

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA
SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**COBERTURA DE LA VARIACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO Y EL
RIESGO PRECIO DE COMBUSTIBLE EN LA INDUSTRIA
AÉREA:**

EL CASO GRUPO MEXICANA DE AVIACIÓN.

T E S I S

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS ECONÓMICAS
(ECONOMÍA FINANCIERA)**

PRESENTA.

BENJAMÍN GUTIÉRREZ ZAPIÉN



MÉXICO, D. F.

ABRIL DE 2010

Reconocimientos

Al Instituto Politécnico Nacional quien a través de la Escuela Superior de Economía y la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación me abrió nuevamente sus puertas para cosechar nuevos éxitos.

Al Dr. Miguel Flores Ortega, por su invaluable tiempo, apoyo y contribución para la culminación de este trabajo de investigación.

Al Dr. Francisco Almagro Vazquez, por su apoyo incondicional.

A la Comisión Revisora por sus valiosas aportaciones; Dra. Alicia Bazarte Martínez, Dr. Gerardo Angeles Castro, y el M. en C. Héctor Allier Campuzano.

A mis Madre, Violeta Zapién Jimeno, mi padre Julio Cesar Gutiérrez Lopez† por su valores y enseñanzas.

A Patricia, Abigail, y Gabriel, los motores de mi vida y superación.

A mis hermanos y familiares, quienes me demuestran todo su apoyo incondicional.

México D.F. Abril de 2010

Índice general

	Página
Índice de cuadros, gráficas y tablas	III
Glosario	V
Lista de abreviaturas	XII
Resumen	XIII
Abstract	XIV
Introducción	XV

Capítulo I. Marco conceptual económico de la aviación y la participación de Grupo Mexicana de Aviación.

1.1. Participación de Grupo Mexicana de Aviación	1
1.2. Estrategias para la conformación de un mercado competitivo	6
1.3. La composición de tarifas del servicio aéreo	13
1.4. El esquema de pagos de combustibles en el mercado aeronáutico nacional	20
1.5. El mercado de divisas como estructura de pago en los insumos	23
1.6. Los seguros de cobertura, protegen a las aerolíneas?	28

Capítulo II. Marco teórico: movimiento geométrico browniano, el modelo de Black-Scholes-Merton sobre cobertura en futuros, cobertura en productos físicos.

Introducción	33
2.1. Conceptos básicos de probabilidad	33
2.2. Movimiento browniano y proceso de Wiener	36
2.3. El mercado de derivados y la cobertura de riesgos	42
2.3.1 Posición de cobertura en corto	45
2.3.2 Posición de cobertura en largo	46
2.3.3 Bases para medir el riesgo	47
2.4. Cobertura de riesgo precio tipo de cambio de insumos en la aviación	48
2.5. Modelo de Black y Scholes	51
2.6. La cobertura delta con opciones	56

Capítulo III. Estrategia de cobertura del riesgo precio de tipo de cambio para la adquisición de combustible: caso del Grupo Mexicana de Aviación.

3.1.	El riesgo y la necesidad de cobertura	60
3.2.	Comportamiento del precio de la turbosina	61
3.3.	Comportamiento de la variación del tipo de cambio	63
3.4.	Determinación de parámetros	67
3.5.	Estrategias de cobertura	70
3.6.	Comparación de resultados	79
	Conclusiones y recomendaciones	81
	Bibliografía	84
	Anexos	88

I. Índice de cuadros, gráficas y tablas

Cuadro 1.1. Datos operativos: de la flota	2
Cuadro 3.1. Proyección consumo de combustible, Grupo Mexicana de Aviación, enero 2010	69
Cuadro 3.2. Cotización mensual registrado del precio del combustible jet fuel para el periodo enero 2004, diciembre2009	73
Cuadro 3.3. Formula de Black y Scholes, para cobertura de una opción de venta	78
Cuadro 3.4. Resultados operaciones ejercicio de Black y Scholes	78
Gráfica 1.1. Participación porcentual de tráfico de pasajeros	3
Gráfica 1.2. Pasajeros transportados para grupo Mexicana de Aviación 2000-2009 (cifras en miles)	4
Gráfica 1.3. Total de pasajeros transportados en servicio domestico e internacional en operación regular y de fletamento	8
Gráfica 1.4. Oferta y Demanda del mercado de divisas	24
Gráfica 2.1. Trayectoria del movimiento geométrico browniano	39
Gráfica 3.1. Valor de la turbosina (miles de pesos)	61
Gráfica 3.2. Volumen de ventas producto turbosina (miles de pesos)	62
Gráfica 3.3. Determinación costos de combustible para Mexicana de Aviación (miles de pesos)	62
Gráfica 3.4. Comparativo variación ingresos-costos operativos Mexicana de Aviación (cifras en miles de pesos)	63
Gráfica 3.5. Variación tipo de cambio pesos mexicana (2004-2009)	64
Gráfica 3.6. Comparativo inflación mensual y acumulada enero 2007- diciembre 2010 (proyección)	65
Gráfica 3.7. Comparativo variación tipo de cambio estados de resultado vs balance general grupo mexicana (enero-09 noviembre-09), cifras estimadas	66

Gráfica 3.8. Comportamiento tasas de interés, enero 2008 – noviembre 2010 (cifras proyectadas)	67
Gráfica 3.9. Trayectoria consumo de combustible por milla, enero a diciembre 2008, Grupo Mexicana de Aviación	68
Gráfica 3.10. Comportamiento tasas de interés, enero 2008 – noviembre 2010 (cifras proyectadas)	74
Tabla 1.1. Total de pasajeros transportados en servicio domestico e internacional operación regular y de fletamento	8
Tabla 1.2. Total de pasajeros transportados y participación porcentual	8
Tabla 1.3. Total de pasajeros transportados por empresas nacionales en servicio domestico e internacional en operación regular y de fletamento (miles)	9
Tabla 1.4. Precios y distancias en promedio mensual	18
Tabla 1.5. Contrato de futuro sobre divisas	27
Tabla 1.6. Contrato opciones sobre divisas	28
Tabla 3.1. Comparativo porcentual principales variables, periodo septiembre septiembre 2009, agosto2010	65

II. Glosario

Activo subyacente.- Aquel bien objeto de un contrato de futuro o de un contrato de opción; por ejemplo acciones individuales, portafolio de acciones, índices accionarios, tasa de interés y divisas.

Aerolínea.- Persona jurídica responsable de efectuar el transporte aéreo. Es el transportista o explotador aéreo a que se refiere la normatividad aduanera y aeronáutica, por tanto, tiene la conducción técnica de la aeronave y la dirección de la tripulación.

Aeropuerto.- Aeródromo civil de servicio público que cuenta con las instalaciones y servicios adecuados para la recepción y despacho de aeronaves.

Alimentadora.- Se considera una aerolínea alimentadora, toda aquella que su objetivo es el de utilizar nuevas rutas no explotadas por ninguna aerolínea para establecer nuevos canales de distribución que no necesariamente son consideradas de alto volumen de pasajeros, pero que facilitan nuevas opciones más específicas para los usuarios.

Asientos ofrecidos por las líneas aéreas nacionales.- Es la suma de los asientos destinados a pasajeros de las aeronaves en operación por cada empresa.

Asientos-kilometro.- Índice obtenido de la suma de los productos obtenidos al multiplicar el número de los asientos por el número de vuelos realizados y la distancia para la misma etapa.

Cobertura.- Provisión de fondos para asegurar una operación bursátil.

Commodity.- La definición legal utilizada en los Estados Unidos según la cual un commodity es todo aquello que sea subyacente en un contrato de futuros de una bolsa

de commodities establecida, amplió el concepto para que mediante éste, prácticamente cualquier cosa pueda ser un commodity.

Complementos. El complemento de un conjunto A que se denota por A^c es el evento que consta de todos los resultados en espacio muestral que no están contenidos en A.

Contrato futuro.- Contrato normalizado que contiene un compromiso de entregar o recibir una cierta cantidad de activos financieros acciones, bonos, obligaciones etc, en un momento futuro, especificándose el tipo de activo, mes de entrega y precio (incluyendo la fluctuación mínima del contrato) y el número de contratos que se compran y venden. La entrega física del activo subyacente se realiza en muy raras ocasiones, pues las operaciones se cruzan liquidándose exclusivamente el beneficio o pérdida, por la variación de los precios producida al vencimiento del contrato. En el mercado bursátil, los contratos de futuros sobre índices bursátiles y sobre valores pueden utilizarse como instrumentos de cobertura de los riesgos derivados de las oscilaciones en las cotizaciones.

Convenio.- Acuerdo celebrado entre dos o más sujetos del derecho internacional con objeto de crear, modificar o extinguir una relación jurídica entre ellos.

Divisa.- Unidad monetaria de un país en dependencia de la base de garantía. El término de divisa también se emplea para designar la moneda extranjera que participa en el sistema de pagos internacional.

Espacio muestral (S). El conjunto de todos los posibles resultados de un experimento.

Especulación.- Actuación consistente en asumir consistentemente un riesgo superior al corriente con la esperanza de obtener un beneficio superior al medio que se obtiene normalmente en una operación comercial o financiera.

Evento compuesto. Los eventos A, B, C, etc., son eventos compuestos si se componen de dos o más eventos simples.

Evento simple (E). Cada uno de los posibles resultados de un experimento y que no se puede descomponer. En el caso del lanzamiento del dado, cada uno de los posibles números en la cara del dado es un evento simple. Cuando los eventos se representan en un diagrama de Venn.

Evento. Es el resultado de un experimento. Cuando cada evento es seleccionado al azar, el experimento se denomina aleatorio o al azar.

Experimento. Cualquier acción cuyo resultado se registra como un dato.

Factor de ocupación.- Índice obtenido como porcentaje de los pasajeros-kilómetro y los asientos-kilómetro.

Fecha de liquidación.- Es el día hábil en que son exigibles las obligaciones derivadas de un contrato conforme a las condiciones generales de contratación.

Fecha de vencimiento.- Es el día hábil en que expira el plazo de un contrato conforme a las condiciones generales de contratación.

Hubs.- En la aviación comercial se entiende por “hub” a un aeropuerto grande del que salen y al que llegan vuelos de larga distancia que se realizan mediante aviones de gran capacidad. Estos aeropuertos grandes tienen también enlaces con ciudades más pequeñas, que son servidas con aviones de tamaño menor. Mediante este sistema las compañías aéreas pueden llenar sus aviones grandes en los trayectos de largo recorrido. En el caso ideal, los horarios de los vuelos de corto alcance están coordinados de tal manera con los vuelos de largo recorrido, que los pasajeros tienen que esperar únicamente el tiempo preciso para tomar el siguiente vuelo.

Incertidumbre.- La incertidumbre es el desconocimiento de un hecho futuro.

Industria aérea.- Medio de traslado de personas o bienes desde un lugar hasta otro por medio de aeronaves configuradas y debidamente autorizadas para tal efecto por las autoridades, el cual está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicados en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes.

Mercado de futuros.- Es aquel en el cual se transan contratos en los cuales las partes se comprometen a comprar o vender en el futuro un determinado bien, definiendo en el presente la cantidad, precio, y fecha de vencimiento de la operación.

Mercado de opciones.- Es aquel en el que se negocian los derechos de compraventa a un determinado precio de un valor específico cotizado una vez transcurrido un plazo y mediante el pago de una prima.

Origen-destino.- Es el tráfico de pasajeros en un vuelo determinado, subdividido por pares de ciudades y puede definirse como “el punto de embarque y el punto de desembarque del pasajero, cubiertos por un cupón de vuelo” (por ejemplo: La ruta México-Monterrey-Tijuana, en origen-destino sería; México-Monterrey, México-Tijuana y Monterrey-Tijuana).

Pasajeros transportados por regiones.- El concepto de pasajeros transportados por regiones, se refiere a la suma de los pasajeros embarcados en una región del extranjero que desembarcaron en el territorio mexicano y los pasajeros embarcados en el territorio mexicano que desembarcaron en la misma región del extranjero.

Pasajeros transportados.- Son los pasajeros transportados en origen-destino.

Pasajeros-kilometro.- Índice obtenido de la suma de los productos obtenidos al multiplicar el número de pasajeros transportados en cada tramo, por la distancia del tramo.

Posición corta.- Posición que mantiene un inversionista que se compromete a vender un bien subyacente, mediante un contrato futuro. Número de contratos de cada una de las series respecto de la cuales el cliente actúa como vendedor.

Posición larga.- Posición que mantiene el comprador de un futuro. Número de contratos de cada una de las series, respecto de los cuales el cliente actúa como comprador.

Precios de ejercicio.- En el mercado de opciones, es el precio al que se podrá ejercer el derecho sobre el subyacente en la fecha de vencimiento.

Precio Futuro.- Precio por unidad de activo subyacente acordado en un contrato de futuro en la fecha de celebración.

Principio de multiplicación: Si un experimento puede describirse como una secuencia de k pasos y en cada paso hay n_1 resultados en el primer paso, n_2 resultados en el segundo paso, n_3 resultados en el tercer paso, y así sucesivamente.

Prima.- El sobreprecio que se debe pagar para compensar el riesgo de invertir en un activo.

Prima de riesgo.- Porción adicional del rendimiento esperado que puede al incremento del riesgo de una inversión; diferencia entre el rendimiento esperado de la inversión en un activo riesgoso y el esperado al invertir en un activo menos riesgoso.

Producto derivado.- Instrumento financiero, cuya principal característica es que su valor está vinculado a un valor subyacente. Los principales productos derivados son los futuros, las opciones, los warrants, las opciones sobre futuros y los swaps.

Proceso estocástico.- Es una sucesión de variables aleatorias indexadas por una variable continua o discreta en el tiempo. Cada una de las variables aleatorias del proceso tiene su propia función de distribución de probabilidad y, entre ellas, pueden estar correlacionadas o no. Cada variable o conjunto de variables sometidas a influencias o impactos aleatorios constituyen un proceso estocástico.

Rendimiento.- Es el porcentaje ganado o perdido de una inversión.

Riesgo.- Es la posibilidad de movimientos adversos en el precio del activo.

Riesgo de mercado.- La posibilidad de que los precios globales de las acciones o de los bonos declinen por períodos cortos o extendidos. Los mercados de acciones y bonos tienden a moverse en ciclos, con períodos de alza de precios y de períodos de caída.

Riesgo de tipo de cambio.- Riesgo provocado por las fluctuaciones entre las paridades de las monedas.

Servicio de fletamento.- Es el servicio aéreo que no está sujeto a itinerarios, frecuencias de vuelos y horarios.

Servicio doméstico.- Comprende todas las operaciones realizadas entre puntos del territorio mexicano.

Servicio internacional.- Comprende todas las operaciones realizadas entre un punto del territorio mexicano y uno del extranjero.

Servicio regular.- Es el servicio aéreo que está sujeto a itinerarios, frecuencias de vuelos y horarios.

Tarifa.- Constituye la configuración del precio que paga el usuario por el servicio de transporte de pasajeros y las mercancías o equipaje por vía aérea y en aeronave desde un aeropuerto de origen hasta otro distinto de destino.

Tasa de interés.- Es el costo por el uso del dinero, es el que paga un instrumento de deuda.

Técnicas de conteo. El análisis de los problemas de probabilidad se facilita a través de métodos sistemáticos de conteo de los grupos y arreglos de los datos.

Troncal.- Son consideradas aerolíneas troncales, a aquellas que por su estructura operacional y su volumen de transportación de pasajeros, representan una base de referencia en la industria aeronáutica de un país. El caso para México son Aeromexico y Mexicana de Aviación.

Turbosina.- Gasolina para aviones jet, también conocida como Jet-A.

Volatilidad.- Correlación entre las variaciones de las cotizaciones de un valor y las del índice general del mercado bursátil.

III. Lista de abreviaturas

ABC.-	Aerolíneas de bajo costo.
AICM.-	Aeropuerto internacional de la ciudad de México.
ASA.-	Aeropuertos y Servicios Auxiliares.
ASK.-	Asientos-kilómetros disponibles.
CBOE.-	The Chicago Board Options Exchange.
CBOT.-	Chicago Board of Trade.
CETES.-	Certificados de tesorería de la federación.
CF.-	Costos fijos correspondientes a un periodo determinado.
Cu.-	Costo unitario de operación.
CVu.-	Costos variables por unidad.
FOE.-	Factor de ocupación de equilibrio.
GMA.-	Grupo Mexicana de Aviación.
MEXDER.-	Mercado mexicano de derivados.
RPKE.-	Pasajeros-kilometro generados para obtener el punto de equilibrio.
TCMA.-	Tasa de crecimiento media anual.
XA.-	Marca de nacionalidad mexicana para aeronaves de servicio público (comerciales).
XB.-	Marca de nacionalidad mexicana para aeronaves de servicio privado.
XC.-	Marca de nacionalidad mexicana para aeronaves de servicio del estado (oficiales).
SV.-	Volatilidad estocástica, por sus siglas en ingles Sthocastic Volatility
Var.-	Varianza.

IV. Resumen

En la presente investigación se reporta el análisis de la estructura de costos de la industria aeronáutica y los problemas de competencia en un entorno global, se muestra que la crisis económica provocó un aumento en la incertidumbre del precio de los combustibles insumo fundamental para la industria lo que produjo una contracción del mercado de servicios aéreos como consecuencia del clima de inseguridad y el aumento en las tarifas aéreas. Como consecuencia se presentó una feroz competencia para reposicionar los nichos de mercado, sobreviviendo las empresas más solidas desde el punto de vista financiero, otras, recurrieron a los procesos de fusión, o desaparecieron.

El objetivo principal de este estudio ha sido crear estrategias financieras para reducir el riesgo de variación del costo del combustible y el efecto en el tipo de cambio.

Para ello se aplicaron los principios de la teoría financiera moderna con el fin de determinar las coberturas necesarias y reducir el efecto de la fluctuación y la variación del costo de combustible.

A partir de un caso real de la aerolínea grupo Mexicana de Aviación, se analizaron y corroboraron las estrategias de cobertura con información real del periodo 2004-2009, en que se aplica la teoría de Black y Scholes, la extensión del modelo de Robert Merton para desarrollar estrategia de cobertura Delta en forma dinámica y reducir al mínimo la exposición al riesgo tipo de cambio y la variación del precio del combustible.

Teniendo en cuenta los datos seleccionados se presenta la metodología y los resultados del ajuste de los parámetros de los modelos seleccionados y por medio de un análisis retrospectivo mediante los datos del periodo de estudio se establecen en forma empírica las expectativas de beneficios que la estrategia propuesta debe proporcionar a la empresa de contar con ellas.

V. Abstract

In the present study reported the analysis of the cost structure of the aviation industry and the competition in a global environment, we show that the economic crisis caused an increase in the uncertainty of fuel prices for industry input is essential that was a contraction of the air services market as a result of insecurity and the increase in air fares. As a result there was a fierce competition for market repositioning niche, surviving the most solid companies from the financial point of view, others resorted to the fusion process, or disappeared.

The main objective of this study was to create financial strategies to reduce the risk of fuel cost variation and the effect on the exchange rate.

This has applied the principles of modern financial theory to determine the necessary coverage and reduce the impact of the fluctuations and changes in fuel costs.

Based on a real case of the Mexicana de Aviacion airline group, were analyzed and corroborated hedging strategies with real information for the period 2004-2009, it applies the Black-Scholes theory, the extension of Robert Merton model for Delta hedging strategy to develop dynamically and minimize the exposure to exchange rate and fuel price variation.

Given the selected data is presented the methodology and results of the adjustment of model parameters selected by a retrospective analysis using data of the study period in empirically establishing the expectations of benefits that the proposed strategy should provide the company to have them.

VI. Introducción

El mercado aeronáutico mexicano inmerso en un mundo global se encuentra en un proceso de cambio constante. Por su parte, el efecto de la globalización se hace patente al observar la fusión de grandes compañías y la unión de esfuerzos y recursos económicos para garantizar mayor rentabilidad de la industria al reducir costos. A su vez, los constantes cambios en el mercado aeronáutico requieren de innovación en las empresas y capacidad de adaptarse, cabe señalar la dificultad que presentan la rigidez de las empresas debido a falta de estrategias acordes a los cambios y son excluidos del mercado.

Bajo este esquema, las correctas estrategias de negocios deben fortalecerse con modelos que incorporen rápidamente la información disponible de forma tal que cada decisión financiera que se toma en una empresa involucra un costo de oportunidad. Destinar recursos para una opción implica reducir los recursos de otra. Inclusive, si se toma una decisión sobre no llevar a cabo un proyecto, existen costos asociados a su cancelación, razón que obliga a relacionar el riesgo de cada decisión.

En la aviación, el insumo más caro es el combustible, por lo que la cobertura de la variación del tipo de cambio y el riesgo precio de combustible en la industria aérea es sustantivo, para el Grupo Mexicana de Aviación ha considerado un elemento trascendental para realizar una adecuada reestructuración del Grupo, que aumente la creación de valor al utilizar las herramientas financieras para reducir el riesgo en la variación del tipo de cambio y el precio del combustible que son dos elementos que determinan su potencial financiero.

La importancia del tema radica que para la industria de la aviación el 63% del costo de operación corresponde al costo del combustible y más del 10% lo representa el costo de mantenimiento que incluye las refacciones de las unidades que se cotizan en moneda extranjera, lo que implica que el gasto operativo es afectado por el tipo de

cambio. Por tanto, el riesgo de la variación del costo de operación incluye el riesgo de variación del costo del combustible y el riesgo de variación del tipo de cambio.

En un entorno económico de gran incertidumbre, la industria de la aviación ha sido afectada de forma significativa, el resultado es que muchas empresas aéreas han desaparecido, el resto de la industria lucha por sobrevivir y mantener su posición en el mercado. El objetivo de la investigación es diseñar estrategias financieras para reducir los riesgos asociados a la variación de los precios de combustibles y el efecto del tipo cambiario permitiendo facilitar la competencia y posicionamiento de grupo Mexicana de Aviación, la empresa más antigua en el país.

Esta investigación propone comprobar la hipótesis que, sí a partir de un análisis adecuado se desarrolla una estrategia para la cobertura del riesgo de variación del precio de los combustibles y el tipo de cambio utilizados y se mitiga el efecto del riesgo de Grupo Mexicana de Aviación, entonces será posible la planeación de los costos operativos y diseñar estrategias para competir por precios y retomar el liderazgo en el mercado de vuelos nacionales e internacionales con adecuadas expectativas de rentabilidad y un menor riesgo.

Este estudio parte del hecho que utilizando la teoría de cobertura de riesgos en combustibles y tipo de cambio, se puede implementar una estrategia de cobertura de acuerdo a los requerimientos del Grupo.

La aplicación moderna de la economía financiera, ha mostrado un interés en la evaluación de los riesgos asociados a los mercados que interactúan en el mundo real. En los últimos años se ha encontrado que los grandes movimientos financieros de la economía, han impactando en forma directa a todas las empresas; el fenómeno de la variación de los precios en los energéticos y sus derivados, como son los combustibles, muestra una dinámica más activa, lo que se refleja en incrementos substanciales al riesgo de variación de precios, esto puede estar asociada a los diferenciales de tipo de cambio que a su vez representa el riesgo cambiario.

Todo este esquema de investigación se encuentra sustentado en el marco teórico de las finanzas modernas y los derivados, se analiza la alternativa de utilizar una opción financiera para la cobertura en los costos de los insumos de combustible y de tipo de cambio. A través de esto pueden hacerse tantas modificaciones a los modelos como la teoría lo permite, y evaluarse alternativas de inversión como opción para protección anticipada y opción de aprovechamiento de las ventajas obtenidas para determinar el tiempo y forma de llevar a cabo la inversión, o, la cancelación en las estrategias de negocio o línea de negocios como una opción de rediseñar el modelo financiero aplicado y reducir costos o gastos inherentes a las opciones reales determinadas.

Utilizando los elementos teóricos financieros como es la teoría del Modelo de Black y Scholes y Merton con enfoque probabilista para valorar la cobertura del riesgo tipo de cambio y de productos físicos, para cubrir el riesgo ante potenciales movimientos en un mercado de gran volatilidad.

El trabajo se presenta estructurado en tres capítulos a los que antecede una introducción que presenta la justificación y relevancia del tema, el objetivo y la hipótesis. En el capítulo I se analiza las condiciones del entorno económico que afectan a la empresa Compañía Mexicana de Aviación como parte de la industria aeronáutica, se identifican los factores de riesgo asociados al mercado para la adquisición de los insumos para su funcionamiento; el capítulo II presenta el desarrollo del marco teórico que sustenta la investigación y se analizan sus particularidades; en el capítulo III se presenta la aplicación de la teoría financiera para la determinación de las estrategias de cobertura y reducir el efecto de la volatilidad de tipo de cambio y la variación del precio de los combustibles, para crear certidumbre en el costo de producción y aumentar las oportunidades de competencia.

Por último, se presenta un apartado donde se resumen las conclusiones de la investigación y se realizan sugerencias para trabajos futuros.

Capítulo I. Marco conceptual económica de la aviación y la participación de grupo Mexicana de Aviación.

1.1. Participación de Grupo Mexicana de Aviación.

El origen de Mexicana de Aviación data de 1921 cuando fue creada como una aerolínea de transporte de correos y pasajeros, sus fundadores fueron Lody A. Winship, Elmer Hammond, Harry Lawson y Mario Bulnes, y el primer avión fue un Lincoln Estándar, que recorrió la ruta de Ciudad de México a Tampico. Tiempo después el mismo Charles Lindbergh estuvo muy presente en la compañía efectuando vuelos de esta y participando en la estructuración de la misma. Formó parte del consorcio de Pan American Airways en 1940 y actualmente pertenece al Grupo Posadas desde diciembre de 2005.

La aerolínea se considera pionera en la aeronáutica nacional, se reconoce por su servicio, puntualidad, confiabilidad, calidad de servicio, seguridad y tiene la mayor cobertura de destinos nacionales e internacionales, se considera la cuarta aerolínea más antigua del mundo después de KLM, Avianca y Quantas, y como la segunda aerolínea más antigua del América Latina, después de Avianca, tiene la fortaleza de sus 88 años de existencias.

En el último año, Grupo Mexicana de Aviación (GMA) buscó reforzar su marca haciendo de ella un reflejo de lo que quieren mostrar al cliente rediseñando sus imagen tradicional emblemática y característico como su emblema.

GMA cuenta con diversos productos y servicios dentro del ramo aeronáutico de transporte de pasajeros, carga, programa de lealtad, mantenimiento y servicio de aeronaves, administración de personal, que la hacen una empresa vanguardista en su ramo e innovadora en su misión de negocio.

La flota con la que actualmente cuenta Grupo Mexicana de Aviación, se considera como de última generación, con características en rendimiento y funcionalidad únicos que la posicionan dentro de las más importantes aerolíneas con tecnología

responsable y atractiva para el pasajero y para sus costos, aspecto necesario dentro del entorno mundial.

Al cierre de junio de 2009, GMA cuenta con 100 aeronaves, 6 de ellas de largo alcance con la cual se realizan vuelos hacia Sudamérica como son Argentina y Brasil, trasatlánticos, como son España e Inglaterra; también cuenta 58 equipos de mediano alcance los cuales tienen el objetivo principal de cubrir rutas largas dentro de la república mexicana, Estados Unidos, Canada y Centro América; también tiene 28 equipos de última generación para vuelos de corto alcance y 8 de carácter ejecutivo con el cual cubre destinos principalmente nacional buscando cubrir y alimentar las aerolíneas bandera que cubren un mayor volumen de pasajeros pero que por las características de los aviones destinados, no se cumpliría con el objetivo de ser eficientes por la capacidad; a continuación se muestra el cuadró 1.1., el cual agrupa por compañía el total de los aviones con los que cuenta el grupo.

Cuadro 1.1. Datos operativos: de la flota

Grupo Mexicana	
Mexicana	64
MexicanaClick	28
MexicanaLink	8
Total	100

Mexicana	
A318	10
A319	21
A320	27
A330	2
B767-200	2
B767-300	2
Total	64

MexicanaClick	
B717	4
F100	24
Total	28

MexicanaLink	
CRJ-200LR	8
Total	8

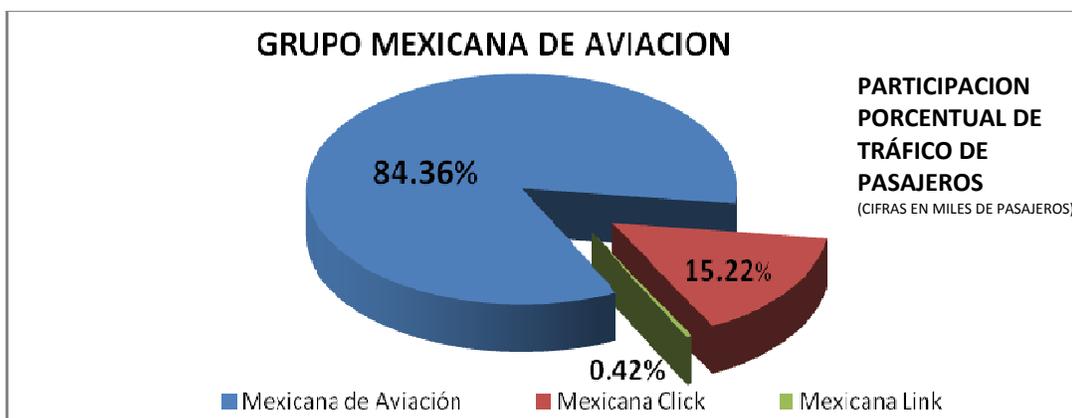
Fuente: Grupo Mexicana de Aviación

A partir del modelo de negocios que grupo Mexicana de Aviación tiene implementado, e instrumentando a partir de una estrategia que busca segmentar los

mercados de acuerdo a su oferta, Mexicana tiene especial interés en competir en el mercado extranjero y de playas, con Mexicana Click busca un enfoque regional-turístico, y Mexicana Link cumple el objetivo de ser una aerolínea alimentadora de la aerolínea troncal y regional.

En la gráfica 1.1 y 1.2 se muestra la participación de transporte de pasajeros que grupo Mexicana de Aviación ha tenido en el mercado domestico e internacional para el periodo del 2004 al 2009.

Gráfica 1.1. Participación porcentual de tráfico de pasajeros



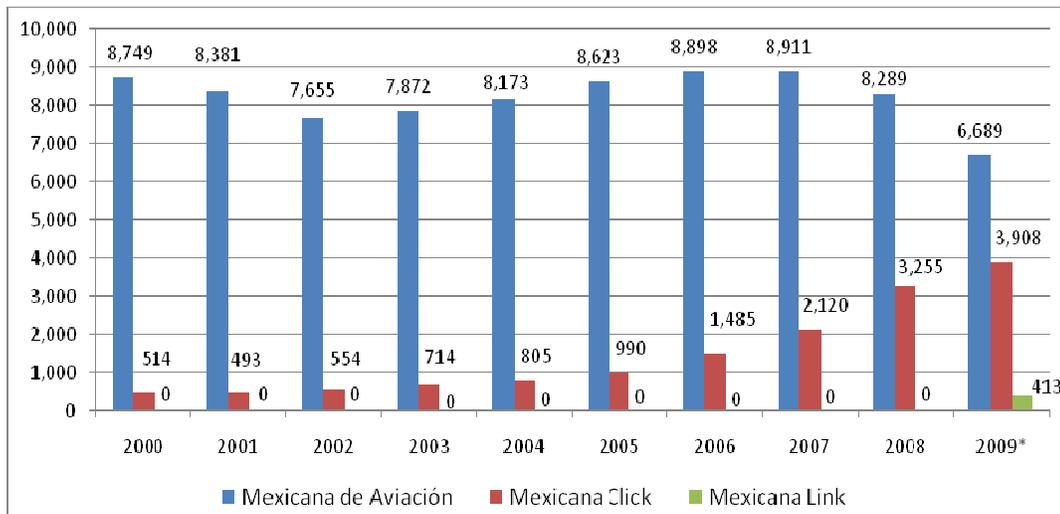
FUENTE: Grupo Mexicana de Aviación

Como se muestra en la gráfica 1.1, el mayor volumen de transporte de pasajeros le corresponde a la aerolínea principal Mexicana de Aviación con el 80% de la participación del grupo dentro del mercado aeronáutico, este nivel forma parte de la participación tanto interna como la correspondiente al mercado extranjero, principalmente al de Estados Unidos, seguido de Canadá, Sudamérica, Centroamérica, y recientemente al mercado europeo con la incorporación de rutas hacia España y Reino Unido.

El porcentaje correspondiente a Mexicana Link, a pesar de ser niveles poco significativos representan para el grupo factores importantes derivado de la reciente

incorporación al grupo, lo que significa un nuevo esquema de agrupación del mercado doméstico y sobre todo del sector que este cubre.

Gráfica 1.2 Pasajeros transportados para Grupo Mexicana de Aviación 2000-2009 (cifras en miles).



FUENTE: Grupo Mexicana de Aviación.

Para realizar un factor de ocupación que permitan observar ganancias acorde a las necesidades del negocio, es necesario implementar una estrategia de negocios donde se optimicen los lugares ofrecidos y obtener la mejor relación valor-ingreso por lugar ofrecido es función primordial, el cual está basado en la demanda del mercado.

El esquema económico financiero que busca la aerolínea, es la distribución de precios y la maximización de los ingresos que resulta de la correcta determinación y asignación de recursos que genere valor para la empresa, mediante la administración de los asientos como inventarios de vuelo en función de la demanda, el ajuste de precio.

Dentro de la administración de los asientos, no solo se contempla los asientos del día, sino todas las operaciones que están programadas en el sistema de reservaciones para un periodo de 13 meses o 336 días en el futuro, que representan una oferta de $39,600 \times 336 = 13,305,600$ asientos.

El papel que debe desempeñar Mexicana de Aviación, es de competencia en el mercado aeronáutico, en este tema se puede establecer que será de su importancia el

incrementar la capacidad de la compañía para participar del mercado para obtener la más alta rentabilidad en relación a sus competidores. La competitividad dependerá de la relación entre el valor y la calidad del servicio ofrecido, y el costo de los insumos necesarios para obtenerlo que corresponden a su productividad, en comparación a los otros oferentes del mercado. Esto también implica la capacidad que tendrá la compañía para afrontar los constantes cambios en los precios de los insumos primarios, que varían de acuerdo a las rutas y destinos ofrecidos y su demanda. Será competitiva cuando tenga la capacidad de ofrecer sus servicios a un precio que le permite cubrir los costos de producción y obtener un rendimiento sobre el capital invertido. Si la empresa puede ofrecer su servicio y obtener una rentabilidad, se puede decir que es **competitiva en otros factores**. La competitividad en precios es importante en mercados de bienes y servicios estandarizados, mientras que la competitividad en otros factores es importante en mercados de bienes y servicios que pueden ser diferenciados por aspectos como la calidad mismo que es asunto de competencia para la industria aeronáutica por los tantos aspectos que buscan el cliente al contratar un servicio considerado como costoso.

Las empresas aéreas se ven confrontada con mayores requerimientos resultando distintas tendencias; se distinguen, entre ellas:

- La globalización de la competencia en cada vez más mercados de servicios; cada día es más fácil que una empresa acceda a mercados que hasta hace pocos años tenían vetado el acceso a empresas de extranjeros, mucho se debe a la necesidad de empresas aeronáuticas por competir en otros mercados fuera de su localidad.
- La proliferación de competidores debido a los procesos de globalización y al buen resultado del ajuste estructural y la orientación a nuevos servicios enfocados al cliente; al desaparecer antiguos monopolios quedan en algunos nichos suficiente mercado para muchas empresas.
- La diferenciación de la demanda; que, además, exige cada vez mejores beneficios al viajar y estos beneficios específicos según sus necesidades;

además, la calidad alcanzada para el servicio en la industria aeronáutica nunca se puede reducir, la demanda sólo tolera su aumento.

- La implementación de innovaciones radicales: nuevas técnicas (aeronaves más eficientes con menores costos de mantenimiento y mayor rendimiento en consumo de combustible, ingeniería aeronáutica, nuevos materiales y nuevos conceptos organizativos), y avances radicales en sistemas tecnológicos que obligan a redefinir las fronteras entre las diferentes disciplinas.

Debido a estos cinco factores, se requiere mantener la competitividad de la organización que se convierte en la labor primordial para el empresario actual.

1.2.- Estrategias para la conformación de un mercado competitivo.

Hablando de un mercado competitivo y global, la industria aérea no ha sido la excepción en la adopción de esta tendencia global, la consolidación ha sido el primer paso en el ordenamiento de los mercados domésticos. De forma tal que, en Estados Unidos se han visto las fusiones de USAirways con América West, la integración de Delta con Northwest continúa en marcha, con lo que la suma de sus cifras de negocio ascendería a 35,000 millones de dólares.

Tal vez una de las primeras fusiones de largo alcance fue la ocurrida en Japón a principios de esta década, con la integración de dos de sus tres gigantes: Japan Airlines (JAL) y Japan Air System (JAS); y la de Air India e Indian Airlines que formaron una nueva entidad denominada National Aviation Company of India Ltd (Hindustan Times). En Europa el tema ha sido una constante, y ya en 2005 se vio la consolidación de la Lufthansa/Swiss. Hasta ahora se ha visto que las grandes compañías internacionales pueden trabajar adecuadamente aún en ambientes complicados.

La fusión de compañías complementarias, permite reducir los costos y aumentar los ingresos, es decir, generar importantes sinergias, gracias a:

- La optimización de las redes, que se apoyan en dos potentes terminales de embarque (hubs)¹.
- Un óptimo despliegue de las actividades pasaje y transporte de carga.
- Una oferta más amplia en las actividades de mantenimiento.
- Ahorros de costos de aprovisionamiento, de distribución comercial y de informática.

Las sinergias generadas, contribuirán considerablemente a los excelentes beneficios operativos y mejoraran aún más los resultados financieros del grupo.

Ventaja visible hacia los clientes:

- Una amplia red con numerosos vuelos y la posibilidad de combinar tarifas.
- Una oferta de vuelos coordinados que permite multiplicar las posibilidades de viaje.
- Un programa común de fidelidad.

Las uniones suponen generar más eficiencia, ahorro de costos y mayores ingresos; y en casos donde las empresas manejan activos, la fusión puede elevar el valor bursátil.

Para que esta sinergia llegue a generar beneficios financieros que permitan proyectar utilidades a futuro, es importante tener en consideración el volumen de la oferta disponible por aerolínea, buscando homologar criterios acordes a la adecuación que esta unión supondrá y la cual estará en beneficio de la empresa, el servicio y el pasajero. Un primer paso es dimensionar la cantidad de oferta disponible actualmente existe en el mercado y las preferencias que están en función a la red de rutas que cada empresa dispuesta a fusionar tiene implementada.

A continuación se presentan las tablas 1.1, 1.2 y la gráfica 1.3 que muestran el total de pasajeros transportados por las empresas nacionales de operaciones regular y la

¹ Hubs. Al referir con esto, se busca aprovechar las ventajas operacionales que cada aerolínea tiene buscando reducir tiempos de conexión entre vuelos, haciendo más atractiva la oferta, o, acortando distancias y mejorando la conectividad entre rutas de ambas aerolíneas para ser más óptimos y competitivos en el mercado.

participación porcentual que tiene dentro del mercado nacional y extranjero con respecto a las aerolíneas nacionales mexicana.

Tabla 1.1. Total de pasajeros transportados en servicio domestico e internacional operación regular y de fletamento (miles de pasajeros).

LINEAS AEREAS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TCMA
NACIONALES	25,760	25,048	24,051	24,846	26,404	27,830	29,807	35,272	36,054	5.2%
EXTRANJERAS	13,652	13,234	13,205	14,430	17,119	18,280	18,918	20,090	20,122	7.8%
TOTAL	39,412	38,282	37,256	39,276	43,523	46,110	48,725	55,362	56,176	6.0%

Fuente: Secretaria de Comunicaciones y transporte, Dirección general de Aeronáutica Civil con información de las aerolíneas.

Tabla 1.2. Total de pasajeros transportados y participación porcentual.

LINEAS AEREAS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
NACIONALES	65.40%	65.40%	64.60%	63.30%	60.70%	60.40%	61.20%	63.70%	64.20%
EXTRANJERAS	34.60%	34.60%	35.40%	36.70%	39.30%	39.60%	38.80%	36.30%	35.80%
TOTAL	100%								

Fuente: Secretaria de Comunicaciones y transporte, Dirección general de Aeronáutica Civil con información de las aerolíneas.

Gráfica 1.3. Total de pasajeros transportados en servicio domestico e internacional en operación regular y de fletamento.



Fuente: Secretaria de Comunicaciones y transporte, Dirección general de Aeronáutica Civil con información de las aerolíneas.

Como lo indica la tabla 1.1, 1.2, y lo demuestra la gráfica 1.3, el mayor volumen de transporte de pasajeros para operaciones regulares se registra para el servicio

internacional con un 7.8% de TCMA², esto se debe a varios factores, entre los cuales está la necesidad de trasladar pasajeros de sus países de origen a los países de América del Norte (Estados Unidos de Norte América, Alaska y Canadá), Centro América (Guatemala, Salvador, Costa Rica, etc.), Caribe (La Habana, Puerto Rico, Santo Domingo, etc.) y Sudamérica (Perú, Chile, Argentina, Brasil, etc.), y pasajeros desde otras partes del resto del mundo, como España, Francia, Inglaterra, Alemania, Corea de Sur, Japón, China, Australia entre otros países. Este factor es muy importante para la industria aérea nacional, debido a que es geográficamente y económicamente la república mexicana tiene una posición privilegiada y primordial aprovechando el espacio geográfico el cual es punto estratégico de gran importancia dentro del continente americano.

Tabla 1.3. Total de pasajeros transportados por empresas nacionales en servicio domestico e internacional en operación regular y de fletamento (miles).

LÍNEAS AÉREAS	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
TRONCALES	22,026	21,400	20,427	21,160	23,294	24,416	25,396	29,096	28,012
⁴ ABC Aerolíneas (Interjet)						39	1,253	1,936	3,022
⁸ Aerocalifornia ^a	1,698	1,743	1,679	1,518	1,996	2,056	608	1,338	549
⁶ Aeroenlaces (Viva Aerobus)							67	1,216	1,397
⁷ Aerolíneas Mesoamericanas (Alma) ^b							208	883	865
² Aerovías de México (Aeromexico)	9,948	9,404	8,795	8,574	8,970	8,857	8,560	8,183	7,266
⁵ Aviacsa	1,460	1,621	1,816	2,465	3,243	3,598	3,292	3,345	2,720
⁹ Avolar ^c						22	428	951	494
Líneas Aéreas Azteca		89	337	611	740	978	1,124	114	
¹ Mexicana de Aviación	8,920	8,543	7,800	7,992	8,345	8,866	8,960	8,953	8,327
³ Vuela (Volaris)							896	2,177	3,372
REGIONALES	2,387	2,706	2,751	2,932	3,088	3,334	4,249	5,788	7,609
Aero Cuahonte	34	26	11	5	2				
Aerocozumel	114	82	55	19					
Aeroejecutivo	18								
Aerolíneas Internacionales	400	401	450	255					
² Aerolitoral (AeroMexico Connect)	797	852	830	851	1,012	949	1,284	2,430	3,232
⁴ Aeromar	501	429	440	602	559	587	653	518	461
¹ Aerovías Caribe (Click)	522	522	580	719	845	1,059	1,485	2,126	3,260
³ Grupo Aéreo Monterrey (MagniCharters)		394	384	481	670	739	827	714	656
Omni Flays			1						
TOTAL	24,413	24,106	23,178	24,092	26,382	27,750	29,645	34,884	35,621

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y transporte, Dirección general de Aeronáutica Civil con información de las aerolíneas.

² Tasa de Crecimiento media Anual.

Aunque es muy importante el mercado doméstico en la aviación nacional, la cual representa solo el 5% de pasajeros nacionales transportados con respecto al total de la población, su crecimiento ha sido moderado principalmente por considerarse como oneroso, aún no representa una opción adecuada o accesible para el total de la población del territorio mexicano.

Dentro del entorno aéreo a nivel mundial se vislumbra un panorama abierto a la integración. La creciente alza del precio del petróleo y el descenso de la demanda de viajeros podrían además acelerar los procesos de fusión en el sector aéreo, entre las aerolíneas para buscar socios y reducir costos.

Fusionar dos aerolíneas es una tarea difícil. Toma cuando menos un par de años en concretarse y en algunos casos casi el doble, existe probablemente cierto nivel de trastorno a los pasajeros, pero vale la pena, porque la consolidación es buena para los consumidores al ofrecerles aerolíneas más sanas.

En general, la realidad indica que cerca de la mitad de los intentos por realizar alianzas fracasan, el problema radica en que muchas veces las empresas ven en las alianzas la panacea a todos sus problemas y no analizan si existen otras alternativas más apropiadas.

Iniciar una fusión es algo —sin duda— muy serio, que puede llevar a la empresa a mejorar su desempeño y a crear valor o la puede hundir en problemas más graves de los que quería solucionar. Es vital tener claro que una alianza estratégica es exitosa en la medida que los aliados agreguen valor, para los clientes y para los respectivos accionistas; además, aliarse con una gran marca no garantiza el éxito, los productos o servicios que se ofrecen deben ser atractivos y si no lo son, una marca no lo compensa.

La incorporación de Grupo mexicana que preside Gastón Azcárraga a la alianza global de aviación oneworld, que apareció en el mercado en 1999, ésta conformada

por 10 aerolíneas, más otras 20 afiliadas, busca posicionar a GMA³ quizá para el primer semestre del 2009, y expandir su red de rutas e incorporar nuevos servicios a sus pasajeros. En oneworld, además de Iberia, American y Qantas, están British Airways que preside Willie Walsh, Cathay Pacific a cargo de Tony Tyler, Finnair de Jukka Hienonen, Japan Airlines que comanda Haruka Nishimatsu, LAN de Enrique Cueto, Malév de Peter Leonov y Royal Jordanian que lleva Samar Majali.

Con la incorporación de mexicana, el número de destinos de oneworld pasará a 694 en 134 países con 9, 366 vuelos por día, 2, 371 aviones, 333 millones de pasajeros transportados por año e ingresos por 97, 600 millones de dólares.

El año de 2008, mexicana transportó 10 millones de pasajeros vía una flota de 62 aviones: 30 A320, 20 A319, 10 A318 y 2 Boeing 767 que realizan 300 operaciones diarias en promedio. Su subsidiaria Click manejó 2.2 millones de pasajeros con su flota de 10 Focker 100 capaces de efectuar 115 operaciones diarias en promedio y la nueva línea aérea alimentadora Mexicana Link, que busca fortalecer su presencia en el territorio nacional con la intención de ofrecer una diversidad de rutas acorde a las necesidades de los pasajeros y conformar una red de rutas que optimicen el uso de su flota y el traslado de sus pasajeros de forma eficaz y atractiva.

Entre las tres empresas tienen una nómina de 8, 425 trabajadores. La crisis de las aerolíneas por los altos precios de los combustibles, provocó que la compañía suspenda rutas desde el extranjero hacia México y ofrezcan el servicio a través de vuelos en conexión o con escalas, buscando las opciones de Hub por medio de alianzas estrategias como apalancamiento derivada de la gran crisis y incrementar la oferta de opciones en el mercado internacional, particularmente Canadá y Estados Unidos hacia México. A pesar de sus grandes esfuerzos, la afluencia ha disminuido alrededor de 10% en el segmento de migrantes y las pequeñas ciudades de México, son las más afectadas.

³ Grupo Mexicana de Aviación.

El costo de la turbosina para Mexicana de Aviación representa el 60 por ciento de los costos de operación, mientras que la TUA⁴ varía desde 17 a 47 por ciento de lo que se cobra al usuario. Una de las opciones viables para el mejoramiento de la eficiencia sería que en el momento en que se rebase el tope de los precios de la turbosina, debería ser financiada a través de la banca de desarrollo y liquidarla en cuatro o cinco años de plazo, con intereses, este tipo de alternativas son cuestiones necesarias para todo el mercado y que compete tomar acciones a las secretarías de Comunicaciones y Transporte y a la secretaría de Hacienda.

Otra propuesta que beneficiará a las aerolíneas es la modificación de la fórmula para el cálculo de la turbosina, así como permisos para exportar diesel de manera lucrativa, o apoyos para buscar coberturas para estos insumos en mercados extranjeros.

Los altos precios de la turbosina que enfrentan las aerolíneas mexicanas y extranjeras provocaron reducción de operaciones, rutas y frecuencias por parte de empresas como Mexicana, Avolar, Aeroméxico, Alma, Aviaca, Aeroméxico Connect y Volaris.

Cifras del Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP) revelan que las aerolíneas de bajo costo que representan 45 por ciento del total de pasajeros transportados en sus 12 terminales aéreas; cancelaron el 20% de sus frecuencias semanales en el cuarto mes del 2008.

Información del Grupo Aeroportuario del Centro Norte (OMA), revela que Avolar dejó de operar por completo rutas como Culiacán, Durango y Zacatecas, mientras Aerolíneas Mesoamericanas cancelaron sus vuelos a Zihuatanejo.

El reciente incremento en los precios de la turbosina durante el 2008 ha provocado una reducción en el estimado de crecimiento en el tráfico de pasajeros para grupo Mexicana de Aviación, como consecuencia del aumento en los costos de los boletos

⁴ La TUA o Tarifa Uso de Aeropuerto, es un costo trasladable al pasajero el cual forma parte de las opciones que se ofrecen al pasajero ya que este es determinado por las autoridades administradoras de aeropuertos quienes establecen sus propias políticas y niveles de precios de acuerdo a medidas que las aerolíneas no determinan o participan.

de avión, la reducción en la frecuencia de vuelos de varias aerolíneas e incluso la cancelación de rutas, así como por la detención de nuevos pedidos de aviones. Además, el complicado entorno económico y la actual crisis en Estados Unidos dificultan las expectativas del sector de la aviación.

Unas de las alternativas y parte de la estrategia de negocio de las Aerolíneas de Bajo Costo (ABC) es la introducción de sus operaciones en el Aeropuerto Internacional de Toluca, aeropuertos que por su baja demanda de vuelos ofrece costos de servicios por debajo de aquellos aeropuertos de alta demanda como es el Aeropuerto Internacional Benito Juárez, en la Ciudad de México, el cual es administrado por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), y que alberga las más importantes aerolínea de esta categoría, iniciando con Volaris, Internet, Avolar y Aerolíneas Mesoamericanas (ALMA), donde compiten diariamente y todas ellas buscan atraer clientes que han sido atendidos por Volaris e Interjet. Sin embargo, el hecho de que las aerolíneas comiencen a enfocarse en aeropuertos de mayor flujo provocará exceso de oferta de asientos.

Según la Asociación Internacional de Transporte Aéreo, el impacto que tendrá el precio de la turbosina para la industria aérea será de más de 67 mil millones de dólares.

1.3. La composición de tarifas del servicio aéreo.

Para entender cómo se determinan las tarifas del servicio aéreo tanto nacional e internacional, es importante mencionar la estructura básica con la cual una aerolínea necesita delimitar y definir su operación tal que la conformación sea óptima para ser competitivo y ofrecer un precio justo acorde a las necesidades de obtener utilidades marginales y calidad en el servicio, la determinación es función de la comercialización del transporte aéreo y existen tres canales de comercialización:

- Por venta directa: El cliente se dirige directamente a la compañía aérea para contratar el transporte.
- Por venta interlínea: es la realización de un transporte completo por medio de dos o más compañías aéreas.
- Por venta a través de agencia: La venta a través de agencia está muy extendida. Ya que son compañías especializadas que ofrecen diversos servicios complementarios a sus clientes, como el seguro, el embalaje, etc.

Dentro de la comercialización, la empresa necesita determinar su interés de mercado en tres niveles de transportación:

- 1.- Transporte aéreo internacional. Todo aquel vuelo efectuado fuera del territorio donde radica la aerolínea transportadora.
- 2.- Transporte aéreo nacional. Vuelos efectuados entre los principales aeropuertos del país.
- 3.- Transporte aéreo nacional de ejes secundarios. Vuelos efectuados entre los principales aeropuertos de tráfico inferior.

Se debe destacar que todas las aerolíneas que buscan comercializar sus servicios tanto a nivel domestico como a nivel internacional, deben estar asociadas dentro de organizaciones encargadas de regular, normatizar y organizar las actividades de las aerolíneas reconocidas por las entidades de cada país. De entre las más reconocidas a nivel mundial y nacional se encuentran las siguientes:

- OACI (Organización de la Aviación Civil Internacional): Agencia especializada en la generación directa o indirecta de normas provenientes del ámbito internacional.
- IATA (Asociación Internacional del Transporte Aéreo): Agrupa a más de 130 compañías de líneas regular en todo el mundo.
- DGAC (Dirección General de Aeronáutica Civil): Organismo descentralizado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Encargado de la

administración y legislación relacionada con la aviación y aeronáutica civil en México.

- CEAC (Comisión Europea de Aviación Civil): Es una comisión de carácter consultivo, que posteriormente tienen que aprobar los estados miembros.
- AITAL (Asociación Internacional del Transporte aéreo Latinoamericano): Agrupa las diferentes compañías aéreas de los países latinoamericanos que prestan servicios internacionales. Su finalidad es la de mantener una estabilidad económica entre todas las compañías que la componen.

Las organizaciones, además de regular el servicio de transporte aéreo doméstico e internacional, tienen como objetivo establecer reglas y procedimientos para determinar las tarifas aéreas dentro del mercado regulado, para el caso de México, la “Ley de Aviación Civil”, es la encargada de establecer las bases de la estructura tarifaria, misma que fue publicada el 12 de mayo de 1995, estableció por primera vez la liberación de tarifas de los servicios nacionales de transporte aéreo y, para evitar prácticas monopólicas por parte de alguno de los participantes y asegurar una competencia efectiva en el mercado, la propia ley estableció un mecanismo de vigilancia, corrección y regulación tarifaria.

El concepto básico que alberga esta estructura, se compone de la relación del ingreso entre los pasajeros-kilómetro generados que define el índice de producción o rendimiento financiero y funcional de las empresas de transporte aéreo. Por otra parte, el punto de equilibrio financiero de una empresa ocurre cuando los ingresos cubren exactamente todos los costos, esto es, en el punto en el que el nivel de ingresos tiene una utilidad igual a cero. También, el punto de equilibrio para una línea aérea se refiere al factor de ocupación de equilibrio (FOE), que se da para el número de pasajeros-kilómetro generados para cubrir los costos del servicio.

El factor de ocupación (FO) para el punto de equilibrio, FOE queda expresado en función de los costos y precios unitarios:

$$FO_E \frac{Pu}{Cu} = 1 \quad \therefore \quad FO_E = \frac{Cu}{Pu} \quad (1.1)$$

El precio tiene un valor máximo definido por la demanda, esto es el valor percibido o el que los compradores están dispuestos a pagar y también tiene un valor mínimo definido por los costos directos derivados de la producción y comercialización de los productos. En el rango que se encuentran estos valores, actúan los factores de competencia que presionan para disminuirlos y, por otra parte, los objetivos de las empresas para obtener utilidades, que promueven el incremento de precios.

Aún antes de la liberación de tarifas, las líneas aéreas iniciaron la ampliación del rango de tarifas con el propósito de impulsar un aumento de la demanda. Esto, desde luego, provocó la diversificación de las reglas de aplicación de tarifas y el nivel de precios bajó por efecto de los mayores descuentos que se ofrecieron. Otro factor influyente, que coincidió en tiempo con la liberación de las tarifas aéreas, fue la recomposición de la oferta de servicios con la entrada al mercado de nuevas empresas con estructuras de costos diferentes a las de las aerolíneas que tradicionalmente atendían el mercado, con ofertas de tarifas muy bajas con relación a las del resto del mercado, lo que provocó una guerra tarifaria en los servicios nacionales.

En esta situación, se tiene actualmente un ambiente de tarifas de transporte aéreo parcialmente liberadas, porque la autoridad mantiene cierto control sobre las tarifas, por la obligación de las empresas de registrar las tarifas de sus servicios y las reglas para su aplicación para oficializarlas y ponerlas en vigor. Las funciones de registro, control y análisis de tarifas, que permanecen asignadas a la autoridad sectorial tienen el propósito de cumplir con los siguientes objetivos: Evitar que se lesionen los procesos de competencia en el mercado con tarifas liberadas, lograr el equilibrio entre las condiciones de competencia y el desarrollo de las empresas de transporte aéreo, asegurar la permanencia del servicio en condiciones favorables para el usuario, y apoyar a los programas sectoriales, en especial al de desarrollo del turismo.

El procedimiento de vigilancia de tarifas tiene que contemplar los objetivos que satisfagan las necesidades de los diferentes interesados, esto es, a la autoridad sectorial debe ofrecer información oportuna para detectar niveles de tarifas que acusen prácticas contrarias a la competencia; a la línea aérea le proporcionará información para vigilar y predecir los resultados financieros de su operación y a las entidades de registro y control económicos les daría información para el índice de precios al consumidor.

Considerando una muestra⁵ de los datos de precio por pasajero-kilómetro, registró los valores medios de 1.65 pesos/pax-km para el nivel troncal, 3.47 pesos/pax-km para el regional y 1.14 para el internacional. El precio medio unitario de los servicios regionales es más del doble del precio del nivel troncal y el triple del de los servicios internacionales. La mayor desviación estándar y varianza es la de los precios de los servicios regionales (1.48 pesos/pax-km contra 0.65 de los internacionales), lo que denota una diferencia significativa entre los precios de las diferentes líneas aéreas que prestan estos servicios.

En la tabla 1.4. Aparecen las distancias promedio por cada mes de estudio, y las magnitudes de precio/pax-km, la distancia de acuerdo la clasificación de troncal, regional e internacional, estas distancias son consideradas por millas sopesadas, esta medida de longitud utilizada para determinar los precios de una ruta se obtiene por la distancia desde el punto de aparcamiento de la aeronave en el punto de origen o partida, hasta el punto de aparcamiento de destino en donde el avión, para el caso de nuestro análisis, estas millas determinadas a nivel industria son convertidas a kilómetros para una mayor apreciación.

⁵ Publicación Técnica No. 151, Sanfandila, Qro. 2009: La estructura tarifaria del transporte Aéreo. Un estudio exploratorio. Información obtenida del estudio de investigación realizado por el Instituto Mexicano de Transporte, por Francisco Heredia Iturbe, investigador; con la dirección, comentarios y sugerencias de Roberto Aguerrebere Salido.

Tabla 1.4 Precios y distancias en promedio mensual.

PRECIOS Y DISTANCIAS PROMEDIOS MENSUALES.						
MES	TRONCAL		REGIONAL		INTERNACIONAL	
	PRECIO <i>pesos/pax-Km</i>	DISTANCIA <i>(Km)</i>	PRECIO <i>pesos/pax-Km</i>	DISTANCIA <i>(Km)</i>	PRECIO <i>pesos/pax-Km</i>	DISTANCIA <i>(Km)</i>
ABRIL	1.92	1,016	3.01	630	0.98	2,044
MAYO	1.58	976	2.99	507	0.97	2,337
JUNIO	1.43	1,139	3.21	453	1.28	1,691
JULIO	1.60	949	3.87	347	1.27	1,751
AGOSTO	1.78	863	3.73	379	1.32	2,276
SEPTIEMBRE	1.58	966	3.90	360	1.03	2,330

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte

Todos los datos de precio por pasajero-kilómetro se relacionaron con las distancias de rutas respectivas, obteniéndose las ecuaciones y los cuadrados de los coeficientes de correlación muestral (R^2), para cada nivel de servicios. Las líneas de tendencia que más se apegan a los datos, son curvas de tipo para los precios de los servicios nacionales troncal, exponencial para los regionales y de tipo polinomial para los precios internacionales.

El estudio de aprobación, revisión, modificación, cancelación y/o registro de las tarifas propuestas por los prestadores de servicios de transporte, eran de la competencia exclusiva de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, según lo establecía el artículo 49 de la Ley de Vías Generales de Comunicación y se aplica mediante un proceso regulatorio muy detalladamente explicado en los artículos 50 y 55 a 61 de la misma ley⁶. La nueva Ley de Aviación Civil, publicada en el Diario Oficial de la Federación del día 12 de mayo de 1995, estableció por primera vez la liberación de tarifas de los servicios nacionales de transporte aéreo.

Luego de la liberación de las tarifas, hubo comentarios por parte de la CFC (Comisión Federal de Competencia), respecto de prácticas monopólicas de CINTRA⁷,

⁶La regulación de tarifas de los servicios de transporte, como se aplicaban antes de la promulgación de la Ley de Aviación Civil, se consultó en la vigésimo tercera edición de la Ley de Vías Generales de Comunicación, Ed. Porrúa, México, 1993.

⁷CINTRA es la empresa tenedora de acciones de Aerovías de México, de la Corporación Mexicana de Aviación y de sus filiales, constituida el 23 de mayo de 1995 para la capitalización de pasivos y la reestructuración financiera de esas aerolíneas, esta

asimismo detectaron destinos principalmente turísticos donde los precios estaban impuestos de manera arbitraria por parte de la aerolínea, así también se detectaron que existen varias rutas (Huatulco, Ixtapa, El bajío, Veracruz), los cuales no tienen competencia alguna o muy poca ya que son operadas por las aerolíneas de la controladora CINTRA que actualmente no existe por decreto de la CFC deliberando la decisión de este mismo estudio.

Para determinar de forma básica el precio de la tarifa, se procede de la siguiente manera:

$$\text{Precio} = \frac{\text{Cantidad de dinero que recibe una aerolínea}}{\text{Cantidad de kilómetros que transporta a sus pasajeros}} \quad (1.2)$$

Para determinar la interrelación que guarda el precio con otros parámetros de operación de una empresa, se puede recurrir, en primer lugar, a la expresión que se usa para definir el índice de producción o rendimiento financiero y funcional de las empresas de transporte aéreo para fines de planeación y control, de la siguiente manera:

$$YIELD = \frac{INGRESOS}{RPK} \quad (1.3)$$

Donde:

YIELD: Es el rendimiento, y

RPK: Son los pasajeros-kilometro que producen ingresos.

El punto de equilibrio financiero de una empresa ocurre cuando los ingresos cubren exactamente todos los costos, esto es, en el punto en el que el nivel de ingresos tiene una utilidad igual a cero (Ibid., p.163) y puede establecerse por la expresión siguiente:

$$RPK_E = \frac{CF}{Pu - CVu} \quad (1.4)$$

controladora para finales de Junio de 2005 inicio el proceso de venta de sus dos tenedores Mexicana y Aeroméxico y la participación de Aeromexpress, Alas de América y Mantenimiento.

Donde:

RPK_E: Son los pasajeros-kilometro generados para obtener el punto de equilibrio.

CF: Son los costos fijos correspondientes a un periodo determinado.

Pu: Precio unitario.

CVu: Costos variables por unidad.

También, el punto de equilibrio para una línea aérea se puede referir al factor de ocupación de equilibrio (FOE), que se da igualmente para el número de pasajeros-kilómetro generados para cubrir los costos del servicio de transporte efectuado, de manera que:

$$\frac{RPKxPu}{ASKxCu} = 1 \quad (1.5)$$

Siendo:

ASK: los asientos-kilómetros disponibles, y

Cu: Costo unitario de operación.

De manera que si definimos que el factor de ocupación (FO) como la relación entre los pasajeros-kilómetro y los asientos-kilómetro generados, para el punto de equilibrio el factor FOE se puede sustituir en la expresión anterior con el siguiente resultado:

$$FO_E \frac{Pu}{Cu} = 1 \quad \therefore \quad FO_E = \frac{Cu}{Pu} \quad (1.6)$$

De esta manera, se definen las interrelaciones que tiene el precio con los costos, por una parte y con la razón demanda-oferta por la otra. Por esto, las tarifas tienen que relacionarse con los parámetros del servicio, como son, la distancia de las rutas, el volumen de la demanda, el tamaño del mercado, el tipo de aeronave que se utilice, su alcance, su capacidad y los costos de operación que caractericen el funcionamiento de una aerolínea.

Conceptualmente, el precio tiene un valor máximo, o techo, definido por la demanda, esto es el valor percibido o el que los compradores están dispuestos a pagar y también

tiene un valor mínimo, o piso, definido por los costos directos derivados de la producción, comercialización y distribución de los productos. En el rango que se encuentra entre los valores de techo y piso de precio, actúan los factores de la competencia que presionan para disminuir los precios y, por otra parte, los objetivos de las empresas para obtener utilidades, que promueven el incremento de precios⁸.

Las líneas aéreas han desarrollado modelos de optimización de su rendimiento financiero y de la ocupación de sus aviones que han recibido el nombre genérico de Yield Management Systems. Con los procedimientos derivados de estas herramientas, se asignan diferentes tarifas de descuento⁹, con sus respectivas cuotas de asientos en cada vuelo, con lo que se ocupan lugares que, de otra manera no se venderían.

La estructura de las tarifas son variadas y están en función a distintos criterios implementados por la propia aerolínea que van desde fecha de compra, canal de venta, volumen de venta, temporada, limitación en el número de asientos, etc.

1.4.- El esquema de pagos de combustibles en el mercado aeronáutico nacional.

Con un crédito de 1,700 millones de pesos otorgado por el Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext), ASA diseñó un esquema por el que las aerolíneas pueden gozar de una ampliación en los períodos en el pago de combustibles.

El financiamiento permite que Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) ajuste los plazos de comercialización en el consumo futuro de energéticos y apoye a las aerolíneas ampliando el margen de pago al 15 de diciembre de 2009¹⁰.

Para ello, ofrece dos esquemas, el tradicional y el ampliado, aunque para acceder a alguno de ellos las compañías deberán cumplir con los instrumentos jurídicos

⁸ Texto tomado del documento: "Fare Basis Survey, Background Information on Concepts and Method", Fare Analysis and International Unit, Aviation Statistics.

⁹ Por ejemplo, en México existen más de 700 códigos específicos de tarifas aéreas, esto de las nueve aerolíneas existentes en el mercado, dos troncales, dos regionales y cinco de bajo costo (ABC).

¹⁰ Información Obtenida de la publicación VII JUN2009, Esquema de Pagos ASSA, Secretaría de Comunicaciones y transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil.

necesarios, como presentar avales adicionales y considerar garantías como fianza o carta de crédito.

El organismo, descentralizado de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), detalló que el esquema tradicional otorgará un periodo de crédito de 30 días sin pago de intereses, más 30 días a tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE)+6 puntos porcentuales y 14 días con rendimiento de TIIE +10 puntos porcentuales.

Para el esquema ampliado el plazo de crédito será también de 30 días sin pago de intereses, aunque suma 40 días con interés de TIIE +6 puntos porcentuales y 14 días con una ganancia de TIIE +15 puntos porcentuales.

En ambos casos, la ampliación del plazo será del 1 de julio al 30 de septiembre de 2009, por el monto que el organismo establezca.

Para evitar que entre en operación el sistema de prepago, las aerolíneas deberán liquidar con oportunidad y en el plazo otorgado las obligaciones que hayan adquirido previamente. El descuento no es aplicable para Petróleos Mexicanos (PEMEX) ni el ajuste volumétrico a las compañías interesadas.

Para obtener el beneficio de la ampliación del plazo de pago, las líneas aéreas interesadas deberán antes pagar sus adeudos por servicios al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, al propio organismo descentralizado, y los relacionados con el uso, goce y aprovechamiento del espacio aéreo mexicano.

En México las aerolíneas tienen un adeudo que asciende a 3,703 millones de pesos por concepto de compra de turbosina, pago de derechos de servicios a la navegación en el espacio aéreo mexicano (Seneam) y por tarifa de uso de aeropuerto (TUA). De este total, 1,754 millones de pesos corresponden a adeudos por combustible, 1,592 millones los adeudan las líneas aéreas nacionales y los 162 millones restantes las internacionales.

La deuda con el Seneam asciende a 1,250 millones de pesos y Mexicana de Aviación e Interjet son las únicas compañías que están libres de adeudos.

Los adeudos al Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) son de 703 millones de pesos, de los cuales 286 millones son cuentas por cobrar¹¹.

1.5. El mercado de divisas como estructura de pago en los insumos.

El precio de una moneda respecto a otra puede considerarse como resultado de la interacción de las fuerzas de la oferta y de la demanda de la moneda extranjera en cualquier periodo particular. Aunque se fije bajo algún acuerdo del sistema monetario, el tipo de cambio fijo debe ser aproximadamente el que resultaría de la determinación del mercado del tipo de cambio.

El mercado determina cientos tipos de cambio todos los días y facilita la realización de cientos de miles de transacciones internacionales. La red mundial de mercados y entidades que manejan el cambio de monedas extranjeras se conoce como *mercado de divisas*, en el cual las transacciones actuales para entrega inmediata se realizan en el mercado al contado, y los contratos para comprar o vender monedas para entrega futura se realizan en los mercados forward (también a futuro o por adelantado) y de futuros.

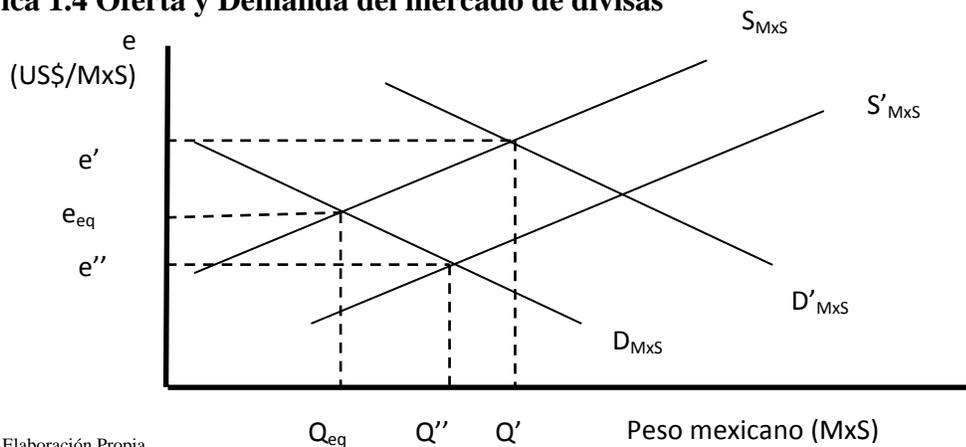
Por el lado de la demanda, una de las principales razones por las cuales la gente desea tener moneda extranjera es para comprar bienes y servicios de otro país o para enviar donación o pagos de ingresos de inversión en el exterior. Una segunda razón es para comprar activos financieros en un país particular. Una tercera razón es para evitar pérdidas u obtener utilidades que podrían surgir de las variaciones en el tipo de cambio de la divisa. La actividad de toma de riesgo se conoce como *especulación* en moneda extranjera.

¹¹ Información Obtenida de la publicación VII JUN2009, Esquema de Pagos ASSA, Secretaría de Comunicaciones y transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil.

La actividad emprendida para evitar el riesgo asociado con las variaciones en el tipo de cambio se conoce como *cobertura financiera*. La demanda total de una moneda extranjera en cualquier momento refleja tres demandas subyacentes: la demanda de bienes y servicios extranjeros y las transferencias y los pagos de ingresos de inversión en el exterior; la demanda de inversión extranjera y la demanda basada en las actividades de toma de riesgo o de evasión del riesgo¹². Las demandas por parte de los ciudadanos de un país corresponden a renglones débito en el marco contable de la balanza de pagos.

La oferta de moneda extranjera del país doméstico resulta, en primera instancia, de extranjeros que compran las exportaciones domésticas de bienes y servicios o que realizan transferencias unilaterales o pagos de ingresos de inversión al país doméstico. Una segunda fuente surge de la inversión extranjera en el país doméstico. Finalmente las actividades internacionales de especulación y cobertura financiera pueden ser una tercera fuente de oferta. La oferta total de divisas en cualquier periodo consta de estas tres fuentes.

Gráfica 1.4 Oferta y Demanda del mercado de divisas



Fuente: Elaboración Propia

El mercado de divisas contiene una curva de demanda con pendiente negativa y una curva de oferta con pendiente positiva. En la gráfica 1.4 el precio en el eje vertical

¹² Appleyard, Dennis, Field, Alfred, Economía Internacional, Pag. 425, Edit. Mc Graw-Hill, Colombia, 4ª ed., 2003.

está expresado en términos del precio de la moneda extranjera en moneda doméstica, y el eje vertical mide las unidades de pesos mexicanos ofrecidos y demandados a los diversos precios (tipos de cambio). La intersección de las curvas de oferta y de demanda determina simultáneamente el tipo de cambio de equilibrio e_{eq} y la cantidad de equilibrio (Q_{eq}) ofrecida y demandada durante un periodo determinado.

La depreciación de la moneda doméstica o la apreciación de la moneda extranjera tiene lugar cuando se presenta un aumento en el precio de la moneda extranjera en la moneda doméstica (o bien una disminución en el precio de la moneda doméstica en moneda extranjera). La moneda doméstica está convirtiéndose en algo relativamente menos valioso. La apreciación de la moneda doméstica o la depreciación de la moneda extranjera tienen lugar cuando se presenta una disminución en el precio de la moneda extranjera en moneda doméstica (o un aumento en el precio de la moneda doméstica en moneda extranjera). En este caso, la moneda doméstica está haciéndose relativamente más valiosa. Las variaciones en el tipo de cambio las originan los cambios en la oferta y la demanda de divisas en cualquier momento dado.

El mercado de divisas consta de muchos mercados y entidades diferentes, sin embargo, en cualquier momento dado, todos los mercados tienden a generar el mismo tipo de cambio para una moneda dada, independientemente de la ubicación geográfica. La unificación del tipo de cambio de divisas sin considerar la ubicación geográfica ocurre debido al arbitraje. El arbitraje se refiere al proceso mediante el cual un individuo compra un producto (en este caso divisas) en un mercado de precios bajos para su reventa en un mercado de precios altos con el fin de obtener una utilidad. En el proceso, el precio es presionado al alza en el mercado de precio bajo y hacia abajo en el mercado de precio alto. Esta actividad continuará hasta que los precios en los dos mercados sean iguales o hasta que difieran solamente en los costos de las transacciones involucradas. En un mundo de muchas monedas diferentes, también existe posibilidad de realizar arbitraje si los tipos de cambio son inconsistentes entre monedas¹³.

¹³ Appleyard, Dennis, Field, Alfred, Economía Internacional, Pag. 429, Edit. Mc Graw-Hill, Colombia, 4ª ed., 2003.

El tipo de cambio de contado no ofrece información sobre cuál debe ser este, dadas la naturaleza y la estructura de los dos países; tampoco proporciona información sobre el cambio en la fortaleza global de la moneda doméstica con respecto a todos los socios comerciales del país doméstico; tampoco da indicación alguna del costo real de adquirir bienes y servicios extranjeros en un mundo de precios cambiantes.

Al igual que sucede al evaluar los cambios de precios en el nivel macroeconómico, es preciso elaborar un índice en el cual cada bien (o cada moneda) puede ponderarse de manera adecuada según su importancia en el comercio internacional de un país dado. Para evitar el problema de agrupación asociado con la adición de monedas diferentes, cada tipo de cambio se indexa a un año base dado. Al año base se le asigna un valor de 1, y todas las demás observaciones para cualquier año dado se valoran respecto a ese valor. Para encontrar la variación en el valor del dólar en promedio desde el año base hasta el último año, el procedimiento es entonces ponderar el valor del dólar respecto a una moneda de un país particular en el porcentaje del comercio del país que se realiza con ese país particular. Cuando esto se hace para todas las monedas involucradas en la muestra o en la totalidad del comercio de un país, las ponderaciones suman 1.0. El resultado final de este proceso, un índice ponderado del comercio del valor promedio de la moneda de un país, se denomina tipo de cambio efectivo nominal (TCEN) de la moneda.

Cuando los precios de los bienes y servicios varían, bien sea en el país doméstico o en el país socio (o en ambos), no se conoce la variación en el precio relativo de los bienes y servicios extranjeros mirando simplemente las variaciones en el tipo de cambio al contado sin tener en cuenta el nuevo nivel de precios en ambos países.

Por esta razón se calcula con frecuencia un tipo de cambio real (TCR), el cual incorpora en el cálculo los cambios en los precios en los dos países.

Otro concepto de este tipo de cambio, el tipo de cambio efectivo real (TCER), calcula un tipo de cambio efectivo o ponderado, basado en tipos de cambio reales y no en tipos de cambio nominales. En este caso, los índices de tipo de cambio se calculan utilizando los tipos de cambio real en lugar de los tipos de cambio nominal. Luego, los índices resultantes se ponderan según la importancia comercial de los países respectivos¹⁴.

Actualmente, para el caso de México, la institución que realiza la cobertura en divisas, principalmente en USD es el MEXDER, esta institución establece las reglas y acuerdos necesarios que permiten a los individuos o empresas a realizar transacciones de coberturas en divisas de manera clara, transparente, segura y con mayor seguridad. Dentro de este mercado existen una serie de reglas o características a seguir los cuales se enuncian en los cuadros 1.2 y 1.3 para así tener clara la visión de los futuros sobre divisas y los contratos de opciones sobre divisas¹⁵.

Tabla 1.5. Contrato de futuro sobre divisas, principales características.

Características del Contrato	FUTUROS SOBRE DIVISAS	
		Dólar de los Estados Unidos de América DA(Liquidación en especie)
Tamaño del contrato	\$10,000.00 Dólares americanos	10,000.00 Euros
Periodo del contrato	Ciclo mensual hasta por tres años	Ciclo mensual hasta por un año.
Clave de pizarra	DA más mes y año de vencimiento:	EURO más mes y año de vencimiento:
	DA MR06 (marzo de 2006)	EURO MR06 (marzo de 2006)
Unidad de cotización	Pesos por Dólar	Pesos por Euro
Fluctuación mínima	0.0001 pesos, valor de la puja por contrato 1.00 pesos	0.0001 pesos, valor de la puja por contrato 1.00 pesos
Horario de negociación	7:30 a 14:00 horas tiempo de la Cd. de México	7:30 a 14:00 horas tiempo de la Cd. de México
Último día de negociación y vencimiento	Lunes en la semana que corresponda al tercer miércoles del mes de vencimiento y si fuera inhábil sería el día hábil inmediato anterior.	Dos días hábiles antes de la fecha de liquidación.
Liquidación al vencimiento	Segundo día hábil siguiente a la fecha de vencimiento.	Tercer miércoles hábil del mes de vencimiento.

FUENTE: Mexder

¹⁴ Appleyard, Dennis, Field, Alfred, Economía Internacional, Pag. 431, Edit. Mc Graw-Hill, Colombia, 4ª ed., 2003.

¹⁵ MEXDER

Tabla 1.6. Contrato opciones sobre divisas, principales características

Características del Contrato	OPCIONES SOBRE EL DÓLAR DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA		
	Dólar de los Estados Unidos de América		
	DA		
Tamaño del contrato	\$10,000.00 (diez mil dólares 00/100)		
Tipos de Contratos	Opción de compra (Call)		
	Opción de venta (Put)		
Estilo del Contrato	Europeo		
Periodo del contrato	Ciclo trimestral: marzo, junio, septiembre y diciembre hasta por un año.		
Precios de Ejercicio	Se expresarán en pesos de acuerdo al precio del Dólar fecha valor spot y serán múltiplos de 0.05 pesos.		
Claves del mes de vencimiento		CALL	PUT
		C	O
	MAR		
	JUN	F	R
	SEP	I	U
	DIC	L	X
Clave de pizarra	DA más cinco dígitos para especificar el precio de ejercicio y un dígito que especifica el tipo de Contrato de Opción y el mes de vencimiento:		
	DA 11250C Opción CALL con vencimiento en Marzo.		
	DA 11200X Opción PUT con vencimiento en Diciembre.		
Unidad de cotización	Pesos y Centavos de peso por unidad de Activo Subyacente.		
Fluctuación mínima	Fluctuación mínima de la Prima de \$0.001 (Un milésimo de Peso).		
Horario de negociación	7:30 a 14:00 horas tiempo de la Cd. de México.		
Último día de negociación y vencimiento	Día de vencimiento del contrato de futuro mensual sobre el dólar de los Estados Unidos de América listado en MexDer para el mes de vencimiento de dicha Serie.		
Liquidación al vencimiento	El segundo día hábil siguiente a la Fecha de Vencimiento		

FUENTE: Mexder

1.6. Los seguros de cobertura, protegen a las aerolíneas?.

Para manejar el riesgo, hay que entender primero el riesgo al que está uno expuesto, este proceso de desarrollar las características del riesgo también requiere una mirada de ambos casos relativos a la competencia, cambios en los productos del mercado, así también, como los efectos indirectos de las fuerzas macroeconómicas. Iniciaremos mirando todas las formas en que como es posible desarrollar un perfil completo del riesgo de una empresa. Donde resumiremos todos los riesgos de la empresa a la que está expuesta y estimaremos la magnitud a esta exposición.

Cualquier negocio se encuentra expuesto al riesgo, y el primer paso en la administración del riesgo es hacer un inventario de los riesgos que debe encarar, y

medir la magnitud a la que está expuesto para cada uno de los riesgos. Existen 4 pasos esenciales que envuelven este proceso:

Paso 1.- Una lista de los riesgos: Enlistar toda aquella serie de riesgos a los que la empresa está expuesto, tanto operativo, logístico, comercial, de mercado, e inclusive laboral y de preferencia del consumidor. La suma de todos los riesgos determina el perfil del riesgo y el nivel al que la empresa puede estar expuesto.

Paso 2.- Categorizar el riesgo: Enlistar toda la serie de riesgos a los que la empresa enfrenta es recomendable. Un paso seguro es hacer una lista de los riesgos y ordenarlos por categorías, y organizarlos en grupos basándose en el siguiente criterio:

- a) Riesgo específico de la empresa a la que está expuesta en el mercado. Tanto el riesgo de la propia empresa, como al riesgo que corren todas las empresas dentro del ambiente donde se compete.
- b) Operatividad contra riesgo financiero. Puede ser categorizado como empresa financiera de toma de decisiones (una mezcla de deuda y capital o el tipo de finanzas que se utilice) o por sus operaciones.
- c) Riesgos continuos contra riesgos eventuales: Algunos riesgos se corren por periodos largos y se acomodan en eventos que tienen consecuencias económicas y sobre exponen otros riesgos que se manifiestan continuamente.
- d) Riesgos catastróficos contra riesgos mínimos: Algunos riesgos son pequeños y tienen poco impacto en la empresa, en sus ingresos y su valor, pero existen otros que tienen mucho mayor impacto.

Existen algunos riesgos que no pueden ser categorizados y el mismo riesgo puede cambiar de categoría en el tiempo, pero tiene que seguir siendo categorizado.

Paso 3.- Medir el nivel de exposición de cada riesgo: Una serie de pasos lógicos a seguir para categorizar el riesgo, es medir el grado de exposición hacia ellos. Para hacer esta medición, además, debemos primero decidir cuál es ese efecto del riesgo. Como un simple nivel, podemos medir el efecto del riesgo en los ingresos de la

compañía. Como un nivel de límite, podemos capturar el nivel del riesgo examinando como el valor de la compañía se modificó a consecuencia de los cambios expuestos al riesgo.

Una de las estrategias implementadas por algunas aerolíneas es la de realizar coberturas sobre riesgos de mercado de los principales materias primas, de esto se puede enunciar varios casos, mismos que surgen por la necesidad de cubrir sus costos, este es el caso de Southwest, la aerolínea de Estados Unidos que aún es rentable, la cual ha librado la crisis aérea mundial gracias a coberturas que compró cuando los precios estaban más bajos.

Alrededor de 70 por ciento de sus necesidades de combustible en el 2008 fueron cubiertas a precios equivalentes al del petróleo de 51 dólares por barril (esto es menos de la mitad del precio de cierre en Nueva York, de 134.61 dólares en el mes de junio de 2008)¹⁶.

La fluctuación del precio de la turbosina en México ha llevado a la mayoría de las compañías aéreas a obtener un seguro que les permita comprar el combustible por un precio no alterable para no exponerse a las modificaciones en el mercado.

Sin embargo, esta política de cobertura algunas veces afecta más a las aerolíneas, de tal manera que terminan asumiendo un costo mayor de lo esperado; el precio de la turbosina ha impactado severamente a las empresas al registrar una fluctuación de 20 por ciento en el precio en menos de 20 años, siempre a la alza. A finales de 2008, el tema cobró principal relevancia porque el costo subió casi 40 veces más que el petróleo. A este fenómeno se le sumaron la desaceleración económica y la epidemia de la influenza humana que hizo crisis en 2009¹⁷.

A causa de la ausencia de un análisis en la política aeronáutica, los seguros de coberturas, que se obtienen mediante los mercados públicos, permiten a las aerolíneas tener una certidumbre en el precio de la turbosina, combustible que se cotiza en base a la referencia internacional.

¹⁶ Aída Ulloa, "fijan nuevos costos de turbosina a firmas Aéreas", lunes 28 de octubre de 2008, el universal, finanzas b7.

¹⁷ Darío Celis, "Nuevos esquemas de Cobertura para la industria aeronáutica", 31 de mayo de 2008, periódico Excélsior. Confederación Nacional de Asociaciones de Agencias de viajes de México a.c. (CONAAV).

Debido a que el precio de la turbosina en el país es de los más elevados a escala mundial, las líneas aéreas se han visto obligadas a pedir préstamos a cambio de garantías como cartas de crédito bancarias, bienes inmuebles, aviones, o bien adquirir seguros que no siempre funcionan como se prevén.

El caso más reciente fue el de Volaris, previó costos para 2009 y los estimó muy elevados y resultó que el excedente referencial fue muy por debajo al estimado que ellos tuvieron. Durante el año 2008 la empresa por coberturas perdió casi 100 millones de dólares.

Existen dos figuras de cobertura.

La primera es la opción sin obligación, donde el asegurado lo que paga es una prima que es el importe que se abona a la compañía aseguradora por la cobertura de los riesgos contratados, que pretende garantizar un precio tope. La compañía paga un valor determinado que va en función del número de barriles que esté garantizando, y al precio del barril en el mercado. Las aerolíneas entran al mercado y juegan con la volatilidad del precio del combustible. La opción tiene un doble propósito, cubrir el costo del combustible y jugar dentro de los mercados para ganar más dinero o garantizar el insumo directo a precios competitivos.

La segunda figura se basa en estimaciones a futuro. Se otorga mediante un valor estimado y es de alto riesgo debido a que se le apuesta a un precio máximo que puede no alcanzar las proyecciones previstas o simplemente sobrepasar las mismas estimaciones que también se puede reducir en un riesgo de adquirir precios altos sobre valores reales marginales de mayor valor.

De acuerdo con sus niveles de operación, cada aerolínea invierte en la medida de su capacidad y puede gastar desde un millón de dólares hasta más de seis millones por cobertura aproximadamente.

Aunque no de manera conjunta, varias líneas aéreas se han acercado con la SCT para solicitarle la aplicación de medidas orientadas a tratar de ordenar el desempeño del

mercado de esa industria; su problemática es bastante compleja por los 13 actores que hoy operan, la creciente presencia de aerolíneas de EU, la depredación de tarifas y la enorme presión de las altas cotizaciones de la turbosina. En este punto, que lo mismo golpea a las líneas del país que a las del resto del mundo, se maneja un planteamiento que Canaero que preside Javier Christlieb realiza para revisar diversos elementos relacionados con la fijación de los precios de ese combustible e incluso del costo del transporte. Todo ello obliga a que las autoridades mantengan la postura de no intervenir en el mercado de la aviación, dado que se regresaría a viejas épocas cuando incluso se determinaron tarifas. La SCT conceptualiza su papel sólo para garantizar una adecuada seguridad, en otras palabras vigilando que las deficiencias financieras no se trasladen al mantenimiento. Conforme a los tiempos previstos, la SHCP dio su negativa a las seis aerolíneas que habían solicitado un cambio en la política de precios de combustibles, a fin de que la turbosina pudiera sujetarse a precios controlados al igual que el diesel. La dependencia por medio de la SCT mantiene inalterada su política en la materia¹⁸, lo que reafirma la necesidad que cada aerolínea sea creativa en el diseño de estrategias de cobertura que le ofrezcan ventajas competitivas.

¹⁸ Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), “Concesiones, permisos y autorizaciones otorgadas por la secretaría de comunicaciones y transportes”, información al 31 de diciembre de 2008. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), “La aviación mexicana en cifras” Datos Históricos. Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), “Operaciones Origen-Destino”, enero-diciembre 2008.

Capítulo II. Marco teórico: movimiento geométrico browniano, el modelo de Black-Scholes-Merton sobre cobertura en futuros, cobertura en productos físicos.

Introducción:

Para toda la diversidad de negocios, existen variados métodos desde el marco de estudio económico para asignarle valor a la empresa, así como diversas medidas para saber si la empresa genera valor económico o no. Dentro de los métodos de valuación de empresas en este trabajo de investigación el interés es proporcionar elementos efectivos para la determinación de cobertura con futuros, utilizando el reconocido modelo de Black y Scholes, el cual presenta bases sólidas que pueden ser aplicadas a diferentes mercados económicos en los cuales los insumos suelen tener variaciones que representan un riesgo financiero.

El objetivo que persigue este capítulo es presentar todos los elementos teóricos necesarios para entender y determinar la forma en que el modelo de Black y Scholes se relaciona con las medidas asociadas a los costos de los insumos como son el precio de los combustibles en particular la turbosina y la variación tipo de cambio, que impactan en la industria aeronáutica, para aplicarlos al caso de Grupo Mexicana de Aviación.

2.1. Conceptos básicos de probabilidad.

Debido a que el proceso de obtener toda la información relevante a una población particular es difícil y en muchos casos imposibles, se utiliza una muestra para estimar la información necesaria para la toma de decisiones.

$$\text{Muestra (n)} \quad \text{inferencia} \quad \text{Población} \quad (2.1)$$

Ahora bien, como los resultados obtenidos a partir de una muestra difieren de los resultados que se obtendrían si se observara la población total o universo, existe un riesgo al tomar la decisión. Es en este caso que se utiliza la probabilidad como una medida de riesgo.

Definición de factorial. El símbolo $n!$ que se lee “n factorial” se refiere al producto de todos los enteros desde n hasta 1¹.

$$n! = n(n-1)(n-2)(n-3) \dots \dots \dots 3.2.1 \quad (2.2)$$

Definición: $0! = 1$ (cero factorial es 1)

Muestras ordenadas. Permutación (P). Cada arreglo de datos donde el orden es importante y que puede realizarse tomando algunos datos o todos los datos contenidos en el grupo.

$n = \#$ de datos $r =$ grupo tomado de n ($r < n$)

Caso 1. ($n = r$)

$${}_n P_n = n!$$

Caso 2 ($r < n$). Muestras ordenadas sin repetición.

En éste caso cada observación se toma una sola vez, porque la unidad después de observada no se regresa a la población de donde proviene.

Muestras no ordenadas sin repetición. Cuando el orden en que se seleccionan los objetos no importa, tenemos lo que se denomina una combinación.

Combinaciones. Número de formas diferentes en que se pueden seleccionar n objetos de un total de N objetos distintos sin importar el orden (juego de póker, ej.).

¹ J. Margalef-Roig y S. Miret-Art'es, *Precio de las Opciones* (P.282)

$${}_N C_n = N! / n! (N - n)! \quad (2.3)$$

Probabilidad condicional e independencia. En muchas ocasiones la probabilidad de que ocurra un evento depende de lo que ha ocurrido con otro evento. En este caso tenemos lo que se llama probabilidad condicional.

Definición. La probabilidad condicional de A, dado que ha ocurrido el evento B, se escribe $P(A/B)$. O sea, es la probabilidad de que ocurra un evento A cuando se conoce cierta información relacionada con la ocurrencia de otro evento B.

$P(A/B)$ probabilidad de que ocurra A dado que B ha ocurrido.

$P(B/A)$ probabilidad de que ocurra B dado que A ha ocurrido.

$$P(A/B) = P(A _ B) / P(B) \text{ probabilidad condicional de A} \quad (2.4)$$

$$P(B/A) = P(A _ B) / P(A) \text{ probabilidad condicional de B} \quad (2.5)$$

$P(A _ B)$. Es la probabilidad conjunta porque denota la intersección de dos eventos, (2.4) y (2.5).

$P(A)$ y $P(B)$ se denominan probabilidades marginales

Eventos independientes y dependientes. Se dice que dos eventos son independientes si y solo si,

$$P(A/B) = P(A)$$

Se dice que dos eventos son dependientes si la ocurrencia de uno de ellos afecta la ocurrencia del otro.

$$P(A/B) \neq P(A) \quad (2.6)$$

Regla de multiplicación de probabilidad. Esta regla de probabilidad se deriva de la definición de probabilidad condicional y utiliza el concepto de intersección de eventos para su aplicación².

a. Si A y B son eventos independientes, entonces,

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B) \quad (2.7)$$

b. Si A y B son eventos dependientes, entonces,

$$P(A \cap B) = P(B) \cdot P(A/B)$$
$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B/A). \quad (2.8)$$

2.2. Movimiento browniano y proceso de Wiener

En 1827 el botánico inglés Robert Brown, analizó el movimiento de partículas de polen en el agua, y lo asoció a las teorías vitalistas de la vida, argumentando que ese movimiento era propio de la materia viviente, y relacionado con los mecanismos de la reproducción. Sin embargo, en sus trabajos finales, concluye que el movimiento errático observado era de naturaleza mecánica y no dependía del carácter orgánico ni inorgánico de los objetos considerados³.

Pero el problema grave se le planteó cuando descubrió este movimiento perpetuo en las raspaduras de rocas sumergidas en el agua, ¿acaso la materia inanimada contiene también la Urmolekül vital ?. Llegado a este punto, prudentemente Brown se abstuvo de realizar más hipótesis y dejó sin explicar la naturaleza del movimiento browniano.

Posteriormente, el movimiento browniano apareció en el centro de la controversia entre los atomistas y los energicistas que dominó la Física a finales del siglo XIX. Los dos grandes defensores de la teoría atomista: Clerk Maxwell y Ludwig Boltzmann desarrollaron modelos de gases y de su comportamiento, en los que cada gas estaba compuesto por átomos o moléculas en constante movimiento relacionado su temperatura. Sin embargo, destacados científicos de la época como Ernst Mach y Wilhelm Ostwald rechazan la hipótesis atomista basada en átomos y movimientos

² Conceptos Básico, publicación libre internet (P. 2-18),

³ Véase, riesgos financieros, (p.), Francisco Venegas Martínez, ISBN-10: 9706865748. Primera ed. 2006.

invisibles. Hay historiadores que defienden que este rechazo fue uno de los motivos de la depresión que acabó con el suicidio de Boltzmann en 1906.

En 1905, casi un siglo después de las investigaciones realizadas por Robert Brown, Albert Einstein⁴ construyó un modelo matemático para explicar ese fenómeno, y lo denominó "movimiento browniano" en honor a su descubridor.

Las hipótesis básicas de ese modelo de Einstein eran que el desplazamiento de la partícula entre dos instantes es independiente de las posiciones anteriores que haya tenido, y que la ley de probabilidad que rige el movimiento de la partícula sólo depende de la distancia temporal. Con estas hipótesis, Einstein llegó a demostrar que la función de distribución f de la posición de la partícula tenía que verificar la siguiente ecuación en derivadas parciales:

$$\frac{\delta f}{\delta t} = D \frac{\delta^2 f}{\delta x^2},$$
 donde x es la variable espacial, t la variable temporal y D es una constante adecuada.

La explicación derivada de la termodinámica partió del movimiento de las moléculas en 1902-1903, y en 1905 ya en colaboración con físicos experimentales pudo confirmar que las propiedades cualitativas del movimiento browniano y las magnitudes de los caminos recorridos por las partículas correspondían con los resultados de la teoría, lo que acabó con la resistencia a la teoría atomista.

Esta ecuación, que ya era conocida como la ecuación de difusión, se ha constituido posteriormente en una de las vías a través de las cuales, haciendo algunos cambios de variables, se encuentran soluciones a la ecuación de Black-Scholes-Merton⁵.

Por otro lado, el 29 de marzo de 1900, Louis Bachelier defendió exitosamente en la Universidad de la Sorbona su tesis "Theorie de la Spéculation" para optar al Ph.D⁶, bajo la supervisión de Henri Poincaré. En ella proponía un movimiento browniano como modelo asociado a los precios de las acciones.

⁴ Veasé, A. Einstein: Ann. Phys. 17 (1905), 549; 19 (1906), 289; 19 (1906), 371.

⁵ Veasé, Black, F. – Sholes, M. (1973), The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81: 637-654.

⁶ Véase, Bachelier, L. (1900), Théorie de la Spéculation. *Annales de l'Ecole Normale Supérieure*, 17:21-86. Translated in Cootner, P.H., Ed. (1964), *The Random Character of the Stock Market Prices*, MIT Press, Cambridge, (Massachusetts), 17-75.

El objetivo del modelo de Bachelier era determinar el valor de opciones accionarias, y aunque fue un buen principio para esa valoración, la fórmula que dedujo estaba basada en supuestos no realistas, ya que asumía la inexistencia de tasas de interés y utilizaba un proceso estocástico (movimiento browniano) que permitía que los precios de las acciones tomaran valores negativos. Posiblemente ésta fue una razón para que ese modelo fuera olvidado durante mucho tiempo.

Posteriormente, autores como Paul Samuelson y James Boness⁷, se ocuparon de superar algunas de los inconvenientes del modelo de Bachelier, asumiendo la existencia de tasas de interés y una distribución de probabilidad más realista para los precios de las acciones; además tuvieron en cuenta que los inversores son adversos al riesgo, y que posiblemente estén dispuestos a asumirlo, pero a cambio de algún premio.

En particular, en 1960, el economista norteamericano Samuelson (premio Nobel de economía en 1970) propuso el movimiento browniano geométrico como modelo para los precios que están sujetos a incertidumbre. En 1964, Boness sugirió una fórmula más cercana a la de Black-Scholes, pero que todavía contaba con una tasa de interés desconocida, que Boness incluía como compensación por el riesgo asociado con el valor de la acción.

Para el modelo de Black-Scholes-Merton, el movimiento browniano geométrico es el modelo básico asociado a los movimientos de los precios. Pero además estos autores tuvieron en cuenta, y esto fue determinante, que el movimiento browniano está asociado con la teoría matemática avanzada del cálculo estocástico o cálculo de Ito, desarrollado por el matemático japonés Kiyosi Ito desde 1940⁸, que considera aspectos análogos a los del cálculo clásico de Newton y Leibniz, pero en condiciones aleatorias.

La definición matemática de movimiento browniano la dio el matemático americano Norbert Wiener en 1918 y es la siguiente:

⁷ Veasé, Samuelson, P.A., (1965), Rational Theory of Warrant Pricing. Industrial Management Reviews. 6 13-32

⁸ Consultar Sherve (1997, cap.15)

El movimiento de Wiener o movimiento browniano W_t en un proceso continuo con las propiedades

(a) $W_0 = 0$.

(b) Para todo $t > 0$, $W_t \sim N(0; t)$, es decir, W_t es una variable normalmente distribuida de media 0 y varianza t .

(c) Todo los incrementos $W_{t_2} - W_{t_1}$ son independiente, es decir, para todo $0 < t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ los desplazamiento $W_{t_2} - W_{t_1}$ y $W_{t_4} - W_{t_3}$ son independientes.

(d) W_t depende continuamente de t .

Resulta bastante sencillo simular numéricamente movimientos brownianos, el algoritmo es el siguiente:

Valores iniciales: $W_0 = 0; t_0 = 0; \Delta t;$

para $j = 1; 2; \dots$

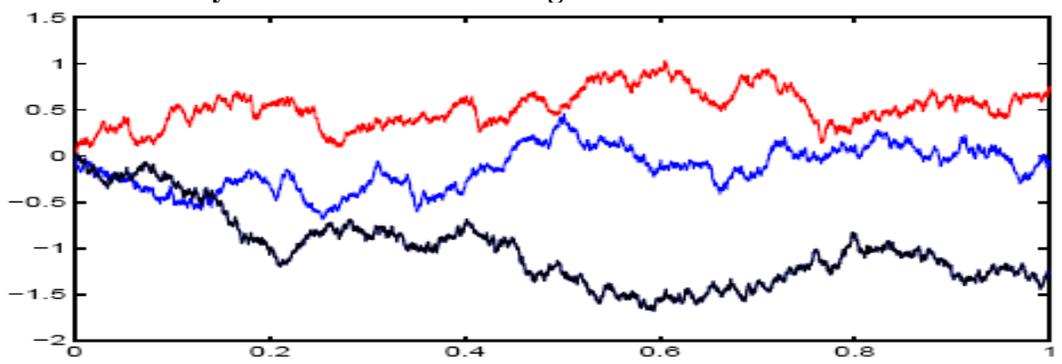
$$t_j = t_{j-1} + \Delta t$$

$$Z_j \sim N(0; 1)$$

$$W_j = W_{j-1} + Z_j \sqrt{\Delta t} \tag{2.9}$$

Donde Z es un número aleatorio con distribución normal de media cero y varianza uno. En la Gráfica 2.1 se ejemplifica tres trayectorias del movimiento browniano para la cotización de tres acciones.

Gráfica 2.1 Trayectoria del movimiento geométrico browniano



Fuente: M. GILSANZ & F. VADILLO

Un movimiento browniano geométrico S_t de parámetros μ y σ es un proceso continuo tal que para todo t y Δt no negativos la variable aleatoria.

$$\Delta S_t = S_{t+\Delta t} - S_t;$$

es independiente de los valores de la variable anteriores a t y además existen dos parámetros μ y σ tales que

$$\log\left(\frac{S_{t+\Delta t}}{S_t}\right) \sim \mathcal{N}(\mu\Delta t, \Delta t\sigma^2) \quad (2.10)$$

El parámetro σ es la **volatilidad**.

Ahora bien, el logaritmo de la razón de los precios puede ser negativa pero no los precios de los activos subyacentes, y además es el logaritmo de la razón de los precios quien tiene la misma distribución y no sus diferencias absolutas.

Veamos ahora como surge el movimiento geométrico browniano como modelos estocásticos relacionados con la evolución de los precios de los activos subyacentes. Sea Δt una cantidad pequeña y positiva y supongamos que en cada paso del tiempo el precio del activo subyacente puede subir un valor $u > 1$ con probabilidad p , esto significa que si valía S pasa a costar uS o puede descender un factor $d < 1$ con probabilidad $1 - p$ donde:

$$\begin{aligned} u &= e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \\ d &= e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \\ p &= \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\mu}{\sigma}\sqrt{\Delta t}\right) \end{aligned} \quad (2.11)$$

con μ y σ parámetros conocidos. En realidad tomamos estas expresiones para que los resultados sean más evidentes. Si realizamos n pasos y definimos

$Y = \sum_{i=1}^n Y_i$ dará el número de veces que ha subido y $n - Y$ las que ha bajado. Y es una variable aleatoria binomial de parámetros n y p ($Y \sim B(n, p)$) por lo que su esperanza y su varianza valen.

$$E[Y] = np$$

$$Var[Y] = np(1 - p)$$

El precio del activo subyacente en el tiempo $t = n\Delta t$ será

$$S_t = S_0 \cdot u^Y \cdot d^{n-Y} = S_0 \cdot d^n \cdot \left(\frac{u}{d}\right)^Y$$

Por lo que,

$$\frac{S_t}{S_0} = d^n \cdot \left(\frac{u}{d}\right)^Y$$

Y tomando logaritmos resulta que:

$$\log\left(\frac{S_t}{S_0}\right) = n \log(d) + Y \log\left(\frac{u}{d}\right) = \frac{-t\sigma}{\sqrt{\Delta t}} + 2\sigma\sqrt{\Delta t} \cdot Y \quad (2.12)$$

Para demostrar que los precios de los activos subyacentes siguen un movimiento geométrico browniano, calcularemos la esperanza y la varianza de la expresión arriba mostrada. En primer lugar la esperanza es:

$$E \left[\log\left(\frac{S_t}{S_0}\right) \right] = \frac{-t\sigma}{\sqrt{\Delta t}} + 2\sigma\sqrt{\Delta t} \cdot E[Y] = \frac{-t\sigma}{\sqrt{\Delta t}} + 2\sigma\sqrt{\Delta t np} = \mu t \quad (2.13)$$

y la varianza:

$$Var \left[\log\left(\frac{S_t}{S_0}\right) \right] = 4\sigma^2 \Delta t \cdot Var[Y] = 4\sigma^2 tp(1 - p) \approx \sigma^2 t \quad (2.14)$$

$$si \ p \approx \frac{1}{2}$$

En conclusión, cuando Δt es muy pequeño la variable aleatoria $\log(S_t / S_0)$, por el teorema central del límite, sigue una distribución normal de media μt y varianza $\sigma^2 t$ que es lo que caracteriza al movimiento geométrico browniano.

Evidentemente la evolución del precio de cada activo subyacente dependerá de los valores de los parámetros μ y σ que deberemos ajustar, la volatilidad σ caracteriza cada producto y más adelante demostraremos que

$$\mu = r - \sigma^2/2$$

Donde r es el tipo de interés compuesto.

2.3. El mercado de derivados y la cobertura de riesgos.

El desarrollo de los mercados de derivados ha surgido como respuesta a las fuertes y persistentes fluctuaciones de los mercados físicos y financieros, que representan altos niveles de riesgo para los agentes económicos y financieros en sus transacciones operativas.

La mayoría de los estrategias financieras utilizan esta herramienta como un “seguro” para el mercado de futuros. Lo utilizan para minimizar el riesgo asociado al precio del petróleo o combustibles que es el caso de estudio en este trabajo, o también la variación en el tipo de cambio de monedas extranjeras. Una cobertura perfecta es aquella que elimina por completo el riesgo asociado a ellas y que se encuentra implícita en el mercado, pero es muy difícil poder encontrar una cobertura de este tipo.

La magnitud del riesgo depende, en lo fundamental, del volumen del activo que se involucre. Los riesgos de mercado a los que puede estar expuesta una empresa, pueden ser de naturaleza muy diversa y muy específica.

En los análisis empíricos se utiliza el modelo de mercados, de Sharpe⁹ para la valoración de activos. Este es una aplicación del CAPM a la teoría moderna de

⁹ Sharpe, W.F.: “Capital Asset Prices: A theory of Market Equilibrium under condition of risk”, Journal of Finance, Vol. 29, 1964

selección de portafolio, bajo el supuesto de que los mercados de capital son eficientes¹⁰.

El modelo de mercado se expresa según la ecuación:

$$R_i - r = \alpha_i + \beta_i (R_m - r) + U_i \quad (2.15)$$

Donde:

α = El rendimiento promedio del título i cuando su volatilidad es nula o lo que es igual, cuando no se mueve ni a la alza ni a la baja.

β = Indica la volatilidad del rendimiento del título con respecto a una variación del rendimiento del mercado (si $\beta > 1$ el título es volátil, si $\beta < 1$ es conservador).

R_i = Es el retorno por el activo (título o cartera)

R_m = Es el retorno del mercado

r = Es la tasa de interés libre de riesgo, y

U = Término de errores aleatorios que indican la perturbación aleatoria del modelo estadístico.

R_i y R_m se calcula según las expresiones:

$$R_i = (P_{it} + D_{it} - P_{it-1}) / P_{it-1} \text{ y } R_m = (I_t - I_{t-1}) / I_{t-1} \quad (2.16)$$

donde:

t = Es el periodo actual

P_i = Es el precio del título,

D_i = Son los dividendos y cualquier flujo de caja e

I_t = Es un valor de un índice bursátil

De esta manera se puede obtener un par de series de valores representativos para cada retorno con las cuales se realiza una regresión lineal mínimo cuadrática¹¹ que permite estimar los valores de los coeficientes alfa y beta.

¹⁰ Sobre la teoría del mercado y la selección de carteras, para ampliar el tema véase Merton, Robert "Continuous-time finance", 1990, Blackwell Publishers Ltd, USA p.15

¹¹ Este es un método de estimación en el que la suma de los cuadrados de las desviaciones (o residuos) respecto a los datos reales es mínima. Los estimados tienen una varianza menor que los obtenidos a través de cualquier otro estimador lineal y son insesgados, lo que quiere decir que el promedio de las estimaciones mínimo cuadrática no debe diferir, en probabilidad, del verdadero parámetro ($E\beta_{est} = \beta$)

Con esos datos, se calcula el rendimiento esperado del título para un periodo futuro, mediante la siguiente expresión:

$$E_i = \alpha_i + \beta_i \times E_m \quad (2.17)$$

donde:

E_i = Es el rendimiento esperado del título y

E_m = Es el rendimiento esperado del mercado.

Esta medida permite estimar pérdidas en una cartera, para diferentes periodos y para distintos niveles de confiabilidad, debidas a movimientos “normales” del mercado. La cifra VaR a un determinado nivel de confiabilidad indica que, con una probabilidad de un determinado porcentaje, las pérdidas de una cartera deben ser menores que ese valor¹². Dicha estimación se basa en la composición corriente de la cartera y las condiciones recientes de mercado.

Para llegar a ella al igual que para cualquier otra medida cuantitativa de riesgo, primeramente es preciso identificar las variables básicas del mercado que afectan el valor del activo, llamadas “*factores de mercado*”¹³, y posteriormente se determina qué método usar, entre los existentes para la estimación.

Los métodos más importantes:

- Simulación histórica.- Trabaja con valores históricos de todos los factores de mercado seleccionados.
- Simulación paramétrica.- Se basa en que los factores de mercado siguen una distribución normal multivariable y analiza parámetros con la varianza y la covarianza.
- Simulación estocástica o Monte Carlo.- Tiene alguna similitud con la simulación histórica, pues trabaja también con valores históricos, pero la principal diferencia es que en lugar de usar los cambios observados en los

¹² Por ejemplo, si el VaR al 99%, de una cartera en un día, es de \$2, significa que se espera que la cartera pierda menos de \$2 en 99 días de cada 100. Si fuera ese mismo valor en una semana al 95% significaría que la cartera podría perder menos de \$2 en 95 semanas de cada 100.

¹³ Es preferible identificar un número limitado de factores, porque de lo contrario se hacen muy complicados los cálculos.

factores de mercado en periodos anteriores para generar las hipotéticas ganancias o pérdidas de un activo o insumo, se escoge una distribución estadística que se considere adecuada, o se aproxime a los posibles cambios que se generarán posteriormente en los insumos.

Estos métodos difieren en su capacidad de captar los riesgos de algunos instrumentos; en su mayor o menor facilidad para implementarlos; en la velocidad de obtención de los resultados; en la flexibilidad que permiten para hacer análisis de los efectos que producen diferentes alternativas; en la confiabilidad de los resultados. La selección adecuada estará determinada por las dimensiones de los riesgos que el administrador considere más importantes y por las características de la entidad que los va a usar.

2.3.1 Posición de cobertura en corto.

Una posición de cobertura en corto, como su denominación lo indica, cubre una posición corta en contratos de futuros. Esta cobertura es apropiada cuando se conoce que los riesgos están cubiertos o son nulos. También se puede utilizar cuando aún no se conoce el precio en estos momentos pero ya se cuenta con información en un corto plazo de los precios de los combustibles o de la posición del tipo de cambio que se presentará. Por ejemplo, si el precio de un activo o moneda al día de la firma del contrato de futuro está pactada a pagarse a tres meses al precio del día o spot de la fecha de vencimiento del contrato, y, si el valor de activo o moneda está a un precio mayor al que al vencimiento se tiene, se puede decir que se tuvo una ganancia sobre la cobertura, sin embargo si el precio del activo o moneda termina por encima del precio que se tenía a la fecha de la firma de contrato, se puede decir que se tuvo una pérdida sobre la cobertura. El objetivo de utilizar una cobertura en corto es evitar variaciones importantes en los precios de los insumos o monedas, siempre y cuando se conozca

2.3.2 Posición de cobertura en largo.

Es apropiado utilizar este tipo de coberturas cuando una empresa sabe que tendrá que comprar un determinado activo en el futuro y quiere fijar un precio ahora.

El uso de este tipo de coberturas es importante cuando se busca bloquear el efecto del alza del precio de algún activo o tipo de cambio, es importante puntualizar para el caso de GMA, que si requiere cubrir el precio de tipo de cambio para efectos del arrendamiento de un equipo de avión para incorporarlo en una nueva ruta hacia el extranjero, y que el tiempo de espera para la evaluación y entrega del equipo puede ser aproximadamente mayor a 18 meses, para evitar posibles variaciones en los tipos de cambios será recomendable utilizar una posición larga de la cobertura sobre el precio del peso mexicano sobre el dólar y así protegerse de cualquier ajuste que afecte el pago de compromiso de arrendamiento programado. A pesar de que el riesgo de que aumente o disminuya la paridad de la moneda con respecto a la extranjera no está asegurado aún, se puede tener la certeza de que con el tipo de cambio que en el momento en que se realizó la cobertura pueden comprar la moneda extranjera y cubrir con sus obligaciones. Las coberturas de largo se pueden utilizar para gestionar una posición corta existente.

Es importante enfatizar que el uso de cobertura sobre futuros para una empresa que desea reducir el riesgo al hacer transacciones, implica obtener una ganancia así como una pérdida; suponiendo que el precio del barril disminuye, esto implicaría un incremento en los costos de los insumos, ya que es parte esencial de la operación diaria de Mexicana de Aviación para proporcionar el servicio de transporte, esto repercute en el objetivo que se pretende realizar en el trabajo, es determinar el tipo de posición que deberá tomar la empresa respecto al uso de cobertura de futuros, es decir, si se requiere tomar una posición corta o larga, o, si las condiciones del mercado no tienen un riesgo sobre las variables de análisis (combustible y tipo de cambio) lo requieran.

2.3.3 Bases para medir el riesgo.

El objetivo de conocer los elementos necesarios para medir el riesgo, es para asegurar los contratos de cobertura en futuros con el menor riesgo asociado al precio o tipo de cambio implícito a la fecha de vencimiento del contrato, los cuales a continuación se enuncian.

1. El activo cuyo precio es a cubrir puede no ser exactamente el mismo que el activo subyacente del contrato de futuros
2. La cobertura puede ser incierta en cuanto a la fecha exacta en que el activo será comprado o vendido.
3. La cobertura podrá exigir que el contrato de futuros se deba liquidar antes de la fecha de entrega pactada.

La base para la determinación de un tipo de cobertura es la siguiente¹⁴:

$$\text{Base} = \text{Precio spot del activo a ser cubierto} - \text{Precio del futuro del contrato usado}$$

Si el activo a cubrir y el activo subyacente del contrato de futuros son los mismos, la base debe ser cero para la fecha de vencimiento del contrato de futuros.

Asumiendo que la cobertura se realiza al tiempo t_1 y se termina al tiempo t_2 . Consideraremos el ejemplo donde los precios spot y futuros al tiempo de la cobertura inician por arriba del precio spot y real en la que terminan.

De acuerdo a la definición obtenida respecto de la fórmula de la base, tenemos que:

$$b_1 = S_1 - F_1 \text{ y } b_2 = S_2 - F_2 \quad (2.18)$$

Considerando la primera situación de un asegurador que sabe que el activo se vende en tiempo t_1 , y toma una posición corta de futuros en el plazo t_2 . El precio realizado por el activo es de S_2 y el beneficio de la posición de futuros es $F_1 - F_2$. El precio efectivo que se obtiene por el activo con cobertura por lo tanto es:

$$S_2 + F_1 - F_2 = F_1 + b_2 \quad (2.19)$$

¹⁴ Esta es la definición común, sin embargo, existe una definición alterna que es **Base= Precio Futuro – Precio Spot del activo**, esta versión es utilizada en ocasiones cuando los contratos futuros están en un activo financiero.

2.4. Cobertura del riesgo precio y tipo de cambio de insumos en la aviación.

Dentro de las estrategias para determinar la mejor cobertura del riesgo precio y tipo de cambio de los insumos en la aviación, es indispensable indicar que el 90% de los costos asociados a los insumos de las materias primas en la aviación, y para el caso específico la de grupo Mexicana de Aviación, están asociados a tipo de cambio peso-dólar, ya que la mayor parte de los insumos, llámese compra o arrendamiento de aviones, refacciones, capacitación, y gastos en pagos de servicios aeroportuarios (plataformas, comisariato, servicio a la navegación aérea), son cotizados en moneda extranjera, mas cuando una aerolínea tiene mercado fuera de las fronteras nacionales. Esto obliga a tener en consideración las siguientes estrategias con respecto a la paridad cambiaria.

- a) Si pensamos que el tipo de cambio va a aumentar y nos encontramos sujeto a riesgos de alza de tipo de cambio, compraremos contratos futuros sobre divisar y con esto asegurar costos fijos a precios forzosos en moneda extranjera (usd).
- b) Si pensamos que el tipo de cambio va a disminuir y nos encontramos sujetos al riesgo de baja de los cambios, venderemos contratos futuros.

Pero ahí no se ve finalizada la operación de cobertura, ahora tendrá el analista financiero de la empresa que calcular el *ratio de cobertura* que representará el número de contratos necesarios para cubrir una posición al contado (cash) teniendo en cuenta, principalmente el riesgo base, que este se puede asumir como el mismo riesgo de mercado, que para el caso específico de México, es de carácter libre flotante.

El método basado en la correlación.

El método de la correlación, se refiere al estudio entre los precios anteriores obtenidos sobre el contrato a plazos y los precios de los instrumentos de contado, obtenidos en el mismo periodo.

En este caso es importante tener muy en cuenta el coeficiente de correlación (r), que es el mejor indicador para cuantificar la relación entre dos activos. Para ellos es necesario utilizar las series temporales que recojan la evolución de los precios de los mismos. En el caso de las series en el tipo de cambio, si se obtiene una correlación próxima a la unidad, este puede mostrar la relación estrecha entre ambas series; si esta al contrario resulta con valores menores a la unidad, será adecuado llevar una cobertura adecuada de uno de los activos (el peso mexicano) con otro alterno elegido (moneda euro), o de un contrato (tipo de cambio al contado) con otro (futuro).

Existen tres posibilidades que se pueden presentar cuando se ha realizado el análisis entre dos variables: una correlación positiva, negativa o nula (ausente, baja correlación o no significativa).

Una vez obtenido el coeficiente de correlación, se calcula el ratio de cobertura a través de la siguiente fórmula para instrumentos a corto plazo o de tipo de cambio:

$$NC = (IR/VN) \cdot EM \cdot CR \quad (2.20)$$

Donde:

NC= Número de contratos.

IR= Importe del riesgo a cubrir.

VN= Valor nominal del contrato de futuros.

EM= Equivalente monetario o periodo para el que se pretende efectuar el cobro.

CR= Coeficiente de correlación entre los instrumentos del mercado de contado (spot) y de futuro.

El riesgo base.

En caso de existir desajustes en la cobertura, o que sea una cobertura perfecta, se muestra el riesgo base, que se puede definir como la clase de riesgo que viene dada por la diferente fecha de vencimiento de los contratos futuros en relación a la liquidación del contrato.

Cuando la curva de rendimiento de los activos financieros tiene forma ascendente, es decir, cuando los rendimientos de las emisiones a largo plazo son mayores que los de las emisiones a corto plazo, el precio en el mercado de futuros de un activo financiero será menor que el precio de contado del mismo, lo que hace que la base sea negativa, en otras palabras cuando el precio oscila por encima del precio futuro se dice que la base es negativa y por el contrario cuando el precio de futuro es mayor al precio de contado o en los movimientos diarios el precio del futuro se mantiene por encima del de contado se dice que la base es positiva.

La base es la diferencia entre dos precios, frecuentemente un precio al contado y un precio de futuros. El riesgo de base es una función del grado de correlación entre los dos precios. Cuando se cubre un interés comercial, esencialmente se intercambia el riesgo de precio por el riesgo de base. En caso de cubrir una posición (incluidos los instrumentos financieros) con contratos de futuros, el riesgo de base puede determinarse a partir de la siguiente relación:

$$a_{base} = [(1 - p) \times 2a_{contado}]^2.$$

Donde:

a_{base} : Denota la desviación típica de la base,

p : Denota el grado de correlación entre el precio de contado y el precio de futuros,

$2a_{contado}$: Denota la varianza del precio de contado.

Se puede ver que la cobertura será completamente efectiva si la correlación es perfecta (es decir, +1). Cuanto menor sea la correlación, mayor será el riesgo de base y, por lo tanto, menos efectiva será la cobertura.

Si por definición llamamos derivado a las operaciones cuyo precio o prima deriva del precio del bien subyacente, entonces la volatilidad del mismo debe tener alguna relación con la determinación del precio de los contratos futuros derivados. El objetivo de investigación, indica la mejor alternativa y relación entre las volatilidades, las volatilidades implícitas, las volatilidades estimadas y como se pueden ajustar los precios teóricos e históricos de los contratos futuros con variaciones a la fórmula clásica de Black and Scholes.

Una de las herramientas que se utilizan para analizar el comportamiento del mercado es el cálculo de la volatilidad y la volatilidad implícita en el precio del mercado de las opciones de compra. Muchos sostienen que el mercado de derivados marcan la tendencia de los precios del bien subyacente (para nuestro caso de estudio el precio de combustible y la variación tipo de cambio), para un horizonte muy cercano, por no decir que para el día siguiente. Dentro de este trabajo de investigación y para efectos de que se tengan las condiciones de representar el caso de las variaciones del tipo de cambio y el costos del insumo de combustible, se considerará en todo momento que ambos insumos siguen una distribución normal con un proceso estocástico de tendencia browniana, sin saltos que puedan alterar o determinar otros resultados los cuales no corresponden a parte de nuestro estudio de investigación.

Para determinar una volatilidad, que siempre está implícita al activo subyacente y el cual para efectos de marcar puntos de referencia más precisos, generalmente se busca analizar las volatilidades de los activos subyacentes donde se sostiene que siguen un camino al azar por lo tanto no hay ninguna relación entre los retornos de un día con los retorno de días anteriores. Teniendo en consideración estas premisas se puede anualizar la volatilidad aplicando la regla de $t^{\frac{1}{2}}$ siguiendo un proceso browniano de la siguiente manera:

$$S = s_1 365^{1/2}$$

Donde S es la volatilidad, y s_1 es la volatilidad diaria.

De esta forma estamos en condiciones de determinar la volatilidad del activo subyacente que no refleja el comportamiento de los retornos y además sigue un proceso de volatilidad condicionada por la presencia de heterocedasticidad¹⁵.

2.5. Modelo de Black y Scholes.

Un derivado financiero es un contrato, cuyo valor es función -se deriva- del precio de otro objeto financiero, que puede ser un activo, una tasa de referencia o un índice,

¹⁵ Se da cuando la varianza de los errores no es constante en las distintas observaciones. Heterocedasticidad: $E(U_i^2) = \sigma$

tales como una acción, una divisa o un producto físico. En todos los casos el activo del cual se deriva el precio, es llamado activo subyacente.

Aunque actualmente se utiliza en el mundo una amplísima gama de derivados financieros y múltiples combinaciones entre ellos, los derivados básicos, y más conocidos, siguen siendo las opciones, los forwards, los futuros y los swaps. Por ejemplo, si se tiene una opción sobre una acción, la opción es el derivado financiero, y el activo subyacente es la acción.

Los llamados productos derivados financieros han sido utilizados con diversos objetivos, pero, dependiendo de la intención que se tenga al utilizarlos, los agentes u operadores que intervienen en su uso siempre se pueden enmarcar dentro de alguna de las siguientes categorías: coberturistas, especuladores o arbitrajistas.

El objetivo de un coberturista (*hedger*) es cubrir el riesgo que afronta ante potenciales movimientos en un mercado variable. Los especuladores, utilizan los derivados para apostar acerca de la dirección futura de los mercados y tratar de obtener beneficio de esas tendencias "previstas". Los arbitrajistas toman posiciones compensatorias sobre dos o más activos o derivados, asegurándose un beneficio sin riesgo, y aprovechando situaciones coyunturales de los mercados.

La intención que aborda esta parte del capítulo, es la de deducir la ecuación diferencial en derivadas parciales que desde su descubrimiento en 1973 ha sido denominada como el modelo de Black Scholes Merton.

Supongamos que el valor de una acción, que se toma como activo subyacente, es S y satisface la siguiente ecuación diferencial estocástica¹⁶:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dx \quad (2.21)$$

donde μ es la tasa promedio de rendimiento, t es el tiempo, σ es la volatilidad y dx es un proceso de Wiener, que satisface una distribución normal $N(0, \sigma^2 dt)$.

¹⁶ Para dar a la expresión (1) un significado matemático preciso, debe ser interpretada como el límite de la expresión $X_{t+\Delta t} - X_t = \mu \Delta t + \sigma (W_{t+\Delta t} - W_t)$ para $\Delta t \rightarrow 0$.

Usando el lema de Itó (que es una conocida formula del cálculo estocástico) se tiene que:

$$dV = \frac{\partial V}{\partial t} dt + \frac{\partial V}{\partial S} dS + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} (dS)^2 = \left(\frac{\partial V}{\partial t} + \mu S \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt + dS \frac{\partial V}{\partial S} dx \quad (2.22)$$

En este caso, igual que en caso discreto, se puede valorar el precio de la opción comparando con una cartera de inversión apropiada, que elimine la aleatoriedad del movimiento browniano. Como S y V están correlacionados, esto puede hacerse construyendo una cartera que consiste de una opción $-\frac{\partial V}{\partial S}$ y un número de acciones.

El valor de esta cartera estará dado por:

$$\Pi = V - \frac{\partial V}{\partial S} S$$

Por lo tanto el valor de la cartera será:

$$d\Pi = dV - \frac{\partial V}{\partial S} dS$$

Que combinado con las expresiones dadas para dS y dV se convierte en:

$$d\Pi = \left[\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right] dt \quad (2.23)$$

a una tasa sin Π . Además la ganancia de invertir riesgo r , durante un intervalo de tiempo dt , sería $r\Pi dt$. Entonces asumiendo que no existe oportunidad de arbitraje y que no hay costos de transacción, se tendría que,

$$r\Pi dt = \left[\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right] dt$$

Substituyendo $d\Pi = dV - \frac{\partial V}{\partial S} dS$ en la expresión anterior y dividiendo por t se obtiene la *ecuación diferencial parcial de Black y Scholes*:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0 \quad (2.24)$$

El valor de cualquier derivado financiero debe satisfacer esta ecuación básica.

Con la mayoría de las ecuaciones diferenciales, la ecuación de B-S-M tiene muchas soluciones, que dependen de las condiciones iniciales y de frontera, y que corresponden a la multitud de posibles instrumentos derivados financieros. En

muchos casos prácticos, los procedimientos no permiten una solución analítica, y se hace necesario recurrir a métodos numéricos¹⁷.

En el caso de una opción de compra europea, con precio de ejercicio E, y término de expiración T, al final del periodo de la opción debe valer exactamente $\max(S-E, 0)$ cuando $t=T$. Para este derivado en particular y con la condición dada, el valor de esa opción, generado por el modelo esta dado por:

$$N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-(1/2)y^2} dy$$

$$d1 = \frac{\log\left(\frac{S}{E}\right) + \left[r + \frac{1}{2}\sigma^2\right] \cdot (T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (2.26)$$

y

$$d2 = \frac{\log\left(\frac{S}{E}\right) + \left[r - \frac{1}{2}\sigma^2\right] \cdot (T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (2.27)$$

De acuerdo con la formula, el valor de la opción de compra (call C), puede ser explicada por la diferencia entre el precio esperado de la acción –el primer término del miembro derecho –el segundo término del segundo miembro- si la opción es ejercida.

El valor de la opción es mayor cuanto más alto sea el precio presente de la acción S; cuanto más alta sea la volatilidad del precio de la acción –medida por la desviación estándar σ ; cuanto más alta sea la tasa de interés libre de riesgo r; cuanto más largo sea el tiempo hasta la madurez T; y cuanto más bajo sea el precio de ejercicio E, ya que entonces aumenta la probabilidad de que la opción sea ejercida. Esta probabilidad es, bajo la hipótesis de neutralidad del riesgo, evaluada por la función de distribución normal estandarizada N, en el segundo término del segundo miembro.

¹⁷Intuitivamente, una ecuación diferencial estocástica puede ser concebida como una ecuación diferencial ordinaria o determinística que se ve perturbada por el arribo de nueva información, modelado por el movimiento Browniano estándar. Una caracterización minuciosa de las ecuaciones diferenciales estocásticas puede encontrarse en Mikosch (1999, cap. 3).

que entonces aumenta la probabilidad de que la opción sea ejercida. Esta probabilidad es, bajo la hipótesis de neutralidad del riesgo, evaluada por la función de distribución normal estandarizada N , en el segundo término del segundo miembro.

En la ecuación todos los parámetros son observables, excepto la volatilidad. Ésta debe estimarse a partir de datos históricos del mercado. Alternativamente, si se sabe el precio de la opción *call*, puede utilizarse para calcular la volatilidad estimada por el mercado, también llamada "volatilidad implícita".

Con frecuencia se confunden el modelo y la fórmula. Es importante aclarar que el modelo B-S-M es la ecuación diferencial en derivadas parciales; y la fórmula de B-S-M, aunque es muy aplicada, sólo es una solución particular, válida para condiciones iniciales o de frontera muy específicas.

Fisher Black y Myron Scholes, quienes fueron los creadores originales del modelo, lograron plasmarlo en un artículo en octubre de 1970, que titularon "A Theoretical Valuation Formula for Options, Warrants and Other Securities".

Al tratar de publicarlo en el Journal of Political Economy, de la Universidad de Chicago, el trabajo fue rechazado por ser excesivamente especializado. Posteriormente intentaron de nuevo publicarlo en Review of Economic and Statistics, de Harvard, y volvieron a fracasar. Reescribieron el artículo en enero de 1971, con nuevo título -"Capital Market Equilibrium and the Pricing of Corporate Liabilities"- pero, otra vez tuvieron una respuesta negativa.

Pero insistieron, y triunfó su persistencia: Lograron que la versión final, de mayo de 1972, titulada "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", apareciera en el Journal of Political Economy de mayo/junio de 1973, un año después de que, en un artículo del Journal of Finance, Black y Scholes explicaran que su fórmula había sido verificada empíricamente.

El modelo toma su nombre de Black y Scholes porque fueron ellos los primeros en deducirlo, basando sus estudios en el Capital Asset Pricing Model (CAPM), por el cual Sharpe ganó el premio Nobel de economía en 1990.

Pero mientras preparaban su trabajo de 1973, la influencia de Robert C. Merton resultó decisiva. "Las sugerencias de Merton, que también trabajaba en la valuación de opciones -dice Black en un artículo de 1989-, mejoraron nuestro *paper*. En particular, Merton señaló que si se asume un *trading* continuo entre la opción y la acción, puede mantenerse entre ellas una relación que esté, literalmente, libre de riesgo. En la versión final del modelo, Black y Sholes, tuvieron en cuenta los aportes de Merton.

Por lo tanto, fue Merton quien advirtió que el equilibrio de mercado no es un requisito para la valuación de la opción; basta con que no exista oportunidad alguna de arbitraje. El método descrito en el caso particular mencionado se basa, precisamente, en la ausencia de arbitraje y en el cálculo estocástico. Esta idea puede ser generalizada para la valuación de otros tipos de derivados.

2.6. La cobertura delta con opciones.

El coeficiente *delta* de una opción constituye el componente fundamental de riesgo en una cartera. Será el factor a considerar para ser capaces de formar una cobertura de riesgo.

Esta *delta* se define como:

$$\Delta = \frac{\partial c}{\partial S} = N(x) \quad (2.28)$$

Es decir, como la sensibilidad del precio de la opción c a un cambio en el precio del activo subyacente (S) o el número de acciones necesario para replicar la opción.

De esta manera, si se tiene una posición corta (de venta), en un derivado, ésta se puede cubrir a través de una posición larga (de compra) con Δ acciones, y viceversa. Tener una posición cubierta significa tener un portafolio de inversión libre de riesgo.

A partir de una valuación binomial y con base en Black y Scholes podemos ver lo siguiente: supongamos la siguiente economía con 2 activos financieros; uno de ellos

con riesgo (acción) que hoy vale S y mañana puede valer uS o dS tal que $Us > Ud$ y el otro sin riesgo (bono o cuenta corriente), B , que paga una tasa de interés r .

Existen dos estados de la naturaleza (u y d) y hay dos activos (S y B), por lo tanto es un mercado completo y todo riesgo se puede cubrir. Introducimos una opción de compra sobre S donde su precio de ejercicio es K .

La opción es un activo redundante, pues su precio se puede obtener con una cartera formada por los otros dos activos. El precio de la opción ha de ser igual al precio de esta cartera, si no existe oportunidad de arbitraje y es posible cubrirse por riesgo.

La cartera que replica la opción estará formado por: Δ acciones y un monto de inversión de B en una cuenta corriente.

Queremos una cartera tal que:

$$\Delta uS + B(1 + r) = Cu$$

$$\Delta dS + B(1 + r) = Cd$$

donde tenemos dos incógnitas, Δ y B , y dos ecuaciones, por lo que al resolver obtenemos:

$$\Delta = \frac{Cu - Cd}{(u - d)S}, B = \frac{Cdu - Cud}{(u - d)(1 + r)}. \quad (2.29)$$

Así:

$$C = \Delta S + B \quad (2.30)$$

Esto nos dice el precio de la opción, y cómo formar la cartera para replicar la opción, a través de Δ , que como ya mencioné es la sensibilidad de la cartera a variaciones en el valor del título subyacente.

Si sustituimos los valores obtenidos de (2.29) en la ecuación (2.30) llegamos a la siguiente expresión:

$$C = \frac{1}{1+r} [pCu + (1 - p)Cd] \quad (2.31)$$

Donde:

$$p = \frac{1+r-d}{u-d}, (1 - p) = \frac{u-(1+r)}{u-d} \quad (2.32)$$

Suponiendo que p y $(1-p)$ sean probabilidades: el valor de la opción calculado de esta manera (valores ponderados, descontados a la tasa libre de riesgo) implica que se trata de una valuación de un agente neutral al riesgo. Por lo tanto, crear una cartera equivalente es lo mismo a calcular “probabilidades” dado un agente neutral al riesgo. Sin embargo, conforme se complique el escenario la segunda valuación es más sencilla.

Si el número de períodos se extiende a infinito se converge a la fórmula de Black y Scholes, dada la segunda manera de valuación que se mencionó:

$$C = SN(x) - e^{-rt}KN(x - \sigma\sqrt{t}) \quad (2.33)$$

Aquí $N(x)$ es la función de distribución acumulada de una normal:

$$x = \frac{\log\left(\frac{S}{K}\right) + \left(\frac{1}{2}\sigma^2 + r\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (2.34)$$

donde t es el tiempo al vencimiento, r es la tasa de interés, σ es la volatilidad del activo, S es el valor del subyacente (precio de la opción hoy) y K es el precio de ejercicio.

Sabiendo que:

$$C + VP(K) = P + S \quad (2.35)$$

donde C significa el precio de una opción de compra y P el de una opción de venta. Para ver el valor de la opción de venta sólo despejamos de (2.33) y sustituimos en (2.35), para obtener:

$$P = e^{-rt}KN(\sigma\sqrt{t} - x) - SN(-x) \quad (2.36)$$

Para el caso de cobertura con divisas, la intervención de los bancos centrales, en términos de compra y venta de divisas extranjeras ha sido una actividad muy ejercida en los últimos años. El objetivo de esta intervención es disminuir la volatilidad cambiaria en la economía y así favorecer la estabilidad, o regresar al tipo de cambio a un cierto nivel programado. Sin embargo, se ha encontrado que la realidad no apoya totalmente la hipótesis de que la intervención puede, constantemente, influir en el nivel del tipo de cambio. Adicionalmente, existe evidencia de que la intervención tiende a incrementar la volatilidad en vez de “calmar los mercados desordenados”.

Es por todo esto, que han surgido formas alternativas indirectas para intervenir en el mercado, favoreciendo la acumulación de reservas y protegiéndose ante casos adversos. Por ejemplo, la intervención vía el mercado de derivados, más específicamente, a través del mercado de opciones.

Al implantarse el régimen de flotación en el país, se temía que la cotización de la moneda extranjera resultara muy volátil. Sin embargo, la evolución del tipo de cambio a partir de principios de 1996 ha disipado este temor. Si bien es cierto que durante 1995 y actualmente en 2008 la cotización del peso frente al dólar mostró una gran inestabilidad, ésta fue resultado del ambiente generalizado de incertidumbre macroeconómica y no de las características del régimen de flotación.

Comentarios finales.

La forma en la cual se busca disminuir este riesgo, está condicionando el ejercicio de la opción a que el tipo de cambio quedara por debajo de un nivel predeterminado. De tal forma, otra característica de la opción es que ésta sólo se puede ejercer cuando el tipo de cambio de ejercicio no sea superior, ni al tipo de cambio (*fix*) del día anterior (de otra manera no habría ganancias), ni al promedio aritmético de los tipos de cambio (*fix*) determinados por el Banco de México los 20 días hábiles anteriores al día en que se pretendan ejercer los derechos.

Con estos elementos teóricos y referencias económicas disponemos de condiciones para presentar y desarrollar en el siguiente capítulo una propuesta para Mexicana de Aviación sobre un modelo de valuación y cobertura para opciones de venta de dólares e insumos en combustibles. Se comienza por un planteamiento sobre el riesgo y su comportamiento para con esto realizar la determinación de los elementos necesarios, siendo la primordial estrategia la realización de comparaciones y propuesta dentro de las conclusiones que da sustento al desarrollo de un proceso para valorar las opciones de venta de dólares y, por último, realizar una propuesta económica para sustentar el objetivo de este trabajo.

Capítulo III. Estrategia de cobertura del riesgo precio de tipo de cambio para la adquisición de combustible: caso del Grupo Mexicana de Aviación.

1.1. El riesgo y la necesidad de la cobertura.

Perder una inversión por el efecto de una divisa es un riesgo que pocas empresas están dispuestos a asumir y sobre todo a aceptar. La enorme volatilidad que ha presentado el tipo de cambio resulta letal para la empresa si juega en su contra, cualquier crisis ha mostrado que se acentúan los problemas y resalta la necesidad de aislar el efecto de la variación del tipo de cambio en las actividades de la empresa, por ejemplo la compra de materia prima, insumos y servicios.

La inesperada escalada del dólar durante 2008, se convirtió en moneda refugio durante los momentos de pánico y causó verdaderos estragos en muchas empresas aeronáuticas a nivel mundial, y afectó a las líneas aéreas nacionales que seguían prácticas empresariales poco o mal cubiertas contra este riesgo por falta de pericia, lo que manifestó la importancia del tema de investigación.

Desde un punto de vista crítico se encuentra que las pérdidas reportadas que se han dado por un manejo especulativo, muchos preguntan, cuál es la necesidad de incurrir en riesgos debido a los instrumentos derivados?, o también explicar que mucho del daño que se le hizo a las instituciones fue a consecuencia de los instrumentos derivados utilizados en forma inadecuada y poco profesional.

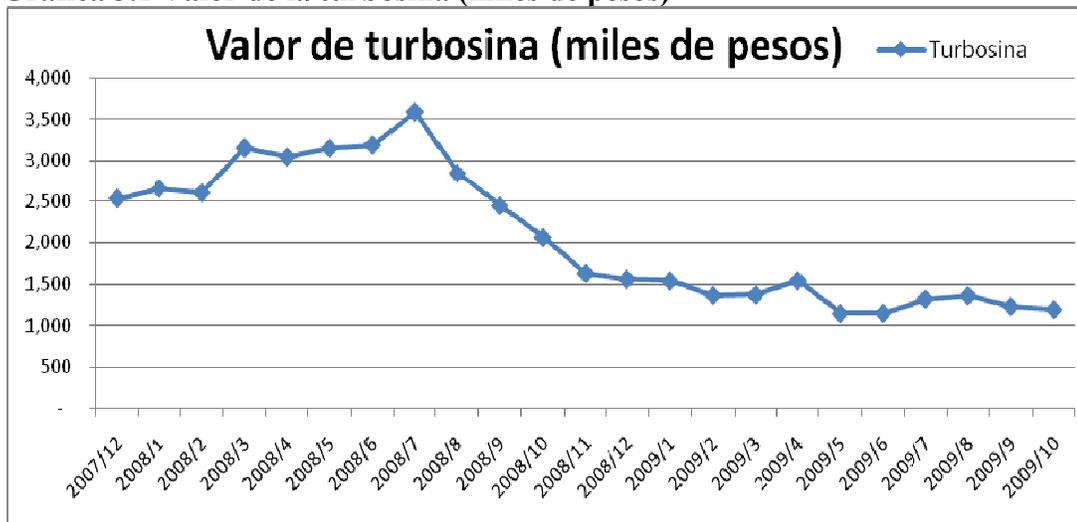
Existen diferentes instrumentos financieros y productos derivados que son adecuadas para llevar una cobertura eficaz de los riesgos en el entorno financiero de las empresas que operan institucionales nacionales y extranjeras, Para el caso del mercado financiero externo, el acceso de las empresas nacionales en el ramo aeronáutico resulta limitado por la inestabilidad del sector aeronáutico nacional, que representa elevados montos de operación, los costos de estas operaciones derivado de

los riesgos propios de cada empresa y del mercado asociado al país. Esto conlleva a que las necesidades de cobertura en el marco aeronáutico deban ser resueltas en la medida que sea posible por los servicios ofertados en el mercado doméstico.

3.2. Comportamiento del precio de la turbosina.

Uno de los principales insumos de la aviación es el combustible, en 2008 el mercado petrolero internacional enfrentó una serie de circunstancias que ocasionaron una alta volatilidad en los precios del petróleo, ubicándose en niveles que no se tenían desde la década de los ochenta. En junio de 2008 se alcanzó el precio más alto, \$133.37 dólares por barril para el West Texas Intermediate (WTI) y \$4.164 dólares por galón para el Jet Fuel (turbosina). El nivel de precios proviene de una tendencia al alza iniciada desde diciembre de 2007, mes en el cual los precios de la turbosina insumo de la aviación alcanzaron la cotización más alta de los últimos 25 años, la evolución y comportamiento se puede observar en la gráfica 3.1.

Gráfica 3.1 Valor de la turbosina (miles de pesos)

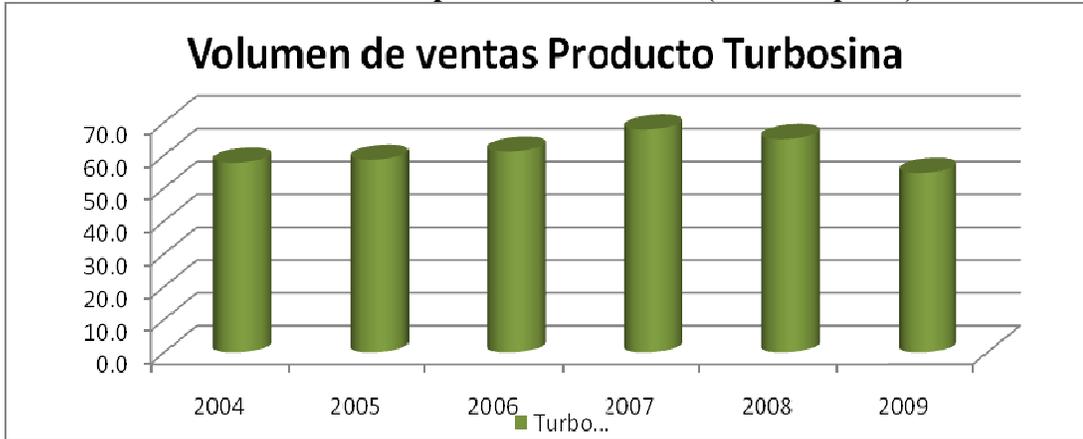


Fuente: Elaboración Propia

Como lo muestra la gráfica 3.1, se observa que el valor de la turbosina, alcanzó niveles record no registrados en los últimos años, lo cual no significan así un aumento en la producción de venta, ya que a pesar de que los volúmenes de producción no están por encima de los mismos niveles, el precio cotizado en los mercados

internacionales lograron que el valor de las ventas se incrementaran sustancialmente como lo refiere la gráfica 3.2.

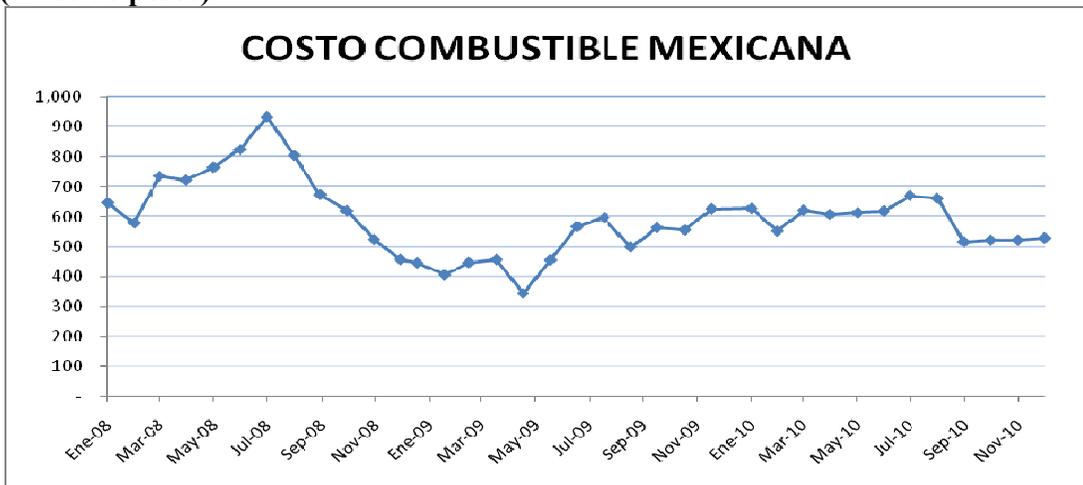
Gráfica 3.2. Volumen de ventas producto turbosina (miles de pesos)



Fuente: Elaboración Propia

El análisis de variaciones en el volumen de ventas y el valor de las ventas que se presenta en el mercado de combustible, comprueba que la compañía Mexicana de Aviación resintió un sustantivo impacto en sus costos de producción, mismo que se reflejó en el incremento directo en el precio de la tarifa aérea, que representó un incremento de 67% para el mes de julio 2008, e impactando a los gastos de operación y disminuyó la utilidad operativa por un lado y la reducción de la demanda que afectó la productividad del servicio.

Gráfica 3.3 Determinación costos de combustible para Mexicana de Aviación (miles de pesos).



Fuente: Elaboración Propia

El impacto en los costos del insumo combustible que refiere la gráfica 3.3, para la aviación alcanzó \$5.070 dólares por galón, que fue superior al de agosto de 2005. La autoridad de Aviación Civil fijó la recarga de combustible en el nivel de \$4.740 dólares por galón, el análisis señala que los cargos por combustible merman la posibilidad de la rehabilitación, los resultados se muestra en la gráfica 3.4, donde se muestra la comparación de los gastos de operación y los ingresos totales por concepto de transportación, este resultado establece las limitaciones en términos de utilidad de operación que tiene GMA ya que los ingresos de las tres aerolíneas que conforman al grupo no contemplan un visible margen de utilidad que les permita obtener resultados óptimos y tampoco buscar nuevas opciones de negocios para incrementar el valor a la empresa, que es el factor principal que mueve al grupo.

Gráfica 3.4. Comparativo variación ingresos-costos operativos Mexicana de Aviación (cifras en miles de pesos).

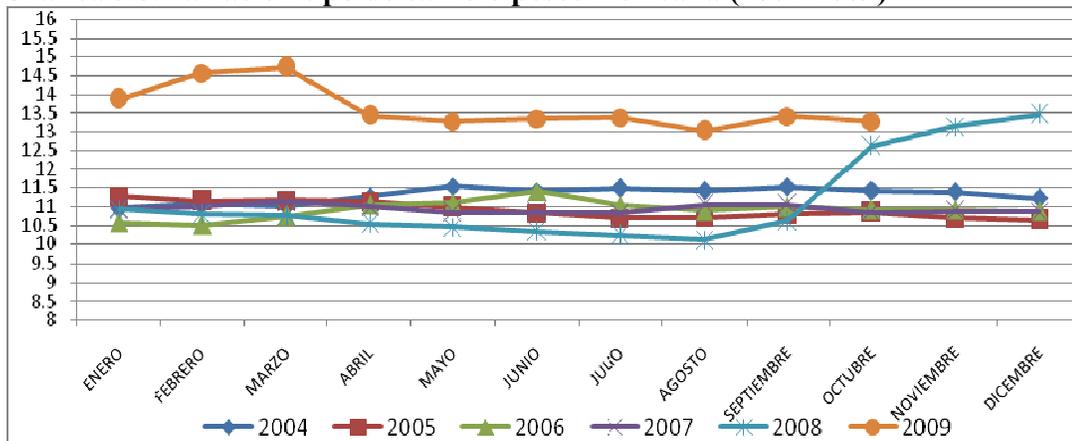


Fuente: Elaboración Propia

3.3. Comportamiento de la variación tipo de cambio.

Al tomar en consideración una muestra mensual promedio de la cotización del tipo de cambio peso-dólar en el periodo de 2004 al 2009, el efecto observado en los datos revela que, desde el punto de vista de la paridad del poder adquisitivo, existen largos periodos de sobre y subvaluación. Lo más destacable del análisis es que la evidencia empírica demuestra que, después de periodos largos de sobrevaluación, las medidas cambiarias adoptadas han sido insuficientes y, las presiones devaluatorias se han impuesto a las políticas cambiarias.

Gráfica 3.5. Variación tipo de cambio pesos mexicana (2004-2009)



Fuente: Elaboración Propia

Actualmente se sigue el esquema basado en datos oficiales de la gráfica 3.5, que muestra que en el valor de la moneda mexicana ya existía una sobrevaluación del peso de aproximadamente el 20%. Si se asume que el gobierno no aplicaría ninguna medida de tipo cambiario, la evidencia muestra que el peso estará cotizado por encima de su valor de mercado en un 19%. Los analistas económicos sostienen que el tipo de cambio actual no demostró el verdadero valor de la moneda, y recomiendan tomar las medidas oportunas, sacando ventaja de las malas experiencias que se habían tenido en el pasado, al encontrar un entorno cambiante y difícil de predecir, para establecer el nivel adecuado de la paridad cambiaria.

Los cambios y movimientos se muestran en las variaciones macroeconómicas de la inflación, paridad tipo de cambio, precio del petróleo y del combustible o turbosina que presenta la gráfica 3.6, la tasa de interés que afectó aún más los compromisos en moneda extranjera que Mexicana de Aviación tenía comprometidos dado que la totalidad de su flota es arrendada, principalmente con empresas europeas, que a pesar de haber pactado los contratos en dólares, las obligaciones se convierten en costos aplicables a la tarifa a la cual se traslada al consumidor y se convierte en un costo atribuible al gasto y una disminución a la utilidad para el grupo.

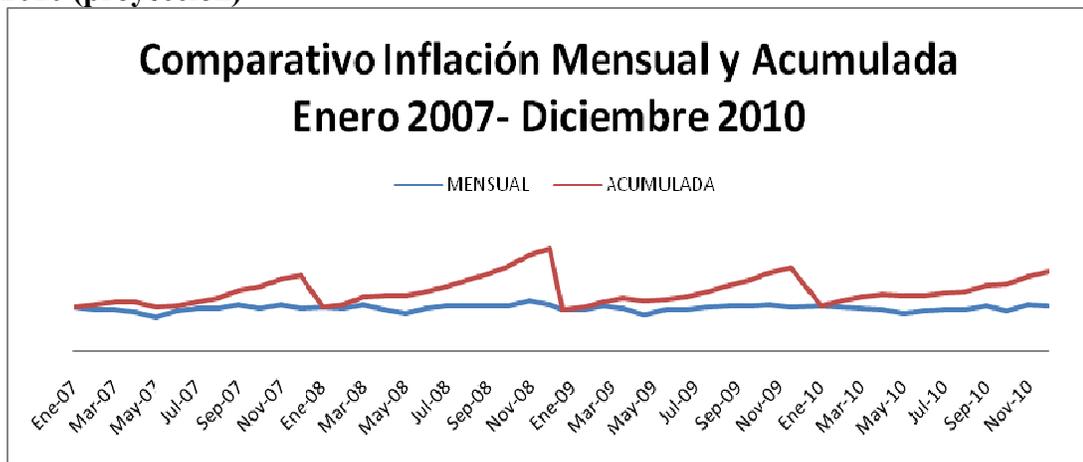
En la tabla 3.1 se muestran las principales premisas determinadas para grupo Mexicana de Aviación y que corresponden a obligaciones actuales y futuras, mismas que forman parte de nuestro análisis.

Tabla 3.1 Comparativo variación porcentual principales variables, periodo septiembre 2007, agosto2009.

Premisas	Sep07-Ago08	Sep08-Ago09	% VAR
INFLACION	5.3%	4.6%	
TIPO DE CAMBIO	13.26	13.25	-0.1%
PRECIO TURBOSINA (All in) UsCents/Galon	1.92	2.30	19.8%
WTI REFERENCIA	60.12	70.96	18.0%
FLOTA PROMEDIO	96.0	108.7	13.2%
HORAS VUELO	330,634	380,755	15.2%
ATERORIZAJES	137,558	170,934	24.3%
ASK'S (Millones)	24,611	26,781	8.8%
RPK'S (Millones)	16,649	19,550	17.4%
FACTOR OCUPACION	67.6%	73.0%	5.4%
PASAJEROS (Millones)	10.7	12.5	17.5%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3.6. Comparativo inflación mensual y acumulada enero 2007- diciembre 2010 (proyección)

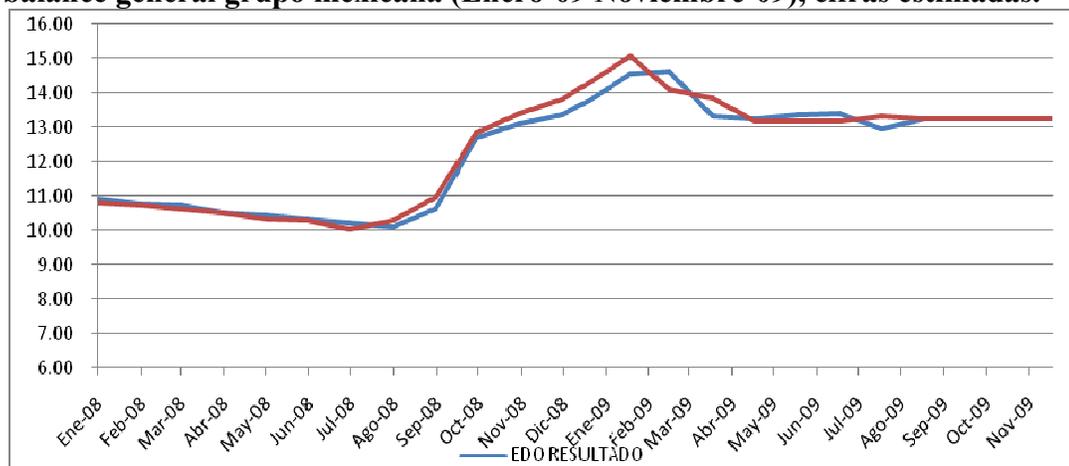


Fuente: Elaboración Propia

Al tener compromisos en moneda extranjera, en especial dólares americanos se torna necesario analizar el comportamiento inflacionario de Estados Unidos que se presenta en la gráfica 3.7 y comparado contra México en el mismo periodo, la comparación muestra que el rezago y la fuerza con la que la crisis económica afectó a Estados Unidos, también repercutió considerablemente a la inflación de México. Provocando

presiones inflacionarias y, por consiguiente, depreciación de la moneda con respecto al dólar.

Gráfica 3.7 Comparativo variación tipo de cambio estados de resultado vs balance general grupo mexicana (Enero-09 Noviembre-09), cifras estimadas.



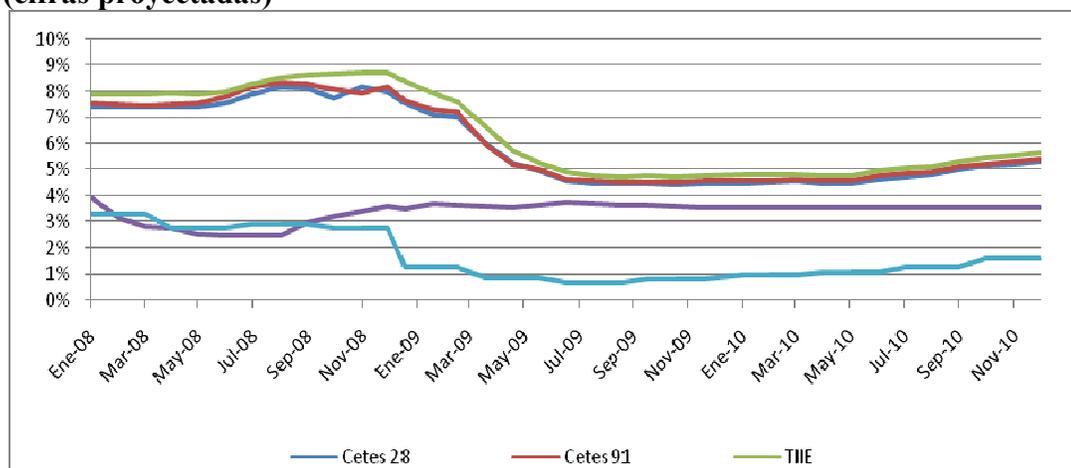
Fuente: Elaboración Propia

La gráfica 3.7 muestra los ajustes que por efectos variación de tipo de cambio se tuvo del precio de tipo de cambio utilizado en el balance general y el de estado de resultados por el Grupo Mexicana de Aviación para realizar sus obligaciones en moneda extranjera, y se observa que en los periodos de mayor inestabilidad en la paridad del tipo de cambio se registraron ajustes adversos lo que equivale a una devaluación del 16% sobre las estimaciones contables que tuvo implicaciones en la conducción de las finanzas de las empresa, selección de opciones de inversión y la planeación de acciones de carácter económicas. Es decir cuando el tipo de cambio mantuvo una tendencia a la alza (se deprecio) Mexicana de Aviación tuvo que pagar más por los bienes que consumió, en su mayoría considerado como costos fijos por mantener un esquema de arrendamiento en la flota, la cual es necesario cubrirla en moneda extranjera (dólares) y los intereses al mismo tipo de conversión.

Esto a su vez afecta en lo correspondiente al nivel inflacionario de forma negativa, ya que de continuar una tendencia de la paridad del tipo de cambio a la alza implicará una disminución en los niveles de eficiencia y de actividad económica para la empresa si no establece medidas precautorias para mitigar los efectos macroeconómicos del país y que con las herramientas financieras adecuadas se puede

estimar adecuadamente la volatilidad basada en las coberturas y generar mayor certidumbre sobre las variables de tipo de cambio e inflación.

Gráfica 3.8. Comportamiento tasas de interés, enero 2008 – noviembre 2010 (cifras proyectadas)



Fuente: Elaboración Propia

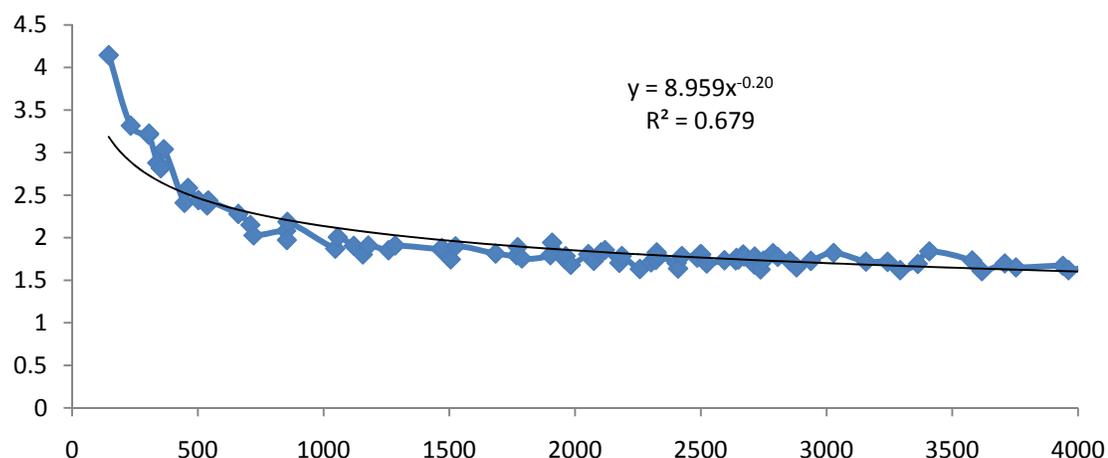
Como se observa en la gráfica 3.8, el comportamiento de las tasas de interés de mayor uso como el Cete a 28 días, Cete a 91 días y TIIE (Tasa de Interés Interbancaria y de Equilibrio), muestran a partir de enero de 2008 conservó una cierta estabilidad en este rubro, aunque comenzó a aumentar nuevamente hasta colocarse en 7.75% debido al riesgo de que la inflación aumentara.

3.4. Determinación de parámetros.

Grupo Mexicana de Aviación, está conformado por tres compañías, establecidas tal cual lo determina la IATA, quien regula las acciones de sus socios a nivel mundial a modo de controlar y establecer condiciones de mercado necesarias para el correcto y adecuado negocio que es la aviación. Dentro de este esquema se presentan los parámetros necesarios para determinar las líneas de acción a tomar, considerando todos los escenarios necesarios y cumpliendo con los objetivos previstos en los capítulos anteriores, buscando obtener una visión económicamente más clara y llegando a obtener los resultados necesario con el objetivo de encontrar un punto de equilibrio en la composición de factores financieros óptimos y necesario para que la empresa tenga las condiciones económicas y financieras adecuadas para hacerle

frente a sus obligaciones y, con esto, elevar el valor de la empresa y estar en condiciones de sobresalir y enfrentar los retos económicos que el mercado exige.

Grafica 3.9 Trayectoria consumo de combustible por milla, enero a diciembre 2008, Grupo Mexicana de Aviación.



Fuente: Elaboración propia (datos estimados)

La gráfica 3.9 representa la tendencia o trayectoria que el consumo del combustible por frecuencia y distancia tiene, por el lado de la de abscisa se muestra el valor de precio combustible o turbosina en dólares por galón, por el lado de la ordenada se muestra las distancias en kilómetros. En esta simulación se puede destacar que la mayor concentración de consumo de combustible se tiene dentro de los rangos de 1500 a 3000 kilómetros en un precio por galón entre 2.0 a 2.5 dólares, dentro de este rango de distancias se encuentran el 95% de las rutas que Grupo Mexicana de Aviación opera para el mercado nacionales y un 75% para el internacional; el resultado también indica un coeficiente de correlación (R^2) de 0.679 corroborando que los valores entre el precio y la distancia tiene una estrecha correlación, estos resultados sin niveles de ajustes se obtienen considerando el periodo de mayor volatilidad para el precio del combustible mismo abarco de enero a diciembre de 2008.

Es relevante mencionar el hecho que los resultados muestran un elevado nivel de correlación transfiriendo en un gran peso económico que representa para la empresa

los gastos de operación¹, los cuales ascienden a un 14% por debajo de la utilidad esperada. Son resultados que identifican a la empresa Mexicana de Aviación con una estructura financiera de bajo nivel asumido al no tomar en consideración coberturas sobre este insumo muy volátil y necesario.

Cuadró 3.1. Proyección de consumo de combustible, Grupo Mexicana de Aviación, enero 2010.

MERCADO	GALON COMB	FRECUENCIA	PAX_PROD	GALON/FREC	COSTO/FRQ DLLS	DLLS/GLLN	COST_REAL
ARGENTINA-BRASIL	1,596,221	118	13,365	13,527.29	29,815.94	2.20	41%
CANADA	1,136,742	289	26,028	3,933.36	8,669.65	2.20	59%
ESTADOS UNIDOS	7,801,976	3,231	281,495	2,414.72	5,322.37	2.20	87%
ESPAÑA-INGLATERRA	1,549,702	87	10,184	17,812.67	39,261.46	2.20	39%
LATINOAMERICA	1,721,846	1,007	72,594	1,709.88	3,768.79	2.20	85%
REP-MEX CORTO	4,399,715	8,395	378,220	524.09	1,155.16	2.20	77%
REP-MEX LARGO	2,651,092	2,525	152,593	1,049.94	2,314.20	2.20	74%
GENERAL	20,857,295	15,652	934,479	1,332.56	2,931.64	2.20	86.59%

Fuente: Elaboración Propia.

Tomando en consideración el análisis presentado donde se denota el nivel promedio de consumo de combustible por galón de 2.2. dólares, y sectorizando el mercado que Grupo Mexicana de Aviación actualmente tiene tanto a nivel nacional como internacional se realizó una proyección del consumo por sector que para el mes de enero de 2010 pueda tener la empresa la cual se muestra en la gráfica 3.1, realizando un análisis de las frecuencias que para el mes de diciembre de 2009 se tenía se proyectó la misma frecuencia de operaciones a realizar para con esto determinar por sector el nivel de consumo y la concentración que este costo tendrá; los resultados muestran que el consumo de acuerdo a las distancias y costos se en relación a sus frecuencias se tiene para el mercado internacional en primer lugar con más de 7.5 millones de dólares por galón, después sigue el mercado nación en rutas cortas² con

¹ Que para este trabajo de investigación, no es tema de investigación, aunque también es un rubro dentro de los costos de la empresa Mexicana de Aviación la cual debería de analizarse en otro estudio considerando estados de resultados y balances generales.

² Se clasificaron para las rutas nacionales en dos clasificaciones, rutas cortas que se consideran menores a 1,000 kilómetros y rutas largas que son mayores a 1,000 kilómetros. El resto de los sectores internacionales no se clasificaron de la misma forma ya que en todos los casos sobrepasa los 1,000 kilómetros.

un consumo de 4.4 millones de dólares por galón; el total estimado para la proyección de consumo asciende a 20.8 millones de dólares por galón, este costo representan el 87% de los ingresos de la compañía por concepto solo de transportación de pasajeros. Ejemplificando la proyección sin utilizar una cobertura adecuada para eliminar el riesgo de que el precio del combustible aumente por consecuencia del mercado, los gastos en el mes enero de 2010 superarán las proyecciones mostradas en la gráfica 3.1, y contemplando niveles de costos en el combustible más elevados, con una volatilidad mayor, el valor real por mercado resulta únicamente en la cobertura del gasto de combustible solo en un 82%, asumiendo una perdidas del 18% sólo por este insumo y asumiendo que el resto de las variables económicas y los insumos necesarios no tuvieran movimientos significativos que modifiquen los resultados financieros adversos a las necesidades y las estrategias financieras que la empresa busca obtener.

3.5. Estrategia de coberturas.

El incremento del riesgo hace atractivo participar en el mercado de futuros , la cual supone una articulación de instrumentos de cobertura como estrategia para reducir la incertidumbre por fluctuaciones adversas del precio, para el análisis resulta de mayor representación por considerarse para de los costos de operación del Grupo Mexicana de Aviación que derivan de la misma forma en riesgo para los inversionistas contra pérdidas potenciales; dentro de este apartado, realizaremos un ejercicio de cobertura que permita demostrar las necesidades actuales para el Grupo Mexicana de Aviación, ocasionado principalmente por la inestabilidad cambiaria y volatilidad en el precio del combustible provocando un desequilibrio económico y financiero, y, afectando costos de los insumos que impactan directamente en los precios de la tarifa aérea y que determina el nivel de demanda que la empresa tendrá, mimo puede estar por encima del mercado y por consecuencia minimiza las utilidades y eleva el efecto de rendimiento y perdidas esperadas.

Considerando los siguientes criterios, tenemos que:

- 1.- Asumir una posición opuesta a la del mercado, respecto a las opciones disponibles para las coberturas; asumir una posición larga hoy sobre los insumos de mayor representatividad ante la empresa.
- 2.- Establecer los ajustes pertinentes en base a las posiciones que se van a cubrir respecto del precio del combustible y la paridad tipo de cambio USD-MXN, así como el importe con el que se prefiere realizar la cobertura, y fijar el número de contratos.
- 3.- Considerar y tener anticipadamente los ajustes necesarios por la sensibilidad del mercado, respecto del contrato y con el que se llevará a cabo la cobertura.
- 4.- De acuerdo con las fechas de los contratos de futuros, así como de su fecha de referencia para llevar a cabo la cobertura se debe delimitar el monto de la inversión.

Para determinar la estrategia de cobertura y el análisis de las opciones de derivados del tipo de cambio y el precio del combustible, las volatilidades implícitas se pueden arrojar los principales resultados

- a) Cuando la volatilidad calculada para los insumos de análisis se acercan a la volatilidad esperada del propio mercado, y los cuales pueden estar por encima de las primas que cobra el mercado,
- b) Cuando la volatilidad calculada esté por encima de la volatilidad de cada activo, en este caso, las primas calculadas tienden a los precios de las primas que cobra el mercado en situaciones normales, y
- c) Las primas calculadas derivadas de los cálculos de los riesgos pueden representar máximos de lo que el mercado puede establecer.

Con el siguiente ejemplo numérico de Opción de Tipo de Cambio Peso Mexicano – Dólar Estados Unidos, en principio se utilizara para un período de tiempo, el modelo supone que solo hay dos valores posibles para el tipo de cambio en el siguiente período: “hacia arriba” o “hacia abajo”

Si consideramos:

Opción de Compra sobre un MXN a cambio de USD³.

Precio del ejercicio: USD/MXN 14,7135⁴

Precio del spot: USD/MXN 14,7135

Precio Forward: F_{01} : USD/MXN 12,8527⁵

Tasa libre de riesgo en México 7.03%⁶ y en Estados Unidos 10.00%⁷.

Dentro del ejercicio es necesario suponer la hipótesis de un alza o una baja en el precio del combustible.

Ho: q: Alza : 14,80

H: q: baja : 12,70

El valor esperado ajustado por el riesgo debe basarse en la probabilidad, ajustada por riesgo, de que haya un alza “q”. Entonces el equivalente cierta sería:

$$CEQ_0(S1) = F_{01} = 12,8527 = q * 14,80 + (1-q) * 12,70$$

La probabilidad ajustada por riesgo: $q = \frac{12,857 - 12,70}{14,80 - 12,70} = \frac{60}{150} = 0,0748$

Este resultado ajustado del riesgo resultante de 0.0748 demuestra la necesidad de la cobertura en el ejercicio al precio de la compra del contrato futuro. Es decir, tomando la posición larga del contrato y contemplando los compromisos a futuros, se estará en condiciones de asegurar tasas de descuento preferenciales que aseguren el precio determinado el tiempo t_0 (hoy), sin afectar compromisos a futuros y conociendo el esquema de pagos sin riesgos de alto impacto o variaciones económicas en el entorno mundial que pongan en riesgo los compromisos y las estrategias para tomar posiciones de ventaja sobre los costos de los insumos.

Para iniciar con el modelado de la cobertura en los principales activos o insumos como es el precio del combustible o jet fuel, y la cotización mensual del tipo de

³ Se denotará para el tipo de cambio cuando hablemos de pesos mexicanos las literales MXN, y para el caso de dólares americanos USD

⁴ En este ejemplo se está utilizando el valor de tipo de cambio más alto dentro de la historia de los tipos de cambio del año 2004 al 2009, que corresponde al mes de marzo de 2009.

⁵ El tipo de cambio Forward, para nuestro ejemplo corresponde al promedio registrado en el mes de diciembre de 2009, que corresponde al último mes y año de la muestra utilizada para este estudio de investigación y considerando este como el tipo de cambio a futuro.

⁶ CETES a 28 días, rendimiento promedio del mes de Marzo 2009.

⁷ Bonos del Tesoro a 1 mes, % anualizado promedio (Reserva Federal).

cambio, y, aplicándole a estos los elementos teóricos del modelo Black-Scholes-Merton sobre cobertura en productos físicos, el conjunto de datos utilizados para conformar la muestra de análisis, se tomó de las cotizaciones registradas en el precio del combustible utilizado en la industria aeronáutica de forma mensual para el periodo de enero 2004 a diciembre 2009, considerando la fecha de vencimiento al 30 de diciembre de 2009 y de esta forma modelar y determinar el impacto de los cambios registrados para con esto tener las condiciones para determinar la cobertura adecuada que minimice el riesgos adecuadamente.

Cuadro 3.2 Volatilidad mensual registrada del precio del combustible Jet fuel para el periodo Enero 2004, Diciembre 2009.

JET FUEL											
FECHA	USD/GALON	LOG(P1/P1-0)*100	σ	FECHA	USD/GALON	LOG(P1/P1-0)*100	σ	FECHA	USD/GALON	LOG(P1/P1-0)*100	σ
01/01/04	1.42	-	3.18	01/01/06	2.68	-7.155228858962	3.93	01/01/08	3.85	0.112950514097	6.71
01/02/04	1.40	0.7485760139	3.18	01/02/06	2.87	2.974710270520	3.93	01/02/08	3.69	-1.786409122142	6.71
01/03/04	1.54	4.3352417025	3.18	01/03/06	2.95	1.194011924417	3.93	01/03/08	4.01	3.552971759875	6.71
01/04/04	1.49	1.5148609978	3.18	01/04/06	2.76	-2.891293391295	3.93	01/04/08	4.01	0.000000000000	6.71
01/05/04	1.54	1.3895852844	3.18	01/05/06	3.30	7.760485781267	3.93	01/05/08	4.74	7.238287823595	6.71
01/06/04	1.58	1.1157825829	3.18	01/06/06	3.10	-2.715224604361	3.93	01/06/08	4.01	-7.236486150161	6.71
01/07/04	1.63	1.3822707224	3.18	01/07/06	3.18	1.106542615016	3.93	01/07/08	5.30	12.113149698061	6.71
01/08/04	1.80	4.3500682679	3.18	01/08/06	3.14	-0.549747191122	3.93	01/08/08	5.20	-0.827252596599	6.71
01/09/04	1.68	2.9845801507	3.18	01/09/06	3.31	2.289834570250	3.93	01/09/08	4.45	-6.764333265387	6.71
01/10/04	1.62	1.6599261819	3.18	01/10/06	3.03	-3.838536527341	3.93	01/10/08	4.46	0.097484773121	6.71
01/11/04	1.96	8.4431463545	3.18	01/11/06	2.79	-3.583842522871	3.93	01/11/08	4.46	0.000000000000	6.71
01/12/04	2.07	2.2353547649	3.18	01/12/06	2.69	-1.585192327119	3.93	01/12/08	3.26	-13.611725864420	5.43
01/01/05	1.90	3.6970066363	5.63	01/01/07	2.92	3.563057144601	2.94	01/01/09	2.94	-4.487026965578	5.43
01/02/05	1.82	1.7562566604	5.63	01/02/07	2.58	-5.376314548519	2.94	01/02/09	2.41	-8.633028783729	5.43
01/03/05	2.04	4.7815375532	5.63	01/03/07	2.74	2.613085685716	2.94	01/03/09	2.13	-5.434606200016	5.43
01/04/05	2.32	5.5773221689	5.63	01/04/07	2.84	1.556777722665	2.94	01/04/09	2.28	3.026386642575	5.43
01/05/05	2.39	1.3846905594	5.63	01/05/07	3.12	4.08325397141	2.94	01/05/09	2.24	-0.768682866629	5.43
01/06/05	2.25	2.6215382837	5.63	01/06/07	3.09	-0.419611459361	2.94	01/06/09	2.51	4.942570314688	5.43
01/07/05	2.41	2.9834524464	5.63	01/07/07	3.18	1.249498155318	2.94	01/07/09	2.51	0.000000000000	5.43
01/08/05	2.35	1.0949180303	5.63	01/08/07	3.18	0.000000000000	2.94	01/08/09	2.63	2.028202700872	5.43
01/09/05	2.35	-	5.63	01/09/07	3.07	-1.468486939568	2.94	01/09/09	2.94	4.838682080488	5.43
01/10/05	2.78	7.2976933646	5.63	01/10/07	3.50	5.623507500632	2.94	01/10/09	2.94	0.000000000000	5.43
01/11/05	3.77	13.2296554288	5.63	01/11/07	3.55	0.595713172363	2.94	01/11/09	2.94	0.000000000000	5.43
01/12/05	3.16	7.6654267587	5.63	01/12/07	3.84	3.437042605524	2.94	01/12/09	3.07	1.867891200823	5.43

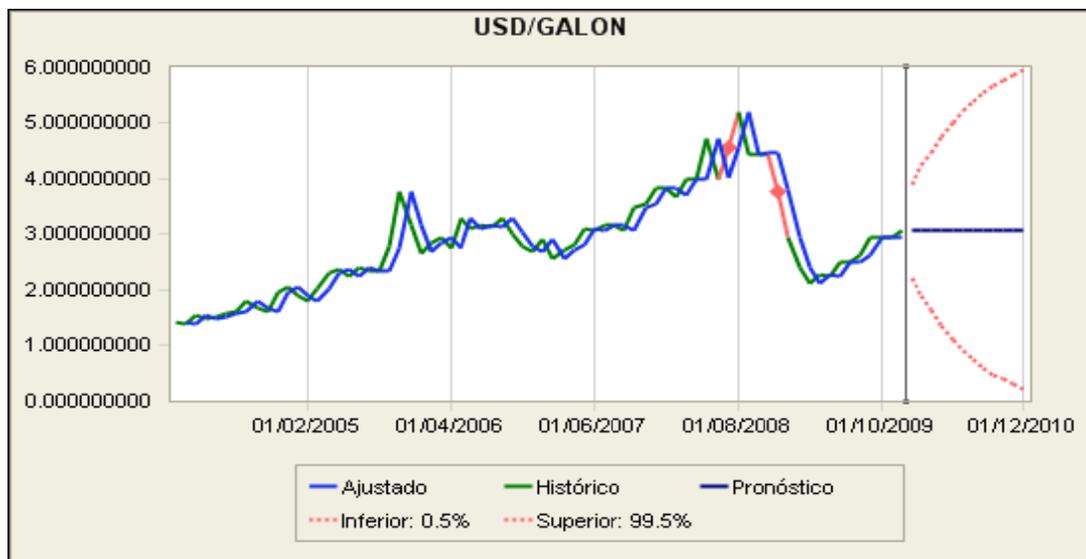
FUENTE: Elaboración propia, precios históricos de venta Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASSA)

El cuadro 3.1 presenta los datos de dólar por galón promedio mensual de la cotización registrada del Jet fuel o turbosina utilizado en la industria aeronáutica, el cual incluye los costos de transportación y almacenaje, y el cálculo de su volatilidad histórica, las cotizaciones para efectos de la cobertura se consideraron a partir del mes de enero 2004 a diciembre 2009. El resultado muestra la tendencia a partir del estudio en la volatilidad y teniendo periodos de estabilidad, sin embargo durante los últimos

dos años el incremento en sus variaciones y por consecuencia en su volatilidad hacen evidente la necesidad de estabilizar la tendencia del movimiento del precio del combustible en beneficio financiero de la empresa.

Como se muestra en la gráfica 3.10 se representan las variaciones obtenidas del modelado histórico del precio del jet fuel, considerando ajustes y determinando un pronóstico de los siguientes 12 meses.

Gráfica 3.10 Trayectoria precio de combustible Jet fuel, Enero 2004 a Diciembre 2008.



Utilizando la herramienta de análisis financiero, se modelaron los datos del precio del combustible galón de jet fuel los cuales se muestran en la gráfica 3.10, para determinar el nivel y tendencia que el precio histórico que ha tenido, demostrando que en los últimos dos años, la tendencia así como los ajustes muestran un elevado nivel que sobrepasa precios de hasta 5 dólares por galón, esto de forma empírica demuestra que para la industria aeronáutica y en particular en Mexicana de Aviación, los costos registrados para el periodo 2007-2009 este insumo corresponde a más del 60% del valor del servicio ofrecido, de continuar esta tendencia hacia niveles por arriba de los 3 dólares por barril, será necesario instrumentar métodos y herramientas

financieras acordes a la tendencia del valor de los insumos en la industria, con el objetivo de esto del valor histórico para el periodo

Para comenzar el análisis de riesgos, lo primero que se debe conocer es el riesgo absoluto o nivel de pérdidas máximas esperadas si no se realizan operaciones de cobertura para el costo del petróleo, ya que se asociará a la industria aérea y el cual está ligado a la cotización y el riesgo asociado al hidrocarburo; con el fin de tener una idea del precio máximo, y el beneficio en términos de reducción del riesgo, que se obtendría por la utilización de las herramientas de mitigación de riesgos disponibles.

Para el cálculo de los precios futuros a tener en cuenta en un análisis de riesgo se puede usar en un modelo matemático (similar al de un sistema de movimiento aleatorio browniano) que predice la ocurrencia de eventos hacia el futuro en una banda acotada, con una probabilidad de ocurrencia dependiente del valor inverso de la función de probabilidad normal acumulada. Para determinar el escenario de precios más probable para un período dado, se utiliza el conjunto de valores de opciones de compra a futuro que se transan en ese momento en una bolsa adecuada; a este conjunto de datos se le conoce comúnmente como cobertura a futuro.

Para determinar el nivel de riesgo se utiliza una cobertura a futuro, y la variabilidad, es decir la volatilidad de las opciones de compra a futuro, que puede ser histórica (por lo general, asumiendo mínimo un año hacia atrás) o implícita (calculada mediante diversos métodos para valorar las diferencias en las transacciones de un mismo día).

La elección de uno u otro se debe hacer según criterio profesional puesto que ante fluctuaciones extremas del mercado pueden ser muy útiles a corto plazo las volatilidades implícitas, pero a largo plazo, según la no-perdurabilidad de la causa de la fluctuación, puede ser mejor la volatilidad histórica, o una combinación empírica de ambas.

Consideremos ahora el caso de GMA que de manera continua a lo largo del año debe hacer pagos en una divisa como consecuencia tanto de los costos de los precios de combustibles cotizados en dólares y liquidados en pesos mexicanos, como todas las

refacciones, costos aeroportuarios, y pago de servicios en el extranjero derivado de los aterrizajes y despegues de las aeronaves que salen del país, por consecuencia y como se ha demostrado, el nivel de riesgo para los últimos años ha aumentado considerablemente por las constantes depreciaciones del peso mexicano respecto del dólar americano.

Para aclarar el tema se continúa con el ejercicio presentado. En este caso, se calcula el riesgo de una opción de compra sobre 10, 000 barriles de crudo para un precio de referencia de \$80.70 durante el período del 1 de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2009⁸, estando ubicado el análisis el 1 enero de 2008. A partir de los futuros de la bolsa internacional se obtiene la serie de coberturas a futuro y las volatilidades, que para el ejemplo se encuentran entre 23% y 28%. El análisis estadístico permite estimar un valor de la prima a pagar por la opción de \$4,67 por cada barril.

En el caso de una opción de compra, el único riesgo asumido es perder el valor pagado por la prima, cuando los precios de mercado son inferiores al de referencia.

Para el cálculo del riesgo específico de la opción, se considera la serie precios máximos (p95%), debido a que, en este caso, se pierden los posibles mayores ingresos por mayores precios por encima del precio de techo (cap), dado que estos se deben trasladar al oferente en virtud de la venta de la opción de compra. Es apropiado señalar, que la teoría financiera define al riesgo como la dispersión de resultados (flujos) inesperados debido a movimientos en las variables financieras. De esta manera, tanto la desviación positiva como la negativa, deben ser consideradas fuentes de riesgo.

La esencia de esta transacción es la ausencia de prima para el tomador, por lo cual se busca un precio de equilibrio entre las oportunidades del tomador y del oferente que para este caso resulta en \$91,1. El riesgo específico para la opción de ejemplo sería que estuviera por debajo de \$76,3 por barril de crudo, en este caso sería necesario

⁸ Para este trabajo de investigación se contemplan el precio de cierre diarios y se posteriormente se promediaron las operaciones del mes para obtener un valor de referencia mensual, utilizando 12 transacciones mensuales.

tomar una posición corta, ya que no se podría además de cubrir la prima el precio de referencia está por encima.

El riesgo específico de la opción se presenta también por la opción de compra a un nivel de precio, que a diferencia, es mayor que la opción de venta comprado por el tomador. Para el caso de ejemplo se tomó como techo de \$112 por barril de crudo.

El riesgo específico para la opción del ejemplo sería de \$23,9 por cada barril (p95) más la prima estimada de \$3,3 para un total de \$27,2.

Si se tiene el valor de riesgo máximo, el instrumento seleccionado más el costo de la prima de ese instrumento debe ser, en todo caso, menor que el riesgo máximo; de otra forma no se justifica la operación de cobertura.

Para poder contar con elementos teóricos para comprobar la cobertura del precio del combustible, se utiliza la teoría económica del modelo de Black y Scholes para determinar una cobertura de opción de compra, que será del precio utilizado en la industria aeronáutica en el periodo enero 2009 y con un precio de ejercicio a diciembre de 2009.

Cuadro 3.3. Formula de Black y Scholes, para cobertura de una opción de venta.

FORMULA de BLACK y SCHOLES

DATOS			DATOS						
Precio de la opción de compra (dólares/galón)	S	2.20	3.07	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.33
Tiempo hasta el ejercicio (años)	t	2	2	2	2	2	2.1	2	2
Precio de ejercicio (dólares/galón)	K	3.07	3.07	2.2	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07
Volatilidad (ANUAL)	Sigma	30%	30%	30%	30%	33%	30%	30%	30%
1 + interés sin riesgo (ANUAL)	r	1.05	1.05	1.05	1.06	1.05	1.05	1.05	1.05
Precio de la Oción de Compra (dólares)	C	0.19	0.66	0.47	0.21	0.23	0.20	0.01	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 3.3 se considera el precio de la opción de compra para el mes de enero de 2009, que es de 2.20, y una volatilidad histórica calculada de 5.43, el cual se estima que tuvo una variación anual del 30% y conociendo el precio de ejercicio al

finan del contrato de opción a diciembre de 2009, que es de 3.07. Se tienen los siguientes resultados suponiendo que p y $(1-p)$ sean probabilidades: el valor de la opción calculado de esta manera (valores ponderados, descontados a la tasa libre de riesgo) y con esto se trata de obtener una valuación de un agente neutral al riesgo, o minimizarlo al nivel permitido. Por tanto, crear una cartera equivalente es lo mismo a calcular “probabilidades” neutral al riesgo.

Los resultados de las operaciones del ejercicio de cobertura se muestran a continuación en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Resultados operaciones ejercicio de Black y Scholes.

FORMULA de BLACK y SCHOLES							
OPERACIONES							
$a =$	1.00927	1.05390	1.05390	1.01937	1.00927	1.01458	0.96464
$b = Vol * SQRT(t)$	0.30000	0.30000	0.30000	0.30000	0.33000	0.31464	0.30000
$a1 =$	0.18077	0.32499	0.32499	0.21393	0.19297	0.20334	0.03001
$a2 =$	-0.11923	0.02499	0.02499	-0.08607	-0.13703	-0.11130	-0.26999
$N(a1) =$	0.57172	0.62741	0.62741	0.58470	0.57651	0.58057	0.51197
$N(a2) =$	0.45254	0.50997	0.50997	0.46571	0.44550	0.45569	0.39359
$c =$	0.12448	0.15125	0.15125	0.13032	0.13635	0.13334	0.10029
$C =$	0.36261	0.44060	0.42194	0.37585	0.39719	0.38640	0.29213

$N(a1) =$	0.57172	0.62741	0.62741	0.58470	0.57651	0.58057	0.51197
$N(-a1) =$	0.57173	0.62742	0.62742	0.58470	0.57651	0.58057	0.51197
$N(a2) =$	0.45254	0.50997	0.50997	0.46571	0.44550	0.45569	0.39358
$N(-a2) =$	0.45254	0.50997	0.50997	0.46571	0.44550	0.45569	0.39359

$"-a1" =$	-0.18077	-0.32499	-0.32499	-0.21393	-0.19297	-0.20334	-0.03001
$"-a2" =$	0.11923	-0.02499	-0.02499	0.08607	0.13703	0.11130	0.26999
$k1 =$	0.95981	0.92999	0.92999	0.95278	0.95721	0.95502	0.99310
$k2 =$	1.02840	0.99424	0.99424	1.02034	1.03278	1.02646	1.06671
$"-k1" =$	1.04370	1.08141	1.08141	1.05214	1.04679	1.04943	1.00700
$"-k2" =$	0.97312	1.00582	1.00582	0.98045	0.96923	0.97487	0.94114

Fuente: Elaboración propia

donde t es el tiempo al vencimiento, r es la tasa de interés, σ es la volatilidad del activo, S es el valor del subyacente (precio de la opción hoy) y K es el precio de ejercicio.

Para el caso de cobertura de combustibles, la intervención de las casas de bolsa o los coberturistas, en términos de compra y venta del energético en el extranjero ha sido una actividad muy ejercida en los últimos años, mas poco utilizada en el sector aeronáutico.

Es por todo esto, que el resultado del aunque puede no ser el más óptimo en términos de el pago de la prima que puede ser superior al precio al beneficio del precio de

ejercicio, garantiza mantener los costos del combustible sin modificaciones que alteren proyecciones financieras sobre este insumo, el cual por si mismo corresponde a más del 50% del costo de operación.

3.6. Comparación de resultados

Este primer análisis proporciona un indicativo para seleccionar la opción que presente el menor riesgo específico.

La empresa tiene, en este caso, una serie de valores de riesgo que pueden ayudarlo a tomar la decisión más adecuada; sin embargo, debido a que cada opción presenta un nivel de riesgo y un valor o prima diferente, se podría realizar un análisis adicional de costo-beneficio, además de ir variando los techos de los instrumentos combinados hasta encontrar una opción razonable.

La cobertura financiera de riesgos para el Grupo Mexicana de Aviación, debe de considerarse como una técnica financiera que intenta reducir el riesgo de pérdida debido a movimientos desfavorables de precios en el precio de combustible y tipos de cambio, buscando asegurar un precio mínimo de venta o máximo de compra del activo que se esté transando, eliminando el riesgo que se deriva de la volatilidad del precio del activo o del tipo de cambio utilizado, esto como consecuencia de las cantidad de transacciones y compromisos que debe de cubrir con estos insumos, así como de la necesidad de no dejar de adquirirlos los cuales forman parte fija de los insumos necesarios.

Considerando los resultados mostrados en los ejercicios para el precio del combustible y la cobertura en el tipo de cambio, cada instrumento presenta un riesgo diferente para Mexicana de Aviación porque cubre un amplio marco de opciones y posibilidades de ejercicios; así, y contemplándolos adecuadamente como se propone, se puede cubrir todos los eventos de caída del precio o incremento según sea la situación, o la opción de compra, cubre todos los eventos de subida del precio para el tomador.

De igual manera, la combinación de instrumentos consiste en la compra de un instrumento (la venta del riesgo) y la venta simultánea de otros instrumentos (compra del riesgo) con el fin de disminuir los costos de la prima. El resultado neto de la transferencia de riesgos es el riesgo final calculado, el elemento intuitivo para poder adelantar los niveles de riesgo estará en función a la habilidad que se tenga para determinar los precios de la prima que están en función al riesgo, midiendo como siempre las tendencias de los precios de mercado y las cotizaciones diarias que se tengan en los mercados financieros y de derivados.

Conclusiones y recomendaciones.

La empresa Mexicana de Aviación es líder en el mercado de servicio de pasajero y una de las dos aerolíneas más representativas en México; tiene una carga financiera muy costosa derivada de su poca y débil estrategias financiera, aunado a una regulación de tarifas y desmedida protección laboral, en 2005 fue comprada por parte de Grupo posadas quien realizó modificaciones en su modelo de negocios. La modificación de la estructura financiera fue superada por la volatilidad del mercado de combustibles que puso en crisis a la empresa, problema que a la fecha no concluye.

Considerando los elementos expuestos en la investigación, los resultados dan evidencia de la inestabilidad en los costos del insumo del combustible y los precios del tipo de cambio; el modelo de Black & Scholes para valuación del precio de una opción, sigue el principio de no-arbitraje, es decir, que el cambio en el valor de la opción está perfectamente correlacionado con el cambio en el valor del combustible.

Con las evidencias del estudio se puede quizás construir un portafolio que tenga una cantidad de opciones y una cantidad del *stock*, de modo que elimine la incertidumbre para los activos subyacentes importantes para la empresa.

El precio del crudo WTI muestra alta variación debido a múltiples factores como la inestabilidad política en Oriente Medio, principal productor de petróleo en el mundo, el desconocimiento del total de inventarios a escala mundial, los conflictos bélicos, y la crisis económica que Estados Unidos tiene en el sector inmobiliario, etc., lo que repercute en una alta incertidumbre sobre el valor a futuro de las cotizaciones de crudo y en especial en la paridad dólar-peso. Esta incertidumbre ha hecho que el sector aeronáutico mexicano, en particular la compañía Grupo Mexicana de Aviación, que utiliza de estos insumos y forma parte de sus costos fijos o compromisos deba implementar políticas de cobertura sobre los mismos riesgos que, apoyadas en la existencia de un gran número de instrumentos de cobertura, le permita transferirlas a agentes comerciales especializados en este mercado y de esta forma beneficiarse.

La propuesta para eliminar el riesgo en la paridad tipo de cambio es realizar una cobertura de comprar dólares mediante un futuro a un precio fijo, por tanto, cuando aumenta el precio del dólar se gana en el derivado el mismo monto que se perdió por la posición de deuda en dólares. En este caso la cobertura funcionaría de una manera excelente. No obstante, si el dólar baja de precio, la empresa perderá en el derivado pero ganará en la deuda pagando un monto menor en pesos, el uso de esta opción es neutralizar el efecto del tipo de cambio, por consecuencia el riesgo a la variación del peso mexicano, a pesar de lo sencillo que es, y que se escucha, es importante preguntarse en dónde empiezan los problemas o porqué tanto escándalo con respecto a los derivados.

Con los resultados determinados se comprueba que al disminuir la volatilidad y favorecer la estabilidad para el Grupo Mexicana de Aviación, se ha encontrado que la realidad si apoya totalmente la hipótesis de que con una intervención adecuada de instrumentos financieros modernos, se puede generar valor en la empresa y mantener flujo positivo. Existe evidencia de que la intervención oportuna con las herramientas financieras adecuadas, tienden a disminuir y mitigar paulatinamente la volatilidad en un corto tiempo y con esto mediar los mercados desordenados y estabilizar el mercado como parte activa del mismo.

La investigación pone de manifiesto el efecto benéfico de los procesos de cobertura financiera como una estrategia válida para fijar precios a futuro. La investigación muestra que la estrategia debe ser dinámica, misma significa que se debe ajustar cada vez que se modifiquen los precios en forma significativa y en un corto tiempo, de forma tal que se puede realizar en forma periódica como una aproximación aceptable.

Cualquier activo financiero tiene un riesgo asociado, y el grupo mexicana tienen el compromiso de realizar compensaciones sobre la tasa libre de riesgo asociada al tipo de cambio cuyo análisis mostró una tendencia volátil incierta y niveles de varianza muy altos en su evolución histórica. La primera opción es de realizar coberturas en la

divisa dólar utilizando los instrumentos manejados por medio del MEXDER, o en el Chicago Board of Trade (CBOT), para efectos de coberturas sobre el combustible, ya que en este mercado de derivados y futuros es donde se realizan el mayor intercambio de títulos, a nivel mundial en el ramo aeronáutico sobre futuros.

Con la ausencia nula dentro de los mercados de instrumentos de cobertura contra contingencias financieras para el Grupo Mexicana de Aviación, resulta necesario considerarlo en un corto plazo con el objetivo de medir y evaluar sus efectos en el bienestar de la misma empresa. En particular, por la gran problemática presentada en los meses de abril a diciembre de 2008, o mejor dicho en la debacle financiera del 2008 y principios de 2009, llama la atención la enorme exposición a distintos riesgos y la imposibilidad de administrarlo a falta de unas correctas estrategias de seguros o coberturas contra contingencias financieras. Desafortunadamente, esta situación no permitió a la empresa planear adecuada y oportunamente sus flujos financieros en el corto y mediano plazo, pues estos instrumentos a pesar de estar disponibles, no se utilizaron, y no la protegieron contra fluctuaciones adversas en las variables subyacentes. Actualmente, se cuenta con un mercado organizado y reconocido por las autoridades financieras para cotizar y negociar productos derivados estandarizados, el Mercado Mexicano de Derivados (MexDer). Asimismo, en los casos examinados, se requiere de métodos numéricos para valuar las primas de las opciones.

De buscar las alternativas en coberturas resultará primordial reconocer para el caso de Mexicana de Aviación la necesidad de actualizar periódicamente el portafolio de opciones en la cobertura de los insumos del combustible o del tipo de cambio a fin de protegerlo eficazmente no sólo contra cambios pequeños en la difusión del subyacente, sino también contra cambios moderados y extremos. Si la estrategia no es actualizada atendiendo a las expectativas y a las condiciones del mercado, la protección se deteriorará progresivamente.

Bibliografía.

Alza en petroprecios le pega a delta airlines, (marzo 2008), Confederación Nacional de Asociaciones de Agencias de Viajes de México a.c, México, DF.

Appleyard, Dennis, Field, Alfred, (2003), *Economía Internacional*, Colombia, Edit. Mc Graw-Hill.

Arrow, K. J. (1963), *The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-Bearing*, Review of Economic Studies, pp 91-96.

Aviation Statistics Centre, 1998, *Fare Basis Survey, Background Information on Concepts and Methods, Fare Analysis and International Traffic Unit, Statistics*, Canada, Ottawa.

Bachelier, L. (1900), *Théorie de la Spéculation. Annales de l'Ecole Normale Supérieure*, 17:21-86. Translated in Cootner, P.H., Ed. (1964), Cambridge, Massachussets.

Baxter, M., Rennie, A. (1996), *Financial Calculus, an Introduction to Derivative Pricing*, Cambridge University Press.

Black, Fisher. – Sholes, Myron. (1973), *The Pricing of Options and Corporate Liabilities.*, Journal of Political Economy, 81: 637-654.

Bruce M. Collins and Frank J. Fabozzi, (1996-2000), *The Journal of Portfolio Management*.

Brenner, M. (1985), *Option Pricing, Theory and Applications*, Lexington, Lexington books.

Courtault, J.-M. et al., (2000), *Louis Bachelier on the Centenary of Theorie De la Speculation*, Mathematical Finance, 10(3), 341-353.

Dirección General de Aeronáutica Civil (1995-2000), *La conformación del mercado aéreo nacional y la situación actual del transporte y la infraestructura aérea en México*, anuario estadístico, México.

Fernandez, Mauricio, (1998), *Valuación de cobertura delta, empleando simulación de monte carlo para el caso de opciones de venta de dólares del banco de México. Gaceta Económica ITAM, año 6, Núm. 11, México D.F.*

Fernández, P. (1996): *Opciones, futuros e instrumentos derivados*, Deusto, Bilbao.

Fiorentini, Gabriele, León, A., Rubio, G. (1999). La estimación diaria de la prima de riesgo de la volatilidad. *Revista española de financiación y contabilidad*, no. 100, pp 89-100.

Internacional Air Transport Asociation (2007, septiembre) , *Situación, de líneas aéreas Azteca, s.a. de c.v. (ze-994)*, circular no. a-409, ref. sm409, México.

International Civil Aviation Organization (2004, octubre), *Crónica anual de la aviación civil*, journal, volumen 55, No. 8.

International Civil Aviation Organization (2005, febrero), *Urgente conferencia ministerial de la OACI sobre fortalecimiento de la protección de la Aviación*, journal, volumen 55, No. 9.

International Civil Aviation Organization (2006, abril), *Indicadores de Rendimiento*, journal, volumen 62, No. 1.

International Civil Aviation Organization (2007, junio), *Indicadores de Rendimiento*, journal, volumen 72, No. 2.

International Civil Aviation Organization (2007, marzo), *OACI plantea enmienda de disposiciones para aviación general*, journal, volumen 62, No. 3.

International Civil Aviation Organization (2008, marzo), *Expertos recomiendan uso del comercio de derechos de emisión para la aviación*, journal, volumen 62, No. 2.

International Civil Aviation Organization, (2008, julio), *Liderazgo en la Aviación comercial*, journal, volumen 62, No. 4.

Itô, K. (1944), *Stochastic Integral. Proceedings of the Imperial Academy*, Tokyo, 20: 519-524.

Itô, K. (1950), *Stochastic Differential Equations In A Differentiable Manifold*. Nagoya Mathematics Journal, 1: 35-47.

J.C. Cox and M Rubinstein, (1985). *Option Markets*. Englewood Cliffs,NJ: Prentice Hall.

Karatzas, I., Shreve, S.E., (1998), *Methods of Mathematical Finance*. New York

Malliariis, I.G., (1995), *Stochastic Methods in Economics and Finance*, North Holland, Amsterdam.

Markowitz, H.M. (1959), *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, Jhon Wiley & Sons, New York.

Merton, R. C., et al., (1995), *Journal of Finance*, 50(5), pp 1359-1370.

Merton, R.C. (1971), *Optimum Consumption and Portfolio Rules in a Continuous-Time Model*, Journal of Economic Theory, 3: pp373-413.

Merton, R.C. (1973), *Theory of Rational Option Pricing*, The Bell Journal of Economics and Management Science, 4: pp 141-183.

Merton, R.C. (1976), *Option pricing when underlying stock returns are discontinuous*, Journal of Financial Economics, 3: 125-144.

Mex Der Civil (n.d.), *La aviación mexicana en cifras, 2004, estadístico histórico*, obtenida el 10 de Enero de 2010, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>.

México, Diario Oficial de la Federación, (1999), *Ley de Aviación Civil*, México, D.F.

México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1998). *Ley de Vías Generales de Comunicación*, Ed. Porrúa.

México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2007), *Ingresos reportados por aerolínea, cifra mensual por empresa enero-diciembre*, México, D.F.

Salas, Raul, (2006). *Cobertura de riesgo cambiario con productos financieros derivados*. México, D.F.

Samuelson, P.A., (1965), *Rational Theory of Warrant Pricing*. Industrial Management Reviews. pp 13-32.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (2006), *Concesiones otorgadas por la secretaría de comunicaciones y transportes*, obtenida el 31 de diciembre de 2008, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/informacion-aeronautica/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2007), *Concesiones, permisos y autorizaciones otorgadas por la secretaría de comunicaciones y transportes*, obtenida el 31 de diciembre de 2008, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/informacion-aeronautica/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General Adjunta Técnica (2008), *Boletín de nuevas adquisiciones, Centro de Información y Documentación Aeronáutica, vol. 3 no.3 septiembre de 2007*, obtenida el 31 de diciembre de 2008, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/informacion-aeronautica/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), Estadística de Operaciones Origen-Destino, 2007, Cifras mensuales enero-diciembre.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil (n.d.), *La aviación mexicana en cifras, 2004, estadístico histórico*, obtenida el 10 de Enero de 2010, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil (n.d.), *La aviación mexicana en cifras, 2005, estadístico histórico*, obtenida el 10 de Enero de 2010, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil (n.d.), *La aviación mexicana en cifras, 2006, estadístico histórico*, obtenida el 10 de Enero de 2010, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil (n.d.), *La aviación mexicana en cifras, 2007, estadístico histórico*, obtenida el 10 de Enero de 2010, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil (n.d.), *La aviación mexicana en cifras, 2008, estadístico histórico*, obtenida el 10 de Enero de 2010, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Aeronáutica Civil (n.d.), *La aviación mexicana en cifras, 2009, estadístico histórico*, obtenida el 10 de Enero de 2010, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/estadisticas/>.

Vasicek, O., (1977). *An Equilibrium Characterization of the Term Structure*. Journal of Financial Economics, 5, 177–188.

Venegas Martinez, Francisco,(2006), *Riesgos Financieros y Económicos*, Ed. Cengage Learning, primera edición.

Wilmott, P., (1998), *Derivatives: The theory and practice of financial engineering*, ed. John Wiley & Sons.

Wilhelm, J. E. M., 1985. *Arbitrage Theory. Introductory Lectures on Arbitrage-Based Financial Asset Pricing*. Springer-Verlag, Berlin.

Zapatero, Fernando (1998), *Delta hedging with monte carlo simulation*, *Documento de Investigación*, Centro de Investigación Económica (CIE). ITAM, México D.F.

Anexos

Reporte de Crystal Ball - Completo

Resumen:

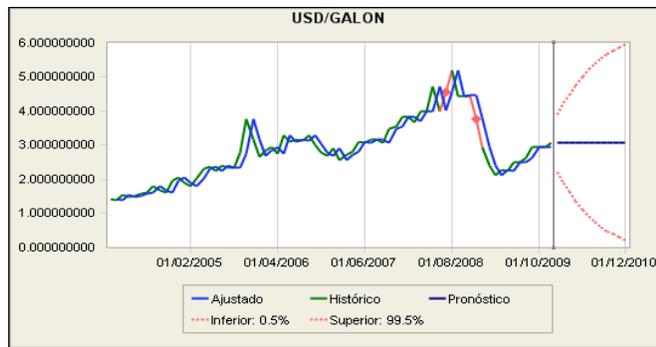
Atributos de los datos:
 Número de series 3
 Los datos están en meses

Preferencias de ejecución:
 Períodos a pronosticar 12
 Completar valores faltantes Activado
 Ajustar valores extremos Activado
 Métodos usados Métodos no estacionales
 Métodos estacionales
 Técnica de pronóstico Pronóstico estándar
 Medida de error MAD

Series de Predictor

Series: USD/GALON

Resumen:
 Mejor método Alisamiento exponencial doble
 Medida de error (DAM) 0.229419998



** Valor extremo ajustado (orange circle)

Resultados del pronóstico:

Fecha	Inferior: 0.5%	Pronóstico	Superior: 99.5%
01/01/2010	2.228520707	3.069520874	3.910521040
01/02/2010	1.893683213	3.071070716	4.248458218
01/03/2010	1.662705298	3.072620557	4.482535816
01/04/2010	1.379408172	3.074170399	4.768932625
01/05/2010	1.121773024	3.075720240	5.029667457
01/06/2010	0.931325541	3.077270082	5.223214623
01/07/2010	0.765744514	3.078819924	5.391895333
01/08/2010	0.606807984	3.080369765	5.553931547
01/09/2010	0.475854645	3.081919607	5.687984569
01/10/2010	0.403973679	3.083469449	5.762965218
01/11/2010	0.312385714	3.085019290	5.857652867
01/12/2010	0.219685802	3.086569132	5.953452461

Datos históricos:

Estadística	Datos históricos
Valores de los datos	72
Mínimo	1.395000000
Media	2.856077824
Máximo	5.300000000
Desviación estándar	0.894050350
Ljung-Box	255.46 (Detrended)
Estacionalidad	No estacional (Detección automática)
Valores corregidos	2

Precisión del pronóstico:

Método	Rango	DAM
Alisamiento exponencial doble	Mejor	0.229419998
Alisamiento exponencial simple	Segundo	0.229472874
Promedio móvil simple	Tercero	0.229577114

Método	U de Theil	Durbin-Watson
Alisamiento exponencial doble	1.00 *	2.05

Alisamiento exponencial simple	1.00 *	2.04
Promedio móvil simple	1.00	2.06

* Advertencia: U de Theil > 1.0

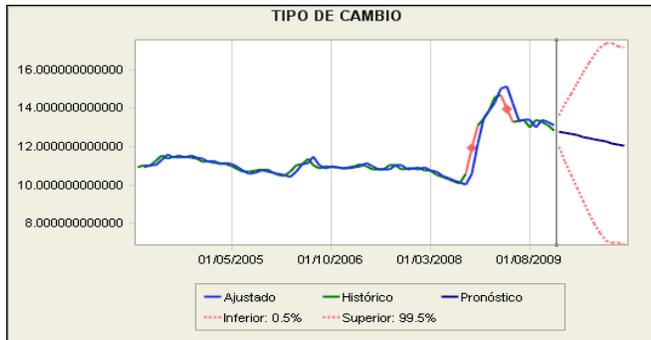
Parámetros del método:

Método	Parámetro	Valor
Alisamiento exponencial doble	Alfa	0.9906
	Beta	0.0010
Alisamiento exponencial simple	Alfa	0.9865
Promedio móvil simple	Orden	1

Series: TIPO DE CAMBIO

Resumen:

Mejor método	Alisamiento exponencial doble
Medida de error (DAM)	0.183282898240



** Valor extremo ajustado (orange circle)

Resultados del pronóstico:

Fecha	Inferior: 0.5%	Pronóstico	Superior: 99.5%
01/01/2010	11.981533687006	12.796091745260	13.610649803514
01/02/2010	11.231916125479	12.729133947583	14.226351769687
01/03/2010	10.546329126086	12.662176149906	14.778023173726
01/04/2010	9.872517743561	12.595218352229	15.317918960898
01/05/2010	9.178759515479	12.528260554552	15.877761593626
01/06/2010	8.542127915954	12.461302756875	16.380477597797
01/07/2010	8.001131005577	12.394344959198	16.787558912820
01/08/2010	7.511191927258	12.327387161521	17.143582395784
01/09/2010	7.111352901034	12.260429363844	17.409505826654
01/10/2010	6.985781917663	12.193471566167	17.401161214671
01/11/2010	7.015744419940	12.126513768490	17.237283117041
01/12/2010	6.977411854164	12.059555970814	17.141700087463

Datos históricos:

Estadística	Datos históricos
Valores de los datos	72
Mínimo	10.114250000000
Media	11.458930000000
Máximo	14.713560000000
Desviación estándar	1.087165672837
Ljung-Box	267.84 (Detrended)
Estacionalidad	No estacional (Detección automática)
Valores corregidos	2

Precisión del pronóstico:

Método	Rango	DAM
Alisamiento exponencial doble	Mejor	0.183282898240
Promedio móvil simple	Segundo	0.190113661972
Alisamiento exponencial simple	Tercero	0.190178887301

Método	U de Theil	Durbin-Watson
Alisamiento exponencial doble	1.01 *	1.07
Promedio móvil simple	1.00	0.9718 **
Alisamiento exponencial simple	1.00 *	0.9705 **

* Advertencia: U de Theil > 1.0

** Advertencia: Durbin-Watson < 1.0

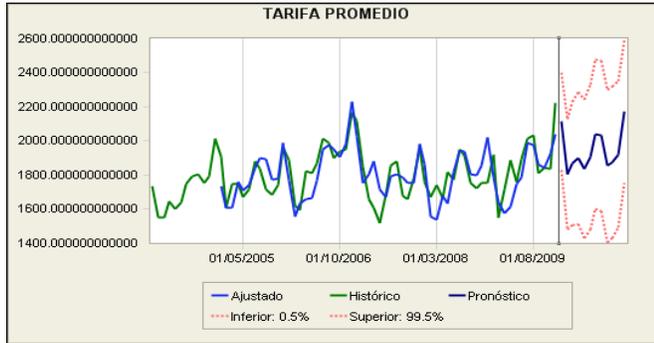
Parámetros del método:

Método	Parámetro	Valor
--------	-----------	-------

Alisamiento exponencial doble	Alfa	0.9625
	Beta	0.1860
Promedio móvil simple	Orden	1
Alisamiento exponencial simple	Alfa	0.9990

Series: TARIFA PROMEDIO

Resumen:
 Mejor método Multiplicativo estacional
 Medida de error (DAM) 87.751724177075



Resultados del pronóstico:

Fecha	Inferior: 0.5%	Pronóstico	Superior: 99.5%
01/01/2010	1830.851411781010	2117.659156187090	2404.466900593170
01/02/2010	1485.429992114200	1808.689887989890	2131.949783865570
01/03/2010	1508.398804470520	1868.877696601580	2229.356588732640
01/04/2010	1516.268405391580	1901.470653551210	2286.672901710830
01/05/2010	1430.416514841720	1836.390052575930	2242.363590310150
01/06/2010	1483.733306163280	1906.948133093110	2330.162960022940
01/07/2010	1600.542046016800	2040.965996649650	2481.389947282490
01/08/2010	1592.922932256830	2031.803131064470	2470.683329872100
01/09/2010	1407.911262798370	1855.312659722700	2302.714056647030
01/10/2010	1428.724952314850	1873.386328739220	2318.047705163590
01/11/2010	1493.927637476810	1923.301347795590	2352.675058114370
01/12/2010	1758.056106511500	2176.203679543240	2594.351252574980

Datos históricos:

Estadística	Datos históricos
Valores de los datos	72
Mínimo	1522.024908727320
Media	1798.955881678570
Máximo	2223.675848109960
Desviación estándar	148.000100547768
Ljung-Box	116.57 (Detrended)
Estacionalidad	12 meses (Detección automática)
Valores corregidos	0

Precisión del pronóstico:

Método	Rango	DAM
Multiplicativo estacional	Mejor	87.751724177075
Aditivo estacional	Segundo	87.928252706327
Aditivo de Holt-Winters	Tercero	88.679066179419

Método	U de Theil	Durbin-Watson
Multiplicativo estacional	0.7851	1.49
Aditivo estacional	0.7960	1.41
Aditivo de Holt-Winters	0.7743	2.01

Parámetros del método:

Método	Parámetro	Valor
Multiplicativo estacional	Alfa	0.3669
	Gamma	0.5880
	Beta	0.0010
Aditivo estacional	Alfa	0.3471
	Gamma	0.5619
Aditivo de Holt-Winters	Alfa	0.6892
	Beta	0.0010
	Gamma	0.3195