

ESTRATEGIAS
ORGANIZACIONALES
ANTE ENTORNOS EMERGENTES

YENIT MARTÍNEZ GARDUÑO
PEDRO ENRIQUE LIZOLA MARGOLIS
PABLO LUIS SARAVIA TASAYCO
ALBERTO GARDUÑO MARTÍNEZ
JUAN FERNANDO GARCÍA MEJÍA

(COMPILADORES)

RÍO
SUBTERRÁNEO



ESTRATEGIAS ORGANIZACIONALES ANTE ENTORNOS EMERGENTES

Yenit Martínez Garduño

Pedro Enrique Lizola Margolis

Pablo Luis Saravia Tasayco

Alberto Garduño Martínez

Juan Fernando García Mejía

(COMPILADORES)



ESTRATEGIAS ORGANIZACIONALES ANTE ENTORNOS EMERGENTES

Primera edición, 2020

D.R.© Yenit Martínez Garduño, Pedro Enrique Lizola Margolis, Pablo Luis Saravia
Tasayco, Alberto Garduño Martínez y Juan Fernando García Mejía (Compiladores)

Diseño y diagramación: Río Subterráneo Editores
<http://www.riosubteraneo.com.mx>

ISBN: 978-607-8532-71-1

El contenido total de este libro fue sometido a dictamen en el sistema de pares ciegos.

Publicación financiada con recursos PROFEXCE 2020

*El contenido de cada uno de los apartados de este libro es responsabilidad
exclusiva de su(s) autor(es).*

*Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización
escrita de los titulares de los derechos patrimoniales.*

Impreso en México
Printed in Mexico

ÍNDICE

PRÓLOGO	7
Capítulo I. Identificación y cuantificación del riesgo	
Pedro Enrique Lizola Margolis	
Efraín Jaramillo Benhumea	
Yenit Martínez Garduño	
Filiberto Enrique Valdez Medina.....	11
Capítulo II. Valoración de empresas y los múltiplos comparables en la determinación del valor de mercado	
Filiberto Enrique Valdés Medina	
Efraín Jaramillo Benhumea	
Pedro Enrique Lizola Margolis	
Manuel Guillermo López Pita	35
Capítulo III. PYME de Latinoamérica y la transformación digital	
María del Rosario Demuner Flores	
Oswaldo Urbano Becerril Torres.....	47
Capítulo IV. Business intelligence como estrategia para optimización de flujos de efectivo ante entornos emergentes	
Carlos Alberto Baltazar Vilchis	
Yenit Martínez Garduño	
Alberto Garduño Martínez	
Pablo Luis Saravia Tasayco.....	63
Capítulo V. Diversificación de portafolios de divisas: una alternativa basada en algoritmos genéticos	
J. Fernando García-Mejía	
Yenit Martínez-Garduño	
Pedro E. Lizola-Margolis	
Jakeline Hana Linares Merlos.....	79
Capítulo VI. El teletrabajo: gustos e intenciones conductuales durante la pandemia por el coronavirus en México	
Daniel Arturo Cernas Ortiz	
Patricia Mercado Salgado	
Elizabeth Urrutia Sanabria.....	93

Capítulo VII. Riesgos psicosociales y síndrome de quemarse por el trabajo en personal de un laboratorio clínico privado	
Patricia Mercado Salgado	
Daniel Arturo Cernas Ortiz	
Pedro Gil-Monte.....	109
Capítulo VIII. Continuidad de las actividades formativas en la gestión de la formación educativa y la gestión de la formación de investigación en las instituciones de educación superior en México ante un entorno emergente	
Eréndira Fierro Moreno	
Joel Martínez Bello	
Francisca Ariadna Ortiz Reyes	
Juan Carlos Montes de Oca López.....	129
Capítulo IX. Las capacidades dinámicas en entornos turbulentos. La respuesta de las microempresas alimenticias de Toluca ante el Covid-19	
Rosa María Nava Rogel	
Catalina Gutiérrez Leefmans	
Myrna Isela García Bencomo.....	145
Capítulo X. Identificación de oportunidades en MIPYMES mexicanas: <i>Una aproximación teórica</i>	
Zugaide Escamilla Salazar	
Fidencio Ochoa Flores	
Arturo N. Vélez Escamilla	159
Capítulo XI. Neurobiología de la responsabilidad social para la toma de decisiones en las empresas	
Antonio Sámano Ángeles	
Alberto Garduño Martínez	
Carlos Alberto Baltazar Vilchis	
Nephtalí Pierre Romero Navarrete.....	171
Acerca de los autores.....	181

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO

Dr. en A. Pedro Enrique Lizola Margolis, plizolam@uaemex.mx
M. en C. Efraín Jaramillo Benhumea, ejaramillob@uaemex.mx
Dra. en A. Yenit Martínez Garduño, ymartinezg@uaemex.mx
Dr. en C.A. Filiberto Enrique Valdez Medina, fevaldesm@uaemex.mx

Resumen: Los autores utilizan los fundamentos teóricos del modelo para cuantificación del *valor en riesgo* (VaR), prueba estadística que proporciona una medida de la magnitud de pérdidas potenciales, debido a movimientos desfavorables del mercado cambiario en el inicio de la crisis económica, derivada de la pandemia de Covid-19 durante 2020. Para el caso de estudio, se usó una deuda hipotética en dólares que se cubre en 12 pagos de 10 mil USD, convertidos a pesos según el tipo de cambio FIX. Para tal efecto, se desarrolla un modelo para captar el impacto de la volatilidad financiera, cuantificar el valor en riesgo y brindar información oportuna, para realizar aportaciones adicionales al fondo de reserva como respuesta a los cambios desfavorables en la cotización de la divisa.

Palabras clave: estudio de eventos, contagio financiero, crisis financiera, mercados eficientes, riesgo (de mercado, aversión al...), RiskMetrics, valor en riesgo (VaR), volatilidad.

Abstract: The authors use the theoretical foundations of the model to quantify the Value at Risk (VaR), a statistical test that provides a measure of the magnitude of potential losses due to unfavorable movements in the foreign exchange market at the beginning of the economic crisis derived from the Covid-19 pandemic throughout 2020. For the case study, they used a hypothetical debt in dollars that is covered in 12 payments of 10,000 USD converted into pesos according to the FIX exchange rate. To this end, they developed a model to capture the impact of financial volatility, quantify the value at risk and provide timely information to make additional contributions to the reserve fund in response to unfavorable changes in the currency's price.

Key words: event study, financial (contagion, crisis), market efficiency, risk (market, aversión, measurement), RiskMetrics, Value-at-Risk (VaR) and volatility.

Introducción

La incertidumbre es la única certidumbre que existe.

JOHN ALLEN PAULOS

Es abundante la literatura en el área financiera que aborda el concepto de riesgo. El punto de inflexión en el estudio e interés en la investigación empírica del tema tuvo lugar a partir de sonados casos de pérdidas en operaciones de derivados.

- En 1994, el fondo de inversión del condado de Orange County se declaró en quiebra, producto de la inversión en valores derivados. Una serie de alzas de tasa de interés causaron pérdidas severas al valor papel del fondo y las inversiones del Condado por 1,600 millones de dólares.
- En 1995, la bancarrota del Banco Barings, el más antiguo de Inglaterra, con pérdidas cercanas a 1,200 millones de dólares por sus posiciones en futuros ligados al Nikkei 225 en su filial en Singapur.
- En 2008, en plena crisis hipotecaria, los mercados se derrumbaban. En México la situación no era diferente. El efecto se vio reflejado en el comportamiento del peso frente al dólar. La divisa pasó por una de las peores turbulencias. Se depreció con aumentos de 5.67%, 7.33% y 5.04%. Una de las grandes empresas en México que tenía posiciones en futuros de dólares (a la venta) se declaró insolvente y tramitó su concurso mercantil por una deuda superior a dos mil millones de dólares.

El Grupo de los Treinta (G-30), integrado por las principales instituciones financieras en el mundo, recomendaron aplicar el estándar denominado *valor en riesgo* (VaR), propuesto por el banco J.P. Morgan. Nuestro esfuerzo se centró en analizar la aportación de diversos autores al conocimiento del tema.

Uno de los propósitos de este material es que sea utilizado en el ámbito académico y en la administración del riesgo en la pequeña y mediana empresa. Para tal efecto, hemos desarrollado un sencillo instrumento en la hoja de cálculo Excel para cuantificar y hacer análisis de sensibilidad del VaR en diferentes escenarios con la serie de tiempo y datos que alimentaron los ejemplos del presente material.¹ El instrumento es amigable y de fácil manejo para identificar cambios lentos de perfiles de riesgo a través del tiempo de una posición de deuda.

Supervivencia y mortalidad de las PYMES

Un emprendedor es un agente de cambio que pone en ejecución una idea en el mundo de las necesidades. Identifica una oportunidad de negocios y arriesga sus recursos para llevarlo a cabo, incluso con las adversidades inherentes que se pueden traducir en el cierre no deseado, muchas veces prematuro.

¹ El archivo en Excel y el respectivo manual está a la disposición del lector interesado en el tema, previa solicitud a los autores (plizolam@uaemex.mx).

Más aún, el temor, el comprensible miedo a fallar, inhibe muchas iniciativas. La Asociación de Emprendedores de Latinoamérica (ASELA) define a la percepción de riesgo como “las impresiones subjetivas de los emprendedores, respecto de las posibilidades de no tener éxito en su negocio debido a incertidumbres económicas e impactos sociales negativos” (ASELA, 2018: 26),² aunque vislumbren buenas oportunidades para llevarlo a cabo por el impacto negativo en términos económicos y sociales. Y no les falta razón. La evidencia así lo indica.

Es de todos conocido el importante papel que juega la pequeña y mediana empresa (PYME) en el crecimiento económico de nuestro país. Son un motor relevante para el desarrollo tanto por su contribución al empleo como por su aportación al Producto Interno Bruto (PIB). Según fuentes oficiales, representan 99% de los negocios que existen y contribuyen con 80% de los empleos (Secretaría de Economía, 2020). Se clasifican bajo los siguientes elementos (Tabla 1):

Tabla 1. Principales características de las PYMES en México

Característica	Pequeña empresa	Mediana empresa
Trabajadores	Entre 11 y 30 trabajadores.	Entre 31 y 100 trabajadores.
Empleo	Representan casi 15% del empleo en el país.	Representan casi 17% del empleo.
Ventas	Ventas anuales entre 4 y 100 millones de pesos.	Ventas anuales entre 100 y 250 millones de pesos.
Presencia	Representan más de 3% del total de las empresas.	Representan casi 1% de las empresas del país.
Empleo	Representan casi 15% del empleo en el país.	Representan casi 17% del empleo.
PIB	Más de 14% del Producto Interno Bruto.	Más de 22% del Producto Interno Bruto.

Fuente: Secretaría de Economía (2020).

Sin embargo, a pesar de su importancia, este grupo es altamente susceptible al fracaso por los cambios coyunturales de las variables del entorno.

Estudemos la esperanza de vida de los negocios, columna $E(x)$.³ De acuerdo con los *Indicadores de supervivencia y mortalidad de los negocios en México*, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016), dada una generación de 100 mil negocios que nace en un momento determinado en nuestro país, 29.8% cerrarán sus puertas al concluir el primer año de vida. Cinco años después, en la primera infancia, casi 60 mil (60%) cesarán sus operaciones. En la adolescencia, hasta los 20 años, quedarán vivas 20.4%, y finalmente iniciarán la adultez apenas 15.1% de las empresas que comenzaron (véase Tabla 2).

² Véase el estudio en: http://brechas.asela.org/static/media/estudio_brecha_oep.9c5c3040.pdf.

³ La esperanza de vida de los negocios “es el número de años que se espera sobreviva en función a su actividad, tamaño y edad actual” (INEGI, 2016: 11).

Observe en la Tabla 2 la columna $q(x)$, que indica la probabilidad de que un negocio muera antes de cumplir la edad “x”. Por ejemplo, al primer año la probabilidad es altísima: 47%. Para efectos prácticos, de cada dos negocios que nacen, al año uno de ellos no existirá, y así sucesivamente.

Tabla 2. Supervivencia y mortalidad de los negocios en México

Edad	S(x)	S(%)	p(x)	q(x)	d(x)	E(x)
0	100 000	100.0%	0.70	0.30	29 822	9.7
1	70 178	70.2%	0.53	0.47	17 205	10.1
5	40 007	40.0%	0.37	0.63	2 580	11.7
10	30 199	30.2%	0.29	0.71	1 349	14.3
15	24 462	24.5%	0.24	0.76	913	17.3
20	20 391	20.4%	0.20	0.80	690	20.8
25	17 233	17.2%	0.17	0.83	555	24.1
30	15 133	15.1%	0.15	0.85	0	29.2

Fuente: Indicadores de supervivencia y mortalidad de los negocios en México (INEGI).

A la tabla original se agregó la columna S(%) para observar el porcentaje de supervivencia por quinquenio.

donde:

X = Edad de los negocios

$S(x)$ = Sobrevivientes al final de la edad “x”

$S(\%)$ = Porcentaje de supervivencia

$p(x)$ = Probabilidad de que un negocio sobreviva durante la edad “x”

$q(x)$ = Probabilidad de que un negocio muera antes de cumplir la edad “x”

$d(x)$ = Número de negocios que mueren antes de cumplir la edad “x”

$E(x)$ = Esperanza de vida de los negocios a la edad “x” (años por vivir a partir de la edad “x”)

En conclusión, el primer año de vida es el más crítico. Cuando lo superan, la posibilidad de supervivencia se incrementa drásticamente. En la medida en que la edad aumenta, el número de muertos va disminuyendo, mientras que la esperanza de vida se va incrementando (INEGI, 2016: 11).

El Observatorio Estratégico de la Alianza del Pacífico (OEAP)⁴ señala que las principales causas por las que los emprendedores mexicanos fracasan son por ingresos insuficientes, falta de indicadores, planeación deficiente y problemas de ejecución. Estos motivos (y muchos más) se deben estudiar en el marco de las áreas funcionales, a saber: la gestión, ventas, producción, recursos humanos, finanzas.

⁴ Véase el informe en: http://brechas.asela.org/static/media/estudio_brecha_oeap_resumen.f427e96b.pdf

Por su parte, la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Pequeñas y Medianas empresas, publicada por el INEGI (2019), destaca problemas sobre la capacitación, los procesos productivos, las cadenas de valor y financieros.

Si en la etapa temprana de los infantes la adecuada nutrición y las vacunas son cruciales para el crecimiento y prevención de enfermedades e infecciones, en los negocios también existen aspectos que se deben atender.

En los momentos de crisis como los que vivimos por la emergencia sanitaria, la mortandad es aún más alta, lo cual se refleja en el nivel de desempleo. Por ello es relevante identificar las barreras que impiden la evolución de las PYMES, especialmente las de carácter financiero, para construir un marco de referencia y generar los instrumentos adecuados para soportar la toma de decisiones.

La Ley del Mercado de Valores⁵ establece que el consejo de administración de las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) deberá ocuparse de dar seguimiento a los principales riesgos a los que está expuesta la sociedad. Las 144 empresas listadas lo cumplen puntualmente a través del *Reporte Anual*, que incluye un apartado de “Factores de riesgo”, donde se describen las causas que pudieran afectar significativamente el desempeño operativo y financiero, y los que pudieran influir en el valor de sus acciones.

Estamos hablando de la gran empresa con los recursos necesarios para operar la gestión del riesgo. Pero, ¿qué sucede con las PYMES que luchan por superar los avatares, vicisitudes que se presentan día a día y que ponen en peligro su supervivencia, como lo anotamos en párrafos anteriores. Evidentemente también están expuestas, en mayor o menor medida, a factores de riesgo similares.

El entendimiento del tema, la identificación de los factores críticos y la cuantificación de los mismos permitirá instrumentar estrategias para anticiparse a posibles resultados adversos y sus consecuencias.

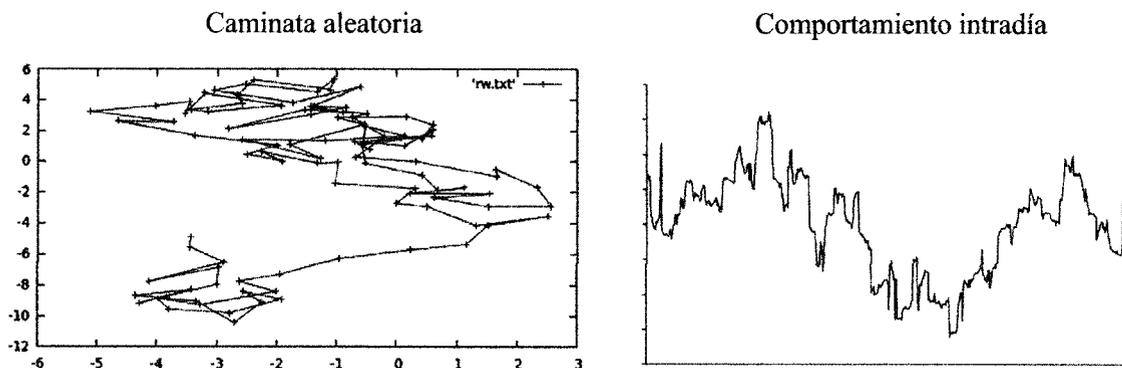
La racionalidad de los mercados

El desarrollo de este estudio se encuadra en la escuela que pone énfasis en la hipótesis del mercado eficiente y el paseo aleatorio de los precios. La evidencia empírica demuestra el dominio de dicha corriente de pensamiento.

La hipótesis de los mercados eficientes cobra importancia a partir de los trabajos de Eugene Fama (1969), a mediados de los años sesenta, quien concluye que el movimiento de los precios sigue un camino estocástico⁶ con trayectoria incierta, dado que no existen tendencias predecibles (véase Figura 1).

⁵ Artículo 28 de la Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2005. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 09-01-2019, disponible en: http://www.diputados.gob.mx/Leyes-Biblio/pdf/LMV_090119.pdf.

⁶ En 1905, Albert Einstein publicó un artículo sobre física estadística en el que explica el mecanismo preciso del movimiento browniano. Robert Brown observó el movimiento errático de los granos de polen suspendidos en agua. El precio de las acciones (igual que los granos de polen y las moléculas) se comportan en el mismo tenor. El movimiento aleatorio de las moléculas en un fluido es caótico (...) Este tipo de recorridos en el que se cambia de dirección se le conoce como “el andar del borracho” (Mlodinow, 2010: 185).

Figura 1. Caminata aleatoria y comportamiento de los precios

Fuente: Tomado de University of Hawai'i.⁷

Fuente: Elaboración propia con datos de la BMV.

Fama (1969, citado por Paulos, 2009: 80) lo describe de la siguiente manera:

En un mercado eficiente, la competencia entre los numerosos participantes inteligentes da lugar a una situación en la cual, en cualquier instante, los precios reales de los distintos valores ya reflejan los efectos de la información basada tanto en acontecimientos que ya se han producido como en los que el mercado espera, a partir de este momento, que se produzcan en el futuro.

Bajo la hipótesis de la eficiencia del mercado, la cotización es impredecible y cualquier pronóstico será incorrecto.

Subyacen dos suposiciones fundamentales:⁸

- Independencia estadística. Los cambios de precios anteriores no influyen en los actuales.
- Normalidad estadística. Los rendimientos se ajustan a una distribución normal definida por la campana de Gauss.

No obstante, se desprenden debilidades que se manifiestan en fisuras en los supuestos que los rigen. Estas fallas se convierten en una oportunidad de estudio. El grado de eficiencia del mercado es y ha sido un debate perenne.

Una consecuencia de la hipótesis es que no deberían existir las burbujas especulativas, porque éstas sólo pueden ocurrir si el precio de mercado de un activo se aleja de su valor real.

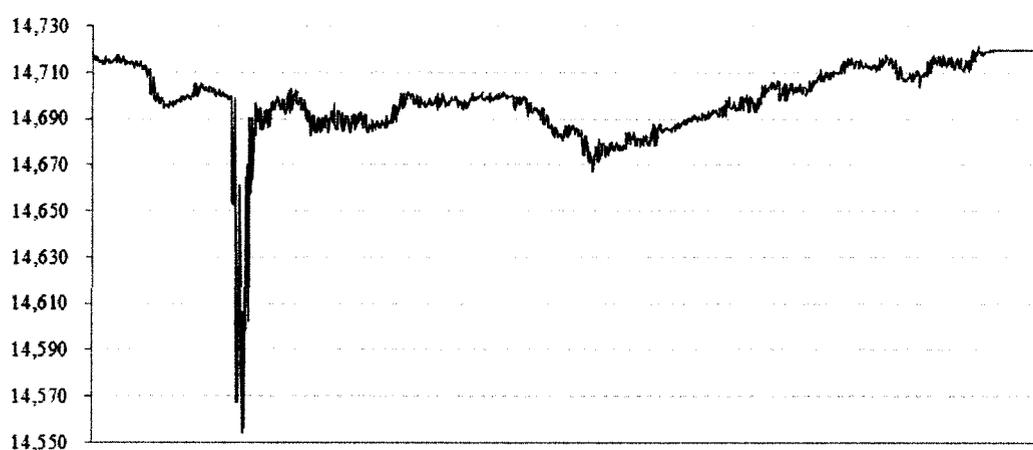
Estudiosos como Paulos (2009), Mandelbrot (2010), Taleb (2010), Gleick (2012), Malkiel (2012) y Weatherall (2013), entre otros, coinciden al argumentar que el mercado puede no ser siempre tan eficiente como se espera. Los actores de esta posición plantean que hay ventanas de tiempo en donde se presentan ineficiencias derivadas, entre otras causas, por:

⁷ Random Walks, véase: <http://www2.hawaii.edu/~yuxian/phys305/a5/>

⁸ Tomado de mis apuntes, notas y material académicos, curso sobre *Administración de Riesgos Financieros*, BMV-Educación de la Bolsa Mexicana de Valores, entre otros.

- a. Acceso a la información. No todos los participantes cuentan con la información relevante, de gran impacto, en el mismo momento. Con las comunicaciones de hoy día, un segundo (o fracción de éste) marca la diferencia. Ejemplo de ello son los eventos denominados *flash crash*, debido al concurso de la *negociación de alta frecuencia*⁹ (Figura 2).
- b. El poder de decisión y el efecto producido por parte de los grandes inversionistas. George Soros, Peter Lynch y Warren Buffett han demostrado una capacidad especial para detectar oportunidades de inversión, que los hacen obtener rentabilidades por arriba del promedio.¹⁰

Figura 2. Comportamiento del Dow Jones durante el *Flash Crash* 2013



Fuente: Elaboración propia con datos de la BMV.

Un *flash crash* es una caída muy rápida y recuperación inmediata que ocurre dentro de un periodo extremadamente corto, como lo acaeció el 6 de mayo de 2010 y el 23 de abril de 2013, cuando un falso tweet informó de un atentado al presidente Barack Obama. En pocos minutos se registró el efecto de la noticia (desplome-recuperación) para estabilizarse de nuevo.

El valor en riesgo (VaR)

Las finanzas estudian la manera en que los recursos escasos se asignan a través del tiempo para maximizar el rendimiento del inversionista y minimizar el riesgo inherente, definido éste como la volatilidad no esperada de los flujos financieros impacta el tipo de cambio, las tasas de interés, el precio de las acciones y de los productos físicos. Los movimientos en las variables financieras constituyen una fuente importante de riesgos.

⁹ La *negociación de alta frecuencia* (o *high-frequency trading*, HFT) se lleva a cabo utilizando herramientas tecnológicas sofisticadas, supercomputadoras que ejecutan miles o millones de operaciones por segundo.

¹⁰ Por ejemplo, el 16 de septiembre de 1992, George Soros forzó la devaluación de la divisa británica (20%) con la venta de 10 mil millones de libras. Ganó mil millones de dólares. Véase: <https://www.forbes.com/profile/george-soros/>

En el apartado anterior (La racionalidad de los mercados) señalamos dos suposiciones fundamentales. Una es que los rendimientos se ajustan a una distribución normal (Figura 5); por tanto, se requiere el valor de la media (μ) y la desviación estándar (σ) calculados de forma *continua*.¹¹

Fórmula 1. Rendimiento continuo de los precios

$$R^{\circ} = \ln\left(\frac{VF}{VI}\right) * 100$$

- donde R° = Rendimiento porcentual geométrico del activo
 VF = Precio del activo en el momento t
 VI = Precio del activo en el momento t-1
 \ln = Logaritmo natural de VF/VI

Para hallar la probabilidad de que la variable R° esté dentro de un determinado intervalo, se tiene que obtener el área que se encuentra bajo la curva normal.

Con la *función de densidad de probabilidad* (fdp) se determina el área bajo la curva de $f(x)$, que corresponde a un intervalo determinado; esto es, que la variable tome alguno de los valores de ese intervalo (Anderson *et al.*, 2008: 227) (Figura 3).

Fórmula 2. Función de densidad de probabilidad (fdp)

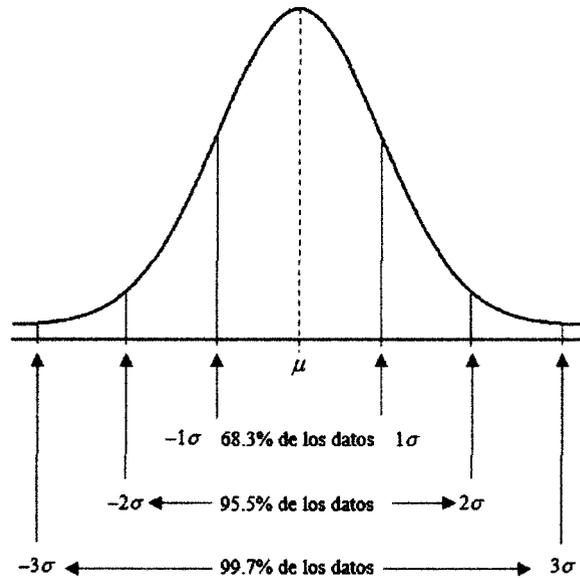
$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

- donde $f(x)$ = Función de densidad de probabilidad
 σ = Desviación estándar de la distribución
 π = El valor de π (πi) utilizado en los cálculos es 3.141 592 653 589 790
 e = Constante matemática con infinitos decimales no recurrentes. El valor (truncado) estimado en Excel es 2.718 281 828 459 050
 x = Valor de la variable aleatoria discreta
 μ = Media aritmética de la distribución
 σ^2 = Varianza de la distribución

El teorema del límite central garantiza una distribución normal cuando n es suficientemente grande. La aproximación es, en general, mayor en el centro que en sus extremos o colas. Establece que la distribución de un promedio de muchas variables aleatorias independientes, idénticamente distribuidas, tiende a la distribución normal en forma de campana.

¹¹ El cálculo se hace con logaritmos, pues “suaviza” la curva haciendo más representativo el comportamiento de los índices.

Figura 3. Curva de campana de una distribución normal



Fuente: Elaboración propia, a partir de la *Función de probabilidad normal*.

La *regla empírica* afirma que en series de datos donde la mediana y la media son iguales, las observaciones tienden a distribuirse igualmente alrededor de estas mediciones de tendencia central. Dicha regla establece que aproximadamente 68.3% de los datos están contenidos en ± 1 desviación estándar (σ) en torno a la media (μ); 95.5% de las observaciones están ± 2 ; y 99.7% dentro de $\pm 3 \sigma$ de la μ . Esta regla es útil para estimar la probabilidad de un evento y la frecuencia teórica dada su desviación estándar, además de detectar los valores atípicos.

Ya que el interés estriba en medir la peor pérdida esperada en un intervalo de tiempo, se utiliza el nivel de confianza de 95% para una sola cola, con el fin de obtener el valor de *alfa*, que es la zona que identifica los eventos atípicos (rendimientos superiores al valor en riesgo). Así, el porcentaje fuera del NC es, simplemente $\alpha = 1 - NC$.

Fórmula 3. Frecuencia esperada para un evento atípico

$$\frac{1}{(1 - NC)} = \frac{1}{\alpha}$$

Tabla 3. Eventos esperados fuera del NC

Z	NC	α	Frecuencia
1.65	95.0%	5.0%	Una vez cada 20 días
2.33	99.0%	1.0%	Una vez cada 100 días

$$\frac{1}{(1 - 0.95)} = \frac{1}{0.05} = 20$$

Fuente: Elaboración propia.

El resultado se interpreta como la frecuencia o número de días en los que se puede presentar la caída de un rendimiento dado.

Desconocemos en cuánto subirá o bajará el precio. Por tanto, necesitamos contar con información oportuna para cuantificar la pérdida monetaria que podría sufrir nuestra posición (véase Tabla 4) y evitar, en la medida de lo posible, exponernos a pérdidas económicas no tolerables.

Tabla 4. Exposición al riesgo en función de la tenencia, o no, del activo

Activo	Variable	Exposición al riesgo			
		Si debo		Si poseo	
Divisas	Tipo de cambio	Δ	TC	∇	TC
Tasas	Tasa de interés (variable) ¹²	Δ	i	∇	i
Acciones, commodities, etc.	Precio ¹³	Δ	Pr	∇	Pr

Fuente: Elaboración propia.

La selección del método se orientó hacia una medida de uso generalizado recomendada por el Grupo de los Treinta (G-30),¹⁴ el *valor en riesgo* (VaR), estándar internacional propuesto por el banco J.P. Morgan.¹⁵ Se trata de una prueba estadística que proporciona una medida de la magnitud de pérdidas potenciales, debido a movimientos desfavorables del mercado.

Por medio del VaR se obtienen los valores que permiten resumir en un sólo número la pérdida potencial máxima, pre-especificada, que se puede sufrir en el valor de un activo o un grupo de ellos, dado un nivel de confianza y en un periodo objetivo.¹⁶

La elección del nivel de confianza es importante para la *validación del modelo*. El más usual es 95%. Valores más elevados, por ejemplo 99%, implican un VaR mayor. Dicha selección deberá reflejar el nivel de riesgo que se aceptaría y el costo de una pérdida por exceder el nivel establecido (Jorion, 2010: 100).

Fórmula 4. Valor en riesgo total

$$VaR = (\mu \pm (\sigma \cdot z)) \cdot P \cdot Q$$

¹² Si contratamos una deuda (posición *corta*) con una tasa de interés variable, el riesgo es que ésta suba. Por otra parte, si invertimos (posición *larga*) bajo el mismo supuesto, nos preocupa que baje. Cuando son fijas es lo contrario: en posición corta el riesgo es que la tasa baje, pues seguiremos pagando una tasa mayor. El costo del dinero será alto.

¹³ Cuando hablamos de que se “deben”, nos referimos al caso de una *venta en corto*, operación especulativa que permite a los operadores vender títulos que no poseen –pues los pidieron prestados– para comprarlos en una fecha posterior, con la expectativa de conseguirlos en un precio menor al que los vendieron y ganar la diferencia correspondiente. A la posición deudora no cubierta después de la venta se le conoce como *posición corta*.

¹⁴ Véase: <https://www.group30.org/>.

La recomendación tuvo efecto a partir de los desastres durante la década de 1990; por ejemplo, las pérdidas injustificadas en operaciones de derivados que causaron la disolución de Barings, un banco de inversión británico: véase Riveroll Nava (2004).

¹⁵ Consultar la página web de J.P. Morgan: <https://www.jpmorgan.com/global>

¹⁶ Las fuentes de información para elaborar este resumen son: Mina y Xiao (2001) y Zumbach (2007).

donde	VaR	=	Valor en riesgo de un activo
	μ	=	Rendimiento medio
	σ	=	Volatilidad (desviación estándar) de los rendimientos
	z	=	Número de desviaciones estándar respecto a la media que depende del nivel de confianza deseado
	$\mu \pm (\sigma \cdot z)$	=	Movimiento adverso representado en forma porcentual
	\pm	=	Signo negativo para la posición larga, y positivo para la corta
	P	=	Precio unitario del activo en estudio
	Q	=	Número de unidades del activo en estudio

La media (μ) se obtiene de la división de la suma de los valores entre el número de ellos. Por otra parte, la desviación estándar para cuantificar la dispersión se calcula de la siguiente manera:¹⁷

Fórmula 5. Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}}$$

donde	σ	=	Desviación estándar
	x_j	=	Rendimiento del activo que va de 1 a n
	μ	=	Media (o promedio) aritmético
	n	=	Número de rendimientos

Una característica de esta ecuación es que todos los rendimientos tienen el mismo peso, independientemente de cuándo se haya registrado el evento (véase Figura 4a). Tiene el mismo impacto un suceso atípico ocurrido hoy, que uno de años atrás, lo cual podría ser un sesgo en la interpretación del riesgo.

En este marco, RiskMetrics propone una opción que mejora el método tradicional de cálculo de la desviación estándar. Utiliza un promedio móvil exponencial de las observaciones históricas, en donde las últimas observaciones tienen mayor peso en la estimación de la volatilidad.

Fórmula 6. Desviación estándar suavizada

$$\sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \cdot \left(\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} \cdot (x_i - \mu)^2 \right)}$$

¹⁷ Es el caso de la población: para la muestra es la misma fórmula, sólo se resta un grado de libertad $n-1$.

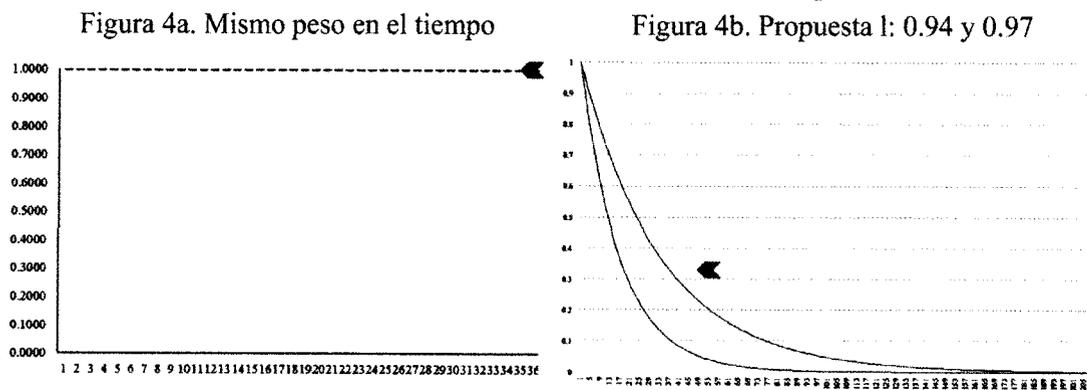
- donde σ = Desviación estándar
 λ = Parámetro *lambda* conocido como *factor de decaimiento (decay factor)*
 i = Posición del activo en el tiempo, donde 1 es el acontecimiento reciente, y n es el remoto
 μ = Media (o promedio) aritmético
 n = Número de rendimientos

El modelo depende del parámetro λ ($0 < \lambda < 1$), conocido como *factor de decaimiento*, que determina los pesos relativos. Este enfoque tiene dos importantes ventajas:

- La volatilidad reacciona más rápidamente a los eventos atípicos del mercado, ya que los datos recientes tienen más peso que los antiguos (véase Figura 4b).
- Después del suceso, el efecto disminuye exponencialmente.

J.P. Morgan/Reuters (1996) proponen los factores de decaimiento, λ , de 0.94 para los datos diarios, como es el caso de nuestro estudio, y 0.97 para los mensuales (véanse líneas continuas en la Figura 4b).¹⁸

Figura 4. Peso de los rendimientos en el tiempo



Fuente: Elaboración propia.

Al considerar que el rendimiento esperado se incrementa linealmente con el tiempo, y la volatilidad con la raíz cuadrada del mismo factor, para la cuantificación del VaR se utiliza, por consenso, años de 252 días, meses de 21 o 22 y semanas de cinco días de operación. Por tanto, para ir de datos diarios a un nuevo plazo (semanal, quincenal, mensual, etcétera) se usan las siguientes ecuaciones.

No obstante, para obtener mayor precisión en la estimación proponemos utilizar el número de días laborables¹⁹ entre las fechas de inicio y vencimiento del compromiso de pago.

¹⁸ Para el estudio de la metodología seguida por J.P. Morgan/Reuters para la elección de los dos factores óptimos de decaimiento (λ), uno para el conjunto de datos diarios y el otro para el conjunto de datos mensuales, se recomienda ver el apartado 5.3.2 *Choosing the decay factor*, en Kim y Mina (2001).

¹⁹ Se excluyen los sábados, domingos y días festivos. Véase el calendario publicado por la Bolsa Mexicana de Valores: <https://www.bmv.com.mx/es/grupo-bmv/calendario-de-dias-festivos>

Fórmula 7. Agregación del tiempo en la media

$$\mu_n = \mu_d \cdot n$$

- donde
- μ_n = Promedio de los rendimientos en el día n
 - μ_d = Promedio de los rendimientos diarios
 - σ_d = Promedio de los rendimientos en el día n
 - σ_n = Desviación estándar de los rendimientos
 - n = Número de días del plazo deseado

Fórmula 8. Agregación del tiempo en la desviación estándar

$$\sigma_n = \sigma_d \cdot \sqrt{n}$$

El entorno (siempre) turbulento

En marzo de 2020 se manifestaron jornadas de turbulencia como consecuencia de la pandemia de Covid-19. *Ansiedad, incertidumbre, inestabilidad* fueron expresiones utilizadas por los analistas económicos, y palabras como *inesperado, pánico, turbulencia, desplome, transmisión* y *contagio* fueron el común denominador de los encabezados en los diarios mundiales:

- El nerviosismo se reflejó en el comportamiento del peso mexicano frente al dólar. El tipo de cambio FIX²⁰ cerró en 2020 en \$18.87.
- Paulatinamente, el peso se depreció 28.7% para alcanzar la paridad de \$24.29 el 31 de marzo de 2020.
- En el inter se presentaron momentos de volatilidad: el 27 de marzo perdió 4.93% en relación con la jornada anterior, en plena etapa de inestabilidad de las principales bolsas bursátiles de Europa y América. Véanse figuras 5 y 6.

Figura 5. Precios del TC

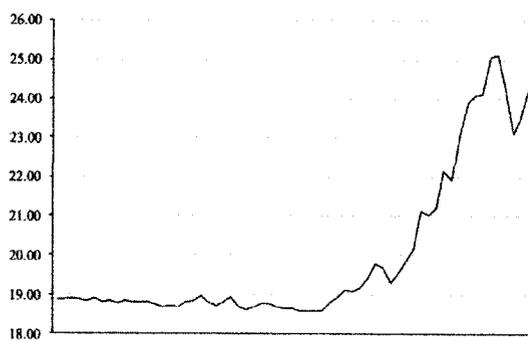
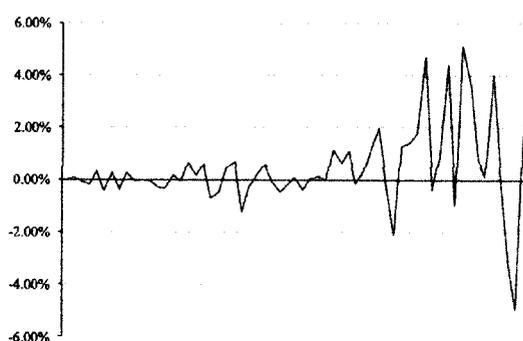


Figura 6. Rendimientos del TC



Fuente: Elaboración propia con datos de Banxico.

Las percepciones de los inversores se reflejaron en el pánico que impactó a los mercados de capitales, de deuda y de divisas, con el consecuente efecto en los negocios.

²⁰ El tipo de cambio FIX para solventar obligaciones denominadas en dólares de Estados Unidos pagaderas en la República Mexicana lo publica el Banco de México, en el Diario Oficial de la Federación, el día hábil bancario inmediato siguiente a su determinación. Véase: <https://www.banxico.org.mx/tipcomb/main.do?page=tip&idioma=sp>

Cuantificación del riesgo de un activo

Utilicemos un caso de estudio para el análisis del valor en riesgo de una hipotética cartera de un activo.

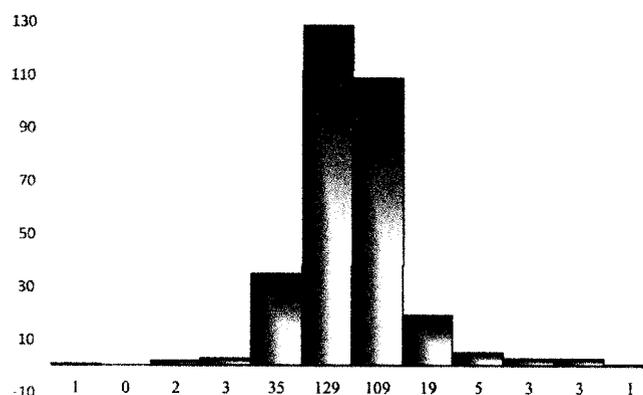
- Crédito por 120 mil USD para la adquisición de equipo especializado de última generación.
- La deuda se cubre a través de 12 pagos de 10 mil USD convertidos a pesos, según el tipo de cambio FIX²¹, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF)²² en el último día hábil de cada mes.

Se trabajó con 310 rendimientos del periodo del 4 de septiembre de 2019 al 30 de noviembre de 2020.

La agrupación de datos nos muestra el número de observaciones en cada categoría, y el respectivo histograma proporciona una representación visual de la distribución de frecuencias (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de frecuencias de los rendimientos

Límites de clases		Frecuencia	Relativa
-7.00%	-6.00%	0	0.00%
-6.00%	-5.00%	1	0.32%
-5.00%	-4.00%	0	0.00%
-4.00%	-3.00%	2	0.65%
-3.00%	-2.00%	3	0.97%
-2.00%	-1.00%	35	11.29%
-1.00%	0.00%	129	41.61%
0.00%	1.00%	109	35.16%
1.00%	2.00%	19	6.13%
2.00%	3.00%	5	1.61%
3.00%	4.00%	3	0.97%
4.00%	5.00%	3	0.97%
5.00%	6.00%	1	0.32%
Total		310	100.0%



Fuente: Elaboración propia.

- De la anterior Tabla 5 destacamos el número de observaciones de cada clase: 140 para los aumentos y 170 para las disminuciones, 54.8% y 45.2% de las observaciones.

A partir de los aumentos del tipo de cambio:

- La frecuencia de clase más grande va de 0% a 1%. Dentro de este margen se tuvieron 109 aumentos, 35.2% de la frecuencia relativa:

²¹ El FIX, determinado por el Banco de México, es el referente para solventar obligaciones denominadas en dólares liquidables en la República Mexicana. La elección de esta variable se realizó considerando los objetivos del estudio.

²² Fuente: BdeM, Mercado Cambiario, disponible en: <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp>

- 19 eventos con rendimientos entre 1% y 2%.
- 12 entre 2% y 6%. El mayor fue de 5.02% (véase Tabla 6).

Estimamos los estadísticos que se desprenden de la serie de tiempo para conocer el límite superior porcentual a un día (Tabla 6 y fórmula 9).

Tabla 6. Estadísticos de los rendimientos diarios

Valor máximo	5.018%
Valor mínimo	-5.056%
Promedio	0.002%
Desviación estándar	1.085%
Valor de z	1.65

Fórmula 9. Límite superior diario en porcentaje

$$L_{\%} = \mu + (z \cdot \sigma)$$

$$L_{\%} = 0.00002 + (1.65 \cdot 0.01085) = 1.79\%$$

- donde
- $L_{\%}$ = Límite superior en porcentaje
 - μ = Rendimiento medio
 - σ = Volatilidad (desviación estándar)
 - z = Número de desviaciones estándar respecto a la media

El porcentaje obtenido, 1.79, es la tasa de cambio máxima esperada a un día.

Destacamos el hecho de que en el periodo de estudio se presentaron 16 casos extremos, cuyo rendimiento rebasaron el límite con valores que van de 1.84% a 5.02%.

A partir de la fórmula 3 y el ejemplo de la Tabla 4, con la información de la Tabla 6, estimamos la probabilidad de nueva ocurrencia. Veamos la frecuencia esperada para tres hechos acaecidos en marzo de 2020 (véase Tabla 7).

Tabla 7. Eventos esperados fuera del NC

Fecha	R°	Z	NC	a	Frecuencia ²³
31/03/20	3.24%	2.97	99.85%	0.15%	Una vez cada 667 días (2.7 años)
10/03/20	4.60%	4.23	99.999%	0.001%	Una vez cada 100 000 días (339.6 años)
18/03/20	5.02%	4.61	99.9998%	0.0002%	Una vez cada 500 000 días (1,971 años)

Fuente: Elaboración propia.

²³ Retomando la fórmula 3 para estimar los eventos esperados en alfa (α), $1/(1-NC)$, para el 31 de marzo de 2020, $1/(1-0.9985) = 667$ días, los cuales divididos entre 252 días (año bursátil-financiero) obtenemos el valor de 2.7 años.

En tres semanas (del 10 al 31 de marzo de 2020) se presentaron tres aumentos de cotizaciones cuya probabilidad de ocurrencia, según el modelo gaussiano, es de 2.7 años para la tasa de 3.24%, 339.6 años para 4.6% y ¡1971 años! para una variación de 5.02%.

La serie fue dividida para su estudio en 12 ventanas de tiempo, una por cada pago, en las que se incluye una serie de tiempo de 61 días (véase Tabla 8). Concentramos el estudio en la volatilidad en febrero-abril (pagos 3, 4 y 5).

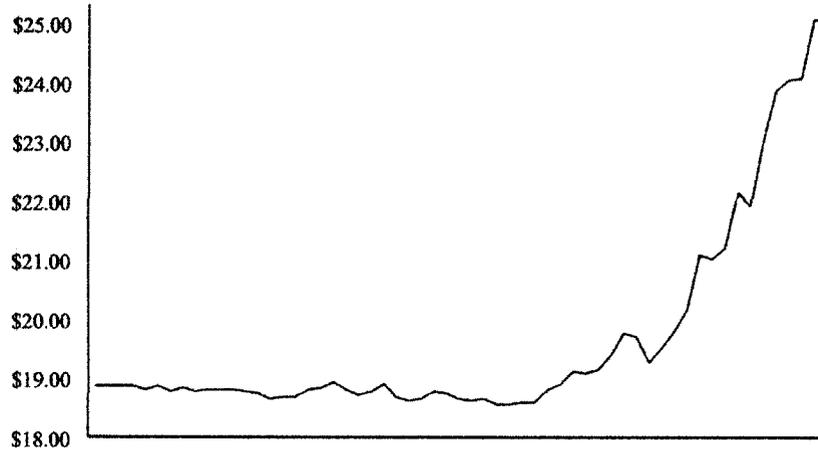
Tabla 8. Ventanas de tiempo para la estimación y evaluación del VaR
(Los periodos de la serie son de 61 días laborables)

Pago	Serie de tiempo			Evaluación del VaR		
	Inicio	Final	Días	Inicio	Pago	Días
1	04/09/2019	29/11/2019	61	29/11/2019	31/12/2019	21
2	03/10/2019	31/12/2019	61	31/12/2019	31/01/2020	23
3	04/11/2019	31/01/2020	61	31/01/2020	28/02/2020	20
4	02/12/2019	28/02/2020	61	28/02/2020	31/03/2020	22
5	03/01/2020	31/03/2020	61	31/03/2020	30/04/2020	21
6	31/01/2020	30/04/2020	61	30/04/2020	29/05/2020	21
7	02/03/2020	29/05/2020	61	29/05/2020	30/06/2020	23
8	02/04/2020	30/06/2020	61	30/06/2020	31/07/2020	24
9	08/05/2020	31/07/2020	61	31/07/2020	31/08/2020	22
10	08/06/2020	31/08/2020	61	31/08/2020	30/09/2020	22
11	07/07/2020	30/09/2020	61	30/09/2020	30/10/2020	23
12	06/08/2020	30/10/2020	61	30/10/2020	30/11/2020	20

Fuente: Elaboración propia.

En marzo de 2020 se manifestó con fuerza la crisis sanitaria en nuestro país. La cotización del peso mexicano frente al dólar captó el efecto. La moneda se depreció paulatinamente. El tipo de cambio perdió 33.1 puntos porcentuales de su valor, 140% en términos anuales, al pasar de una cotización de \$18.8727 el 31 de diciembre de 2019 a \$25.1185 el 25 de marzo de 2020 (véase Figura 7).

Figura 7. Cotización del peso frente al dólar al inicio de la pandemia
 Periodo enero-marzo de 2020

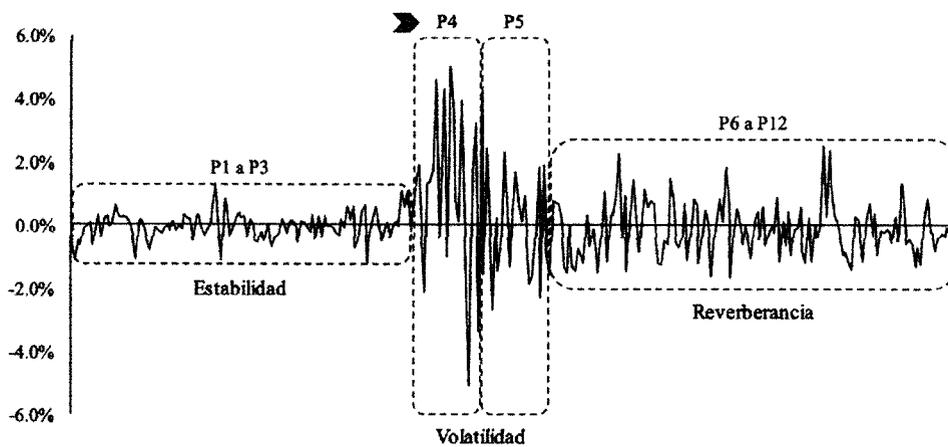


Fuente: Elaboración propia con datos del tipo de cambio FIX.

En el contexto del alcance cuantitativo del estudio, ingresamos en el instrumento de Excel los datos de entrada para el tercer, cuarto y quinto pago efectuados en febrero, marzo y abril de 2020 (véase Tabla 7).

La pertinencia de la división estriba en el hecho de que la serie registra periodos de *estabilidad-volatilidad-reverberación*. Las ventanas de tiempo captan la evolución de la turbulencia (Figura 8) y proporcionan información valiosa para evaluar el efecto y desajuste en el valor en riesgo correspondiente.

Figura 8. Ventanas de estudio en la serie de tiempo
 Periodo: 3 de septiembre de 2019 a 20 de noviembre de 2020



Fuente: Elaboración propia a partir del tipo de cambio FIX.

Para profundizar en este concepto fundamental, citamos a Mandelbrot (2010), quien asume una suerte de “memoria” en las series financieras a través de la cual el pasado continúa influyendo en las fluctuaciones aleatorias del presente.

El hoy sí influye en el mañana. Si los precios experimentan una fuerte oscilación hoy, se da un incremento en la posibilidad de que mañana oscilen con la misma intensidad. (...) Los movimientos actuales influirán en los de mañana. Ante las malas noticias, los inversores reaccionan de inmediato (Mandelbrot, 2010: 21).

Tabla 9. Datos de entrada para los pagos 3, 4 y 5

Ventana de análisis	3	4	5
Fecha al inicio de la operación	31/01/2020	28/02/2020	31/03/2020
Fecha al vencimiento de la operación	28/02/2020	31/03/2020	30/04/2020
Plazo de la operación	20	22	21
Precio al inicio de la operación	\$18.7853	\$19.3973	\$24.2853
Precio al vencimiento de la operación	\$19.3973	\$24.2853	\$24.0002
Deuda en divisas al inicio de la operación	\$10,000	\$10,000	\$10,000
Deuda en pesos al inicio de la operación	\$187,853	\$193,973	\$242,853

Fuente: Elaboración propia.

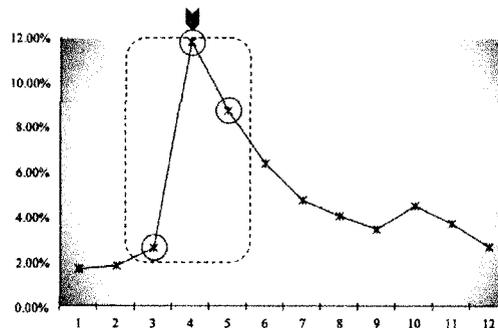
Al considerar que no poseemos los dólares (posición corta), calcular con NC de 95%, en el plazo de la operación para cada pago:

1. El cambio porcentual de la divisa.
2. El VaR del precio de la divisa.
3. El VaR de la posición total del activo.

Hemos comentado que la frecuencia de generación y publicación de la información es diaria. Para comparar los riesgos a través de diferentes momentos de tiempo, debemos transformarlos al horizonte mensual requerido en este estudio. Utilizamos las fórmulas 6 y 7 para *agregar el tiempo*. Los resultados se observan en la Tabla 10.

Tabla 10. Agregación del tiempo

Ventana	Diario	Días (n)	Agregado
3	μ	20	-0.236%
	σ		2.600%
4	μ	22	9.228%
	σ		11.795%
5	μ	21	8.575%
	σ		8.711%



Fuente: Elaboración propia.

Extrapolamos el VaR diario a un horizonte mensual. Los datos corresponden a un horizonte de un día, por lo que deben ser ampliados para empatar el horizonte mensual del tipo de cambio, donde n es el número de días de operaciones comerciales en un mes, tomada como la $N = 20, 21, 22, 23$ o 24 días. Estimamos la volatilidad de los ingresos mensuales utilizando la raíz cuadrada del tiempo.

Se espera que dentro de n días el porcentaje de variación del tipo de cambio no sea mayor que el límite superior en porcentaje ($L_{\%}$) y que no suba más del equivalente en pesos ($L_{\$}$) (véase Tabla 11).

Fórmula 10. Límite superior mensual en % **Fórmula 11. Límite superior mensual en \$**

$$L_{\%} = (\mu \cdot n) + (z \cdot \sigma \cdot \sqrt{n})$$

$$L_{\$} = P \cdot (1 - L_{\%})$$

- donde
- $L_{\%}$ = Límite superior en porcentaje
 - $L_{\$}$ = Límite superior en pesos
 - μ = Rendimiento medio
 - σ = Volatilidad (desviación estándar)
 - z = Número de desviaciones estándar respecto a la media
 - n = Número de días del plazo deseado

Tabla 11. Límite superior estimado para cada pago

Pago	TC inicial		σ_n	Fecha pago	TC estimado	TC real	Diferencia
1	28/11/2019	\$19.61	1.67%	30/12/2019	\$19.82	\$18.87	-\$0.95
2	31/12/2019	\$18.87	1.82%	31/01/2020	\$19.32	\$18.79	-\$0.53
3	31/01/2020	\$18.79	2.60%	28/02/2020	\$19.55	\$19.40	-\$0.15
4	28/02/2020	\$19.40	11.80%	31/03/2020	\$24.96	\$24.29	-\$0.67
5	31/03/2020	\$24.29	8.71%	30/04/2020	\$29.86	\$24.00	-\$5.86
6	30/04/2020	\$24.00	6.35%	29/05/2020	\$27.49	\$22.20	-\$5.29
7	29/05/2020	\$22.20	4.72%	30/06/2020	\$23.45	\$23.13	-\$0.32
8	30/06/2020	\$23.13	4.07%	31/07/2020	\$23.93	\$22.17	-\$1.76
9	31/07/2020	\$22.17	3.45%	31/08/2020	\$23.54	\$21.86	-\$1.68
10	31/08/2020	\$21.86	4.48%	30/09/2020	\$23.50	\$22.36	-\$1.14
11	30/09/2020	\$22.36	3.72%	30/10/2020	\$23.33	\$21.38	-\$1.95
12	30/10/2020	\$21.38	2.69%	30/11/2020	\$21.76	\$20.08	-\$1.68

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, los destacados autores Benoit Mandelbrot y Nassim N. Taleb lideran una corriente de pensamiento con severa crítica al modelo gaussiano, al plantear en sus respectivas obras²⁴ que los rendimientos no se ajustan a la campana de Gauss y que el modelo estándar no describe correctamente el comportamiento general del mercado.²⁵ De la Tabla 11 desprendemos algunas conclusiones importantes.

Seleccionamos las ventanas 3, 4 y 5 del periodo febrero-abril para observar el comportamiento y el efecto en el porcentaje de variación límite.

Con la información de las tablas 10 y 11, para la cuarta anualidad:

$$L_{\%} = (\mu \cdot n) + (z \cdot \sigma \cdot \sqrt{n})$$

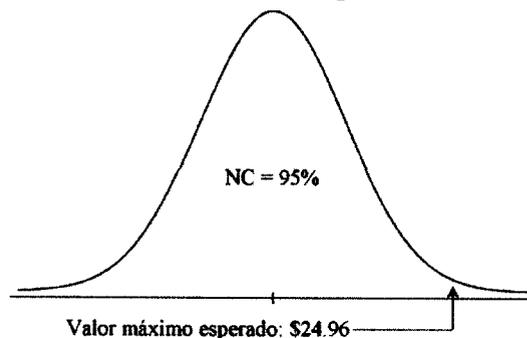
$$L_{\%} = (0.00419 \cdot 22) + (1.65 \cdot 0.02515 \cdot \sqrt{22}) = 28.69\%$$

Este porcentaje, aplicado al tipo de cambio base (cierre de febrero), se convierte en un valioso parámetro para estimar el VaR: el valor máximo esperado del dólar, \$24.96, al 31 de marzo (Figura 9).

$$L_{\$} = P \cdot (1 + L_{\%})$$

$$L_{\$} = 19.40 \cdot (1 + 0.2869) = \$24.96$$

Figura 9. Valor máximo esperado del dólar



Fuente: Elaboración propia a partir del tipo de cambio FIX.

La evaluación *ex post* nos indica que el pronóstico realizado a través del instrumento fue acertado a pesar de la volatilidad no esperada.

En la segunda quincena los rendimientos tuvieron crestas y valles con valores extremos de $\Delta 5.02\%$ el 18 de marzo y $\nabla 5.06\%$ en el penúltimo día de operación, el viernes 27 de marzo (véase Figura 9).

En los hechos, en el análisis día a día, sólo en dos ocasiones el tipo de cambio real rebasó el límite superior estimado; por lo tanto, fue necesario hacer aportaciones adicionales al fondo de reserva para cubrir el VaR del mes (véase Tabla 12):

²⁴ Se recomienda la lectura de los libros *Fractales y finanzas* y *El cisne negro*, cuyos autores son Benoit Mandelbrot y Nassim N. Taleb, respectivamente. Véase la cita completa en el apartado de *Referencias*.

²⁵ El propio Mandelbrot aboga por otra opción diferente a la distribución gaussiana, la curva de Cauchy, ya que para él no está claro que la campana de Gauss sea la mejor medida del riesgo.

- por \$1,200.00 el 24 de marzo, 12 centavos por cada dólar de deuda, un total de \$1,182.00,
- por \$1,600.00 el 25 de marzo, 16 centavos por cada dólar de deuda, un total de \$1,585.00.

Tabla 12. Depósitos adicionales en el pago 4
(Llamada al margen)

Pago 4	VaR inicial	TC	Llamada al margen		VaR Ajustado
			Depósito	Cantidad	
lunes, 2 de marzo de 2020	\$24.96	\$19.78	No	\$0.00	\$24.96
martes, 24 de marzo de 2020	\$24.96	\$25.08	Si	\$0.12	\$25.08
miércoles, 25 de marzo de 2020	\$24.96	\$25.12	Si	\$0.16	\$25.24
martes, 31 de marzo de 2020	\$24.96	\$24.29	No	\$0.00	\$25.24

Fuente: Elaboración propia.

A partir del depósito inicial y las aportaciones adicionales, el fondo de reserva quedó con un excedente de 0.95 por dólar de deuda, \$9,500 pesos en total (véase Tabla 13).

Tabla 13. Saldo en el fondo de reserva

Concepto	Valor unitario	Valor total
VaR inicial	\$24.96	\$249,600.00
Var ajustado	\$25.24	\$252,400.00
Tipo de cambio al cierre	\$24.29	\$242,900.00
Saldo en el fondo de reserva	\$0.95	\$9,500.00

Fuente: Elaboración propia.

Sugerimos al lector realice un ejercicio similar para el quinto pago y obtenga las conclusiones que de él se deriven, utilizando la fórmula 3 para estimar el VaR total del dólar.

Finalmente, de la Tabla 14 se infiere la probabilidad de una pérdida sobre un intervalo dado. Para los datos mensuales, en marzo de 2020, fue de 21.8%.

Tabla 14. Riesgo y rendimiento para la ventana 4

Horizonte	Media μ	Riesgo σ	Relación μ/σ	Probabilidad de pérdidas
Mensual	9.228%	11.795%	0.7824	21.8%

Fuente: Adaptado de Jorion (2010: 97).

Conclusiones

A partir del supuesto de una deuda en dólares, la metodología para cuantificación del valor en riesgo se enfocó en la versión más simple, la evaluación de un portafolio de un solo activo.

Utilizamos el tipo de cambio FIX peso mexicano/dólar estadounidense en el periodo de septiembre de 2019 a noviembre de 2020, en el cual se observan oscilaciones, en especial en marzo con 12 eventos con rendimientos entre 2% y 5%.

En tres semanas, del 10 al 31 de marzo de 2020, se presentaron tres aumentos en la cotización, cuya probabilidad de ocurrencia, de acuerdo al modelo gaussiano, es de 2.7 años para la tasa de rendimiento de 3.24% y ¡339 años para 4.6%! Desde este marco de referencia, una variación de 5.02% como la del 18 de marzo de 2020, podría registrarse una vez cada 1,971 años (desde la construcción de la Pirámide del Sol en Teotihuacán hasta nuestra época).

La presencia de esos eventos tan importantes en un periodo tan corto se considera, probabilísticamente hablando, como sucesos, casi imposibles; aunque movimientos así son frecuentes. Las turbulencias en los mercados recuerdan a la volatilidad en el inicio de la crisis hipotecaria en 2008 (Marichal, 2010: 317).

Prácticamente todas las bolsas de valores se desplomaron: el índice industrial Dow Jones en Wall Street cayó 7.87%, lo cual provocó que Tokio, Londres, Madrid y México suspendieran sus operaciones.

Los fuertes desplomes llevaron a la Bolsa Mexicana de Valores a culminar con su peor baja en la década. El 22 de octubre tuvo el peor comportamiento en el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) con una caída de 7.1%, un máximo histórico. En ocho jornadas, del 15 al 24 de octubre, las pérdidas acumuladas eran de 26.25%.

El efecto se vio reflejado en el comportamiento del peso mexicano frente al dólar. La divisa mexicana pasó por una de las peores turbulencias de su historia. La moneda se depreció²⁶ súbitamente en las siguientes jornadas. Destacan las fechas: 7, 9 y 13 de octubre de 2008 con aumentos de 5.67%, 7.33% y 5.04%, respectivamente.

Otro momento relevante fue la reacción del mercado cambiario en las elecciones estadounidenses en 2016.²⁷ El peso se depreció el 10 de noviembre de ese año en 7.37%; fue la alza más brusca desde octubre de 2008.

²⁶ Aun cuando en este trabajo se pueden encontrar indistintamente, como sinónimos, las palabras *depreciación* y *devaluación*, es importante hacer algunas precisiones:

- En el *Glosario* del Banco de México se define a la *devaluación* como la “reducción del valor de la moneda nacional en relación con las monedas extranjeras”. No hace ninguna referencia sobre el concepto *depreciación*, aunque diversas fuentes establecen sutiles diferencias entre ambas.
- El término *depreciación* lo aplican en un esquema de flotación libre del tipo de cambio, donde éste es determinado por la interacción de la oferta y la demanda en el mercado. El término *devaluación* lo utilizan en un esquema donde el gobierno fija el tipo de cambio y anuncia que su valor pasará de uno a otro más elevado.

²⁷ En el otoño de 2016, los electores en Estados Unidos dieron la sorpresa, y el candidato republicano fue elegido como su próximo presidente. Palabras como: *resultado inesperado, pánico, turbulencia, depreciación*,

Taleb (2010) define estos sucesos como un *cisne negro*, evento percibido como altamente improbable con efectos considerables. Los movimientos del tipo de cambio descritos en este capítulo caen en esta categoría. El común denominador es la frecuencia, mucho mayor de lo esperado.

El suceso raro equivale a la incertidumbre, por eso es importante considerar los extremos y sus efectos por la aversión al riesgo de los inversionistas, quienes necesitan poseer información oportuna para desarrollar una adecuada estrategia, como respuesta a los cambios en el entorno (Besley, 2009).

Finalmente, en el desarrollo del capítulo nos enfocamos sólo a un instrumento financiero individual, el tipo de cambio peso/dólar. Para un portafolio de dos o más activos, el modelo se amplía a través de la aplicación del análisis de portafolio tradicional, basado en varianzas y covarianzas²⁸ para diversificar las fuentes de riesgo en la medición del VAR.

Referencias

- Anderson, D. R. *et al.* (2008), *Estadística para administración y economía*, México: Cengage Learning.
- Asociación de Emprendedores de Latinoamérica (ASELA) (2018), *Estudio sobre brechas para el emprendimiento en la Alianza de Pacífico*. Disponible en: http://brechas.asela.org/static/media/estudio_brecha_oepap.9c5c3040.pdf
- Fama, E. F. (1969), "Efficient capital markets: A review of theory and empirical work", en *The Journal of Finance*, vol. 25, núm. 2. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/2325486>
- Gleick, J. (2012), *Caos: La creación de una ciencia*, España: Seix Barral.
- INEGI (2016), *Demografía de los negocios en México: documento metodológico*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825088286.pdf#page=13&zoom=100,0,0
- INEGI (2019), Resultados de la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (ENAPROCE) 2018. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/especiales/ENAPROCE2018.pdf>
- J.P. Morgan/Reuters (1996), *RiskMetrics: Technical document*, Estados Unidos: Morgan Guaranty Trust Company. Disponible en: www.riskmetrics.com
- Jorion, P. (2010), *Valor en riesgo*, México: Limusa.
- Kim, J. y Mina, J. (2001), *RiskGrades: Technical document*. Disponible en: www.riskmetrics.com
- Ley del Mercado de Valores publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2005. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 09-01-2019. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMV_090119.pdf
- Malkiel, B. G. (2012), *Un paseo aleatorio por Wall Street: La estrategia para invertir con éxito*, España: Alianza.
- Mandelbrot, B. y Hudson, R. L. (2010), *Fractales y finanzas: una aproximación matemática a los mercados: arriesgar, perder y ganar*, España: Tusquets.
- Marichal, C. (2010), *Nueva historia de las grandes crisis financieras: Una perspectiva global, 1873-2008*, España: Debate.
- Markowitz, H. (1952), "Portfolio selection", en *The Journal of Finance*, vol. 7, núm. 1. Disponible en: http://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf
- Markowitz, H. (1991), "Foundations of portfolio theory", en *The Journal of Finance*, vol. 46, núm. 2. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/2328831>
- Mina, J. y Xiao, J. Y. (2001), *Return to RiskMetrics: The Evolution of a Standard*. Disponible en: www.riskmetrics.com
- Mlodinow, L. (2010), *El andar del borracho: Cómo el azar gobierna nuestras vidas*, España: Crítica.
- Observatorio Estratégico de la Alianza del Pacífico (OEAP) (2018), *Brechas para el emprendimiento en la Alianza del Pacífico*. Disponible en: http://brechas.asela.org/static/media/estudio_brecha_oepap_resumen.f427e96b.pdf

desplome, transmisión y contagio fueron el común denominador de los encabezados en los diarios mundiales. El efecto se sintió de inmediato.

²⁸ Existen diversas alternativas para generar la matriz de varianzas y covarianzas con las cuales se cuantifica el VaR. A saber: el Método Delta-Normal (y el de Simulación histórica), Método de Stress-Testing (o Situaciones Extremas), Teoría de valores extremos y Método de simulaciones de Montecarlo.

- Paulos, J. A. (2009), *Un matemático invierte en la bolsa*, España: Tusquets.
- Riveroll Nava, E. (2004), "Lecciones del Pasado en Administración de Riesgos", en *IMEF. Boletín técnico*, núm. 50.
Disponible en: https://www.imef.org.mx/publicaciones/boletines tecnicosorig/BOL_50_04_CTN_AR.PDF
- Secretaría de Economía (2020). *México Emprende. Empresas*. Disponible en: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/mexico-emprende/empresas>.
- Taleb, N. (2010), *El cisne negro: El impacto de lo altamente improbable*, México: Paidós Ibérica.
- Weatherall, J. (2013), *Cuando los físicos asaltaron los mercados*, México: Ariel.
- Zumbach, G. (2007), *A gentle introduction to the RiskMetrics 2006 methodology*. Disponible en: www.riskmetrics.com.