'Quince días de stock contra 3 meses'. Parecía imposible, pero lo hicimos”.

En Argentina, se han recibido los siguientes comentarios: "Nuestro stock de chatarra es de hasta menos de una semana, las restricciones siempre son más fuertes debido a la inflación. Es un reto muy interesante, casi un juego, para gestionar, año tras año, con cada vez menos stocks. Antes teníamos un stock excesivo de ladrillos refractarios, ahora todo el excedente se cortó”.

“La alta tasa de interés nos afecta; ahora, en lo que a las materias primas nos conciernen, no se puede hacer nada; pero en el trabajo en proceso y en los productos acabados, es decir, en nuestro sistema de distribución, debemos convertirnos en científicos”. (Bebidas) "Las tasas de interés más altas en la fórmula EOQ hace que las acciones disminuyan automáticamente". (Procesador de alimentos) "Almacenamos piezas en lugar de productos acabados. También eliminamos todas las quiebras de precios para descuentos por cantidad, excepto unos pocos artículos". (Electrónica) Los stocks no eran una preocupación importante.

Se están convirtiendo en esto ahora. (Farmacéuticos) "Empecemos a apretar los stocks. Nuestro personal de producción sugirió esto para ayudarnos en la tensión financiera actual. Aun así, los stocks no son el nombre del juego en nuestro negocio. (Farmacéuticos) "Lo primero que recortamos es la inversión de capital fijo. Lo segundo son los stocks. Lo último que queremos recortar es la investigación". (Electrónica)

5. La siguiente pregunta ha sido: "¿Usted utiliza compras anticipadas cuando su proveedor anuncia un aumento inminente en sus precios?"

Tres respuestas positivas provinieron de Brasil y seis de Argentina; Pero todas estas respuestas han sido calificadas por restricciones tales como "raramente", "todo depende", "no como una política", "no en gran medida", etc.

Las respuestas han sido las siguientes: "Anteriormente, incluso podríamos haber especulado con algunos, pero ahora es extremadamente peligroso, rompiendo lo que determina el sistema para decidir sobre la conveniencia de las compras anticipadas”. (Textiles) "Nunca compramos por adelantado, siempre el mínimo. La especulación es peligrosa. Tenemos que comprarlo por un año. De todos modos, lo siento. Lo que hacemos en estos casos es tirar una materia prima contra otra, como, por ejemplo, la soja contra el maíz”. (Procesador de alimentos) "No más especulación, pero anteriormente los stocks han contribuido a las ganancias. Utilizamos acciones altas cuando la inflación. Por decisión del Consejo de Administración, no se realiza ninguna compra anticipada”. (Procesador de

alimentos) "Antes sí, no más". "Hacemos cálculos de break-even, comparamos alternativas".
Productos de papel.

"Se ha especulado antes. Ya no, porque la tasa de interés es más alta que la inflación".
(Papel) "Las variaciones de costos se han vuelto pequeñas. No hay ninguna ventaja en comprar por adelantado. El costo del cacao disminuyó debido a la sobreproducción. De todos modos, se necesita mucho dinero. (Procesador de alimentos) "Si hay un 'rumor' de aumento de precios, yo aumento mis materias primas". (Alimentación)

Conclusión, las compras anticipadas se pueden realizar durante el período sin control de la inflación, pero además de ver como especulación la planificación física sigue siendo la preferida. En el período de inflación controlada, las compras anticipadas se descartan, en parte porque el costo de cargar el inventario se vuelve prohibitivo cuando la tasa de interés es alta.

Las respuestas más significativas dadas por las empresas brasileñas son:

"Compramos cobre antes de las necesidades, muy poco". (Electrónica) "Como regla general, no nos protegemos contra los aumentos de precios; en algunos casos, utilizamos break-even. Cuando hay un aumento considerable tomamos el teléfono y hablamos con el proveedor, insisto hasta que se revierta el aumento". (Electrónica) "No como una política, solo en casos específicos. Sucedió, pero no es muy significativo. (Electrónica) "No, nunca especulamos. Probamos contratos anuales". (Electrónica).

"No especulamos, tenemos stock pequeño, solo cuando los aumentos de precios serán considerables. Utilizamos esta fórmula de break-even. Nuestra empresa casi ha ido a la quiebra en el pasado con la especulación de inventario. (Procesador de alimentos) "Solo un poco". "Sí, a veces". (Farmacéuticos) "No especulamos por regla general, pero tampoco podemos ser inocentes. Tienes que comprar con anticipación cuando se espera un aumento. (Papel) "Sí, por regla general para materias primas grandes como el aluminio. Para otros productos, a veces, sí". (Maquinaria).

Cabe señalar que, aunque en la pregunta se utilizó la expresión "compra anticipada", muchos utilizaron la palabra "especulación" en sus respuestas. Pocos usaron la palabra "hedge" utilizado como estrategia de protección financiera e inversiones. Cabe señalar también que incluso cuando se produce un aumento general a todos los precios, algunos productos básicos todavía pueden fluctuar hacia arriba y hacia abajo; por lo tanto, nunca se garantiza que todos los precios suban, y esta puede ser una de las razones por las que los ejecutivos se refirieron a las compras anticipadas como una práctica "especulativa" en lugar de una medida defensiva.

Las dos preguntas siguientes tenían por objeto aclarar el grado de consideración económica que utilizan las empresas en la gestión de stocks, es decir, la inversión en activos fijos, así como la influencia crucial de la tasa de inflación en la tasa de rendimiento deseada.

6. La sexta pregunta ha: "¿Qué métodos usted utiliza para seleccionar inversiones en activos fijos?"

La gran mayoría de los encuestados, 29 de 34, ha respondido que utilizaba uno o más métodos económicos para evaluar proyectos de inversión. Cuatro respondieron negativamente y una respuesta no fue clara.

Examinando primero las respuestas negativas, tres de Argentina y el una de Brasil. Los argumentos presentados fueron los siguientes: "Siempre compramos los más caros, porque el más barato acaba siendo el peor, por regla general compramos, por tanto, los más nuevos, los más modernos". "Hasta ahora, no hemos utilizado ningún método; la decisión fue una cuestión de conveniencia, oportunidad y política de poder dentro de la empresa; ahora, por primera vez, usaremos algún método científico, ya sea retorno o flujo de caja descontado, para el nuestro próximo proyecto, una gran planta de celulosa ". "No se planean nuevas inversiones en este momento".

El cuarto encuestado ha dicho, como justificación verbal del proponente, que sometería a un cuestionario del comité de gestión, todo lo necesario para la aprobación de un proyecto.

Diecinueve profesionales entrevistados han dicho que las empresas utilizan el flujo de caja descontado, solo o junto con otros métodos; diez han dicho que no utilizan un método basado en descuentos, sino más bien un método o una combinación de métodos como el tiempo de recuperación, el flujo de caja directo o la tasa de retorno de la inversión no contada sobre la inversión.

Algunos de los 19 profesionales entrevistados que utilizan flujo de caja descontado enfatizaron que no utilizan el enfoque de retorno por ser un método demasiado burdo; otros dijeron que utilizan el procedimiento del tiempo de recuperación, ya que el sistema de flujo de caja descontado es muy sofisticado.

Nueve empresas tenían manuales de procedimiento estándar y formularios de evaluación de proyectos. Cinco de esos nueve utilizaron programas de computadora para manejar estudios de presupuesto de capital. "Nuestro sistema lo dice todo: flujo de caja

descontado, tasa de retorno de la inversión, análisis de sensibilidad, tiempo de recuperación, todo; el problema es elegir la salida".

El método del tiempo de amortización o el método del tiempo de amortización acumulativo siguen siendo las principales herramientas analíticas de 4 empresas, pero parecen estar cediendo a otros métodos, incluso en estas 4 empresas, especialmente para grandes proyectos. El rango de retorno deseado mencionado fue: 10 a 15% anual después de impuestos; 15 a 25% anual antes de impuestos.

Como se explicará más adelante, ha estado claro que los gestores brasileños estaban hablando de tasas de rendimiento reales; la distinción entre tasas de retorno reales y aparentes no ha sido hecha por ningún entrevistado argentino.

La mayoría de los encuestados, tanto en Brasil como en Argentina, comentaron espontáneamente que, en realidad, los proyectos típicamente arrojaban mucho menos que la tasa de retorno mostrada en el tablero e incluso menos que las tasas de retorno mínimas establecidas. Una gran mayoría también ha indicado la necesidad de que su empresa establezca algún control sobre la tasa de rendimiento real del proyecto en contraposición a la tasa proyectada. Solo tres han revelado que en realidad han registrado la tasa de rendimiento de sus proyectos.

El consenso ha sido que las consideraciones económicas han sido decisivas solo para diversificar los emprendimientos. Pero el reemplazo de equipos, reducción de costos, mejora de la calidad y las propuestas de expansión eran generalmente aceptadas por la gestión financiera si el personal de operaciones o marketing los presionara.

7. La séptima pregunta ha sido: "¿La inflación ha cambiado el método utilizado para seleccionar las inversiones o la tasa de rendimiento deseada de la empresa?"

En las entrevistas brasileñas, la respuesta fue invariablemente que los métodos no habían sido modificados y que la tasa de rendimiento deseada era invariablemente. Se ha dado la impresión de que la mayoría de los gerentes consideraban que un nivel de 4 o 6% de inflación al año no era suficiente para precisar ninguna corrección por las distorsiones creadas por las diferentes tasas de aumento de los diversos componentes de costos.

Muchos señalaron que se producen incertidumbres de todo tipo, no afectando a la decisión como tal en torno a una corrección del 6% en la tasa de rentabilidad. La mayoría parecía creer que la tasa de inflación caería muy pronto a un nivel más bajo y que podrían

tener una mejora anual de la productividad que significaría una caída a cada año, suponiendo que no podrían reajustar sus precios de venta. Pero en algunos sectores, como la industria pesada, especialmente sentía que las mejoras en la productividad se estaban nivelando y que la diversificación tendría que ser recurrida en última instancia como la producción de la contracción costo-beneficio. Pero las empresas no estaban considerando la posibilidad de frenar la reducción de la tasa de rendimiento en los cálculos económicos corrigiendo los niveles de precios.

En las entrevistas argentinas, en cambio, se observó que seis empresas iban a realizar un esfuerzo considerable para predecir el efecto de los costos futuros y las variaciones de precios en su flujo de caja real. El método que utilizaron para este fin fue hacer previsiones separadas de los cambios de costos de los principales materiales, mano de obra y gastos administrativos para cada año del proyecto y, después de descontar los gastos totales en los que se incurrirá, obtener el valor actual del proyecto en moneda constante; por lo tanto, se corrigen los cambios en los costos sectoriales.

Una de las razones por las que las empresas argentinas han considerado necesario entrar en estos detalles ha sido la alta tasa de inflación anual que en la última década ha sido de 12%,13%. a.a y alcanzando un pico de 53,83% a.a. en 2019 (INDEC). Otra razón ha sido la considerable diferencia en las tasas de aumento de materiales, mano de obra y equipos importados, respectivamente. Una tercera razón ha sido que, durante un período de inflación controlada, la mayoría de las empresas industriales no son capaces de reajustar sus precios al mismo ritmo que sus insumos.

Una cuarta razón ha sido que muchas empresas como subsidiarias de multinacionales tienen la preocupación de verse obligadas a presentar estimaciones en moneda fuerte, generalmente dólares, que se hace necesaria y casi indispensable una proyección cuidadosa del flujo de caja real. Una quinta razón ha sido que muchas empresas competían con empresas hermanas ubicadas en otros países, donde se producían diferentes distorsiones inflacionarias, y por lo tanto tenían que justificar sus proyectos en una unidad monetaria común y libre de inflación.

La mayoría de los gestores argentinos reconocen que el método justo depende totalmente de la precisión con que el nivel de precios cambie, actualmente necesitamos necesariamente una proporción sustancial de adivinanzas.

8. La última pregunta ha sido: "¿Usted puede aumentar sus precios en la misma proporción que los aumentos de costos que sufre?"

En Brasil, los entrevistados respondieron unánimemente que el aumento ha sido pequeño y se ha retrasado en relación con el aumento de las entradas. La competencia también se consideró un factor.

En Argentina, los efectos deben separarse de los de la inflación. Las industrias pesadas consideraron la inflación su "problema vital" porque consideraban que el aumento de sus productos sigue un control más estricto del aumento, más notado por el público y más difícil de combinar con aumentos de productividad que en el caso de la mayoría de las otras industrias. La solución podría ser establecer unidades de producción aún mayores para lograr economías de escala. Pero cada unidad añadida representaría un enorme aumento para el sector en su capacidad existente y, por lo tanto, dificultaría cada vez más la competencia.

Otras industrias sufrían más la recesión provocada por la falta de consumo que por la propia inflación, es decir, más por la caída de la demanda física de sus productos que por el aumento de los costos o las altas tasas de interés, aunque estos han sido factores adicionales, no despreciables cuando se acumulan stocks. Los encuestados de las industrias electrónicas han dicho que podrían compensar los aumentos de costos con grandes aumentos de productividad en tiempos normales y que el producto se modifica tan a menudo que se vuelve obsoleto antes de requerir cualquier ajuste de precios.

Los procesadores de alimentos han sugerido que el principal obstáculo para el aumento de los precios era la dura competencia; la sobreproducción del sector también ha sido un elemento que impide los ajustes de precios.

Las empresas farmacéuticas y químicas entrevistadas indicaron que tenían cierta libertad para aumentar los precios, pero que sabían poco sobre la elasticidad de los precios de sus productos. Creían que su potencial de productividad seguía siendo suficiente para absorber nuevos aumentos de los costos, incluso en la esfera de la gestión de stocks.

En resumen, las siguientes tendencias surgen de esta investigación y parecen ser válidas tanto para las empresas brasileñas como para las empresas argentinas entrevistadas:

1. Una minoría de empresas industriales utilizó la minimización de costos como el principal objetivo de la política de stock. La mayoría de las consideraciones predominantemente físicas usadas tales como relaciones de ventas, índices de volumen de negocios, y requisitos de la demanda para determinar y para controlar tamaño común. La política de stock de muchas empresas ha sido dictada en gran medida por limitaciones físicas y financieras.

2. Algunas empresas manufactureras han adoptado la política de almacenamiento ante los inminentes aumentos de costos en sus materiales y suministros más importantes, pero solo si el aumento de costos fuera una certeza y de gran consecuencia. Cuando se realizó la compra anticipada, rara vez se han utilizado cálculos económicos precisos para determinar el valor ideal para comprar. Las empresas entrevistadas han tratado de evitar cualquier incertidumbre con respecto al cambio de costos cambiando los riesgos de especulación para los proveedores. Todas las empresas entrevistadas negaron haber especulado con los inventarios finales.

3. La mayoría de las empresas parecían sensibles a las tasas de interés, especialmente en Brasil, donde la mayoría de las empresas utilizaban recursos prestados para financiar al menos parte de sus stocks. Las empresas parecían ser muy conscientes de que cualquier financiación más allá de una línea de crédito "normal" implica una tasa de interés considerablemente más alta. La escasez de efectivo y la alta tasa de interés que caracterizó a las economías de Brasil y Argentina han contribuido decisivamente a que las empresas trataran de minimizar sus stocks, incluso por debajo del nivel mínimo sugerido por la teoría de inventario. Minimizar los stocks físicos, en lugar de minimizar los costos del sistema de stock total, se ha convertido en el objetivo principal de las empresas. Esto parecía más probable para una situación de inflación controlada, con restricciones de crédito o regulaciones de precios.

RESÚMENES Y CONCLUSIONES

Destacamos que la tesis ha sido escrita desde el punto de vista de un gestor que trabajó en un entorno económico caracterizado por el aumento de los costos de materiales, mano de obra y tasa de interés. Se ha realizado un estudio sobre cómo se debe considerar los aumentos previstos en los costos en los insumos, con el fin de minimizar los costos de stock.

En una situación inflacionaria, tres factores son de gran importancia para la formulación de la política de inventario: el aumento de los costos materiales y laborales, el aumento de la tasa de interés y la capacidad de la empresa para reajustar sus precios de venta. En la medida en que este último factor no esté sujeto a su control, el administrador de stocks debe tener en cuenta las distorsiones de tamaño y los retrasos de los aumentos en los dos primeros factores.

Entre los diversos patrones inflacionarios posibles, dos parecían tener particular importancia para este estudio. Se les han denominado, por conveniencia, de inflación

incontrolada y controlada. La inflación incontrolada se caracteriza por aumentos continuos y un retraso en el aumento de las tasas de interés en relación con el aumento de otros insumos. La inflación controlada, por otro lado, se caracteriza por aumentos intermitentes y una tasa de interés real superior al aumento en el costo del material.

Se ha realizado un examen de cómo se comporta la estructura de los modelos de inventario cuantitativos tradicionales cuando incorporamos los costos anticipados. Con base en modelos publicados por varios autores, se ha analizado la revisión constante en el sistema de inventario, y el valor ideal para comprar antes de un aumento de costo de paso anticipado ha sido determinado por los modelos. Se han formulado normas válidas para el caso en que la magnitud del aumento o su tiempo sean de carácter probabilístico. Estas reglas sólo podían ser operacionalizadas para una distribución uniforme de la densidad de tamaño y tiempo de los aumentos de costos.

Se han obtenido o han ampliado fórmulas para casos de aumentos lineales sucesivos de los costos. Han llevado en cuenta diferentes tasas de aumentos de costos en materiales, trabajo y tasas de interés, lo que permite calcular un tamaño de lote económico revisado. También se ha estudiado el caso de las sucesivas irregularidades en el aumento de los costos. Se han demostrado varios problemas relacionados con la distribución conjunta de probabilidades de aumentos de costos en materiales, intereses, tarifas y descuentos por el tiempo de valor del dinero.

A continuación, se han examinado los modelos de inventario de examen periódico. Se ha determinado el valor adecuado que se debe comprar por adelantado cuando la empresa sigue una política de compra *Hand-to-Mouth*. Reglas para la cantidad y el tiempo de compra por adelantado cuando los aumentos en los costos son probabilísticos en tamaño, en el tiempo, o ambos se han derivado para un caso en el que se hacen premisas simplificadoras relacionadas con la independencia de las variables y la naturaleza de las distribuciones de probabilidad. Se ha investigado el efecto de los cambios de costos anticipados en el punto de reordenación y el nivel de ajuste de los modelos probabilísticos de demanda: un aumento de los costos de materiales tiende a aumentar los niveles de (s,S) en períodos anteriores y disminuirlos en períodos posteriores en comparación con los niveles vigentes predominantes en condiciones de costo estable.

Se han considerado los posibles ahorros que debían garantizarse mediante la adopción de fórmulas que tuvieran en cuenta los cambios previstos en los costos. Hemos demostrado que los modelos tradicionales se pueden utilizar sin socavar considerablemente el costo ideal, siempre que los aumentos de costos anticipados sean pequeños. Cuando son

grandes, los ahorros generados por las fórmulas revisadas constituyen un porcentaje considerable de los costos controlables.

El análisis anterior se amplió al caso de la inflación sostenida, que abarca varios períodos. Se ha demostrado que, teóricamente, los niveles de stock son una función de las variaciones anuales en los costos y en el valor de la tasa de interés nominal vigente a cada año. Alternativamente, los cambios de stock, es decir, las inversiones anuales y las desinversiones en los stocks, son una función de la aceleración de la inflación y los cambios anuales en las tasas de interés nominales. El efecto de los cambios en los costos puede combinarse con el efecto de los cambios en las tasas de interés nominales mediante el uso del concepto de tasa de interés real.

Se ha cuestionado a varios gestores cómo han aceptado los cambios anticipados en los costos, teniendo en cuenta su estrategia de inventario. Diecisiete ejecutivos han sido entrevistados en Brasil y diecisiete en Argentina. La situación económica de ambos países estaba dominada por un estado de inflación muy diversa. La encuesta ha mostrado que una minoría de los encuestados han aceptado la minimización de los costos como el principal objetivo de su política de inventario.

Sin embargo, la mayoría de las empresas de la muestra eran sensibles tanto a las tasas de interés como a la anticipación en los aumentos de costos, y muchos de los encuestados solían actuar en consecuencia de ello. Se ha mencionado un período de inflación incontrolada, especialmente en Argentina, como un período en que era necesaria una gran acumulación de stocks, mientras que el período prevaleciente de inflación controlada ha forzado una contracción en los stocks, hasta el punto de minimizarlos, siendo el principal objetivo de la gestión de stocks la exclusión completa de la minimización de costos. Las consideraciones de demandas físicas o acuerdos financieros eran más importantes que el cálculo económico en el modelado de la política de inventario de las empresas analizadas.

Se ha podido realizar estudios de regresión en stocks agregados en Argentina para el período considerado como parámetro para el índice inflacionario, mostrando la alta correlación positiva entre stock, tasa acumulada e inflación, y una ligera correlación positiva entre la acumulación de stocks y la aceleración de la inflación, sugiriendo que, además de la minimización racional de costos, otros factores, posiblemente la fuga de dinero, la especulación o la acumulación, jugaría un papel importante en la acumulación de stock. En el caso del Brasil, la regresión para el mismo período de las proporciones de los stocks de materias primas de los fabricantes y los suministros para los envíos de los fabricantes indicaría sin duda la existencia de una correlación negativa entre los niveles de stock y la

tasa de interés real, como sugiere la teoría para la gestión racional de inventario. La posibilidad de un estudio realizado por regresión no ha sido considerada en este estudio. Además del punto de vista del gestor de stock, entendemos que el estudio de una regresión puede ser contenido para una investigación futura, destacando también la dificultad de obtener datos precisos para los cálculos. Aunque los resultados de los estudios de regresión y las pruebas de hipótesis no siempre tienen resultados estadísticamente significativos en términos de nivel de confianza, la mayoría de los datos recopilados podrían indicar que las variables analizadas representarían cambios en el nivel de precios y que la tasa de interés influiría en las decisiones actuales del inventario.

El objetivo de la investigación de demostrar los efectos de la inflación en el cambio en el nivel de precios en la política de stock de las empresas se ha cumplido, a través de las fórmulas encontradas en la literatura, además de la percepción de los gerentes en ambos países, como se muestra en la investigación. Indicamos que los modelos matemáticos son capaces de ofrecer al gestor opciones en diferentes escenarios para determinar el EOQ, no sólo utilizando el modelo común, sino también modelos con aumento discreto de costos y aumento continuo de los costos.

En relación con las hipótesis planteadas, el estudio demuestra que, de hecho, existe una decisión diferenciada en la elección del modelo para el cálculo del lote según el escenario inflacionario, un escenario también considerado por los gestores en la conducción de su estrategia de control de stock, más evidente en aspectos físicos de la demanda y la capacidad de stock que las cuestiones económicas mostradas en los modelos.

Referencias

2021—Fisher's *The Purchasing Power of Money.pdf*. ([s.d.]). Recuperado 16 de março de 2021, de <https://www.jstor.org/stable/pdf/2965060.pdf?refreqid=excelsior%3A6d3fb6f1b2fa34e9bbe345860aa11e46>.

Antonio Galvão NOVAES. (2021). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição* (5º ed). Atlas.

Aragón, E. (2008). *Três Ensaio sobre Política Monetária no Brasil: Assimetrias nos Efeitos Reais de Choques Monetários, Preferências do Banco Central e Regras Monetárias Ótimas*. 116.

Barros, A. J. P.; lehfeld, N. A. (2000). *Proyecto de investigación: propuestas metodológicas* (4ª ed.). Rio de Janeiro: Voces.

Bardin, L. (1977). *Análisis de contenido*. Lisboa: Ediciones 70.

Bellman, R. (1958). Review of Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production [Review of *Review of Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production*, por K. Arrow, S. Karlin, & H. Scarf]. *Management Science*, 5(1), 139–141.

Bresser-Pereira, L. C. (2010). A descoberta da inflação inercial. *Revista de Economia Contemporânea*, 14(1), 167–192. <https://doi.org/10.1590/S1415-98482010000100008>

CIRIBELLI, Marilda Corrêa. Como elaborar uma dissertação de Mestrado através da pesquisa científica. Marilda Ciribelli Corrêa, Rio de Janeiro: 7 Letras, 2003.

CORRÊA, Henrique L. (2001). *Planejamento, programação e controle de produção*. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2001. P. 49-52;417-420. (4º ed, Vol. 4). Atlas.

Dias, G. P. P. (2003). *Gestão dos estoques numa cadeia de distribuição com sistema de reposição automática e ambiente colaborativo*. [Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.3.2003.tde-08062004-180407>

Diehl, A. A. (2004). *Investigación en ciencias sociales aplicadas: métodos y técnicas*. San Pablo: Atlas.

Eckstein & Gary Fromm. (1959). *Steel and The Postwar Inflation* (Vol. 1). U.S. Government Printing Office.

ERICKSON, C., & Mitchell, D. (2007). Monopsony as a Metaphor for the Emerging Post-Union Labor Market. *International Labour Review*, 146, 163–187. <https://doi.org/10.1111/j.1564-913X.2007.00012.x>

Exame. (2020, janeiro 15). Exame. <https://exame.com/economia/argentina-conclui-2019-com-inflacao-mais-alta-desde-1991/>

Fisher, I. (1907). Its Nature, Determination and Relation to Economic Phenomena. *The Rate Of Interest*, 232.

Fisher, I. (1928). The Money Illusion. *Adelphi Company, Publishers, 1928*, 1(1), 268.

Fisher, I. (2011). *The Online Library of Liberty*. 330.

Frederick S. Hillier & Gerald J. Lieberman. (1967). *Advance praise for introduction to operations research, seventh edition*. McGraw-Hill.

Gottfried Von Haberler. (1958). *Prosperity and Depression A Theoretical Analysis of Cyclic Movements*. George Allen & Unwin Ltd.

Harberger, A. C. (1977). una vision moderna del fenomeno inflacionario. *Cuadernos de Economía*, 14(43), 3–19.

Harberger, A. C. (1979). Uma visão moderna do fenômeno da inflação. *Revista Brasileira de Economia*, 33(1), 69–92.

- Hawtrey, R. G. H. (1938). *A Century of Bank Rate*. Longmans, Green and Co., Ltd., 1938.
- Heilbroner, R. (1996). *A história do pensamento econômico*. Nova Cultural.
- IBGE. (2020, maio 15). *Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo—IPCA | IBGE*. https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?t=series-historicas&utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=inflacao#plano-real-ano
- Índice de inflación anual y mensual Últimos años Argentina*. (2020, maio 15). <http://estudiodelamo.com/inflacion-argentina-anual-mensual-2021/>
- Jaskulski, A. O. (2010). *A estabilização econômica do plano real e o desenvolvimento econômico do período*. 73.
- John Mayard Keynes. (2010). *Essays In Persuasion 1932*.
- Johnson, H. G. (1963). A SURVEY OF THEORIES OF INFLATION. *Indian Economic Review*, 6(3), 29–69.
- Kandir, A. (1989). *A dinâmica da inflação: Uma análise das relações entre inflação, fragilidade financeira do setor público, expectativas e margens de lucro*. NBL Editora.
- Machline, C. (1981). Compras, estoques e inflação. *Revista de Administração de Empresas*, 21(2), 7–15. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901981000200001>
- Marconi, M. A. ; Lakatos, E. M. (2012). *Técnicas de investigación*. San Pablo: Atlas.
- Marques, M. S. B. (1987). *uma resenha das teorias de inflação*. 60.
- Martin, B., & Holzman, F. D. (1963). Bronfenbrenner, M., & Holzman, F. (1963). Survey of Inflation Theory. *The American Economic Review*, 53(4), 593-661. Retrieved February 2, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/1811017>. *Survey of Inflation Theory.*, 53(4), 69.
- Methods of Purchasing. (2020, maio 15). *Tutorial*. <https://www.vskills.in/certification/tutorial/methods-of-purchasing/>
- Michael, L. S. (1970). Michael K. Evans. Macroeconomic activity theory, forecasting, and control: An econometric approach. Nueva York : Harper & Rowe, 1969. 627 p. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 4(02), 213–214. <https://doi.org/10.24201/edu.v4i02.1544>
- Moran, C. A. A., & Gilson Witte. (1993). *A Conceitualização da inflação e uma análise dos planos econômicos brasileiros de 1970-1990*. 23.
- Naddor, E. (1966). *Inventory Systems* (1° ed, Vol. 1–1). John Wiley Sons.
- Passetti Cardoso, D. (2011). *Aplicação de métodos de apoio à tomada de decisão na cadeia de suprimentos* [Mestre em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas]. <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2011.846223>

Private Industrial Investment in Pakistan: 1960-1970 (Cambridge South Asian Studies) - PDF Free Download. (1970). epdf.pub. <https://epdf.pub/private-industrial-investment-in-pakistan-1960-1970-cambridge-south-asian-studie.html>

Reinaldo A. Moura. (1998). *sistemas e tecnicas de movimentação e armazenagem de materiais—Série manual de logística 1*. IMAM.

Santana. (2018). *Inflação medida pelo IPCA sobe 0,64% em setembro, acima do esperado pelos economistas.* <https://www.infomoney.com.br/mercados/inflacao-medida-pelo-ipca-sobe-064-em-setembro-acima-do-esperado-pelos-economistas/>

Santos, P. M. dos, Schlosser, J. F., Russini, A., Casali, A. L., Ribas, R. L., & Roberti Júnior, O. L. (2011). Validation of prediction theories to chisel plow in soils of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Ciência Rural*, 41(1), 120–126. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000100019>

SLACK, N.; CHAMBERS, S. R.; & BETTS, A. (2008). *Gerenciamento de operações e de processos: Princípios e prática de impacto estratégico. 1 ed.* São Paulo: Atlas, 2008. 552p.

Solomon, M., & De Wet, W. (2004). The effect of a budget deficit on inflation: The case of Tanzania. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 7(1), 100–116. <https://doi.org/10.4102/sajems.v7i1.1431>

Thiry-Cherques, H. R. (2006). O primeiro estruturalismo: Método de pesquisa para as ciências da gestão. *Revista de Administração Contemporânea*, 10(2), 137–156. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552006000200008>

Thomas F.Dernburg & Duncan M. McDougall. (1985). *Macro Economics, Concepts, Theories and Policies* (7º ed). McGraw-Hill Education (ISE Editions).

Thomson M. Whitin. (1957). *Theory of Inventory Management* (2º ed). Princeton University Press; 2ª edição.

Vasconcello & Garcia. (2014). *Fundamentos da Economia* (5º ed). Editora Saraiva.

Vasconcellos. (2004). *Economia Micro e MAcro* (quarta). Atlas.

Veinott, A. F. (1966). On the Optimality of (s, S) Inventory Policies: New Conditions and a New Proof. *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 14(5), 1067–1083.

Vergara, S. C. (2006). *Métodos de investigación en administración*. San Pablo: Atlas.

Vieira, T., & Filho, A. R. T. (1988). *INFLAÇÃO E PREÇOS AGRÍCOLAS: UMA ANALISE ESTRUTURALISTA*. 17.

What is Cost Push Inflation? Definition of Cost Push Inflation, Cost Push Inflation Meaning—The Economic Times. (2019). <https://economictimes.indiatimes.com/definition/cost-push-inflation>