

## Índice de Contenido

Capítulo 1	Introducción.....	1
1.1	Antecedentes y Motivación .....	2
1.2	Descripción del problema, objetivos y alcances del proyecto.....	4
1.2.1	Objetivo General.....	4
1.2.2	Objetivos Específicos .....	4
1.2.3	Alcances .....	4
1.3	Contribución de la tesis .....	5
1.3.1	Características y propósito de la solución.....	5
1.3.2	Aporte de la Tesis.....	5
1.4	Metodología y Herramientas .....	6
1.5	Organización del Documento .....	6
Capítulo 2	Marco Teórico .....	7
2.1	Riesgo .....	8
2.2	Tipos de Riesgos.....	9
2.2.1	Riesgo Crediticio .....	9
2.2.2	Riesgo Operacional .....	10
2.2.3	Riesgo de Mercado .....	10
2.3	Valor en Riesgo .....	11
2.4	Cálculo del VaR de forma Paramétrica .....	12
2.4.1	Modelo de Volatilidad Histórica .....	13
2.4.2	Modelo RiskMetrics (Suavizamiento Exponencial) .....	13
2.4.3	Modelos ARCH y GARCH.....	14
2.5	Cálculo del VaR con Simulación Histórica .....	14
2.5.1	Cálculo de VaR con Método de Simulación Bootstrap .....	15
2.5.2	Cálculo de VaR con Simulación de Monte Carlo .....	15
2.6	Teoría de Valores Extremos.....	16
2.6.1	Método de Máximos por Bloques.....	16

2.6.2	Excedencias sobre un Umbral (POT).....	17
2.7	Modelos de Procesos Puntuales Marcados (MPP).....	18
2.8	Procesos Puntuales Auto-Excitados (PPAE) .....	19
2.9	Obtención del VaR y ES.....	20
2.10	Formas Funcionales.....	20
2.10.1	Modelo ETAS con marcas.....	20
2.10.2	Extensión del modelo ETAS, kernel Isotrópico .....	21
2.10.3	Extensión del modelo ETAS, Función Omori .....	21
Capítulo 3	Propuesta de Tesis .....	22
3.1	Proceso Puntual .....	23
3.2	Proceso de Poisson.....	25
3.3	Proceso Hawkes.....	26
3.4	Proceso Shot Noise.....	27
3.5	Modelo Propuesto .....	29
3.6	Obtención de la Máxima Verosimilitud.....	30
3.7	Proceso de Validación.....	30
3.7.1	Implementación .....	30
3.8	Contraste de Resultados.....	31
3.8.1	Criterio de Información de Akaike .....	31
3.9	Test de Bondad de Ajustes y Backtesting.....	32
3.9.1	Estadístico W.....	32
3.9.2	Test Kolmogorov Smirnov ( $KS_{POT}$ ).....	32
3.9.3	Test de Fallas .....	32
3.9.4	Test de Cobertura Incondicional ( $LR_{UC}$ ).....	33
3.9.5	Test de independencia ( $LR_{ind}$ ) .....	33
3.9.6	Test de Cobertura Condicional ( $LR_{cc}$ ).....	34
3.9.7	Test Ljung-Box ( $LB_{VaR}$ ) .....	34
3.9.8	Test de Dinámica de Cuantiles .....	34
Capítulo 4	Resultados .....	36

4.1	Descripción de las Bases de Datos y Elección de Umbral .....	37
4.2	Implementación del Modelo Hawkes.....	40
4.3	Implementación del Modelo Propuesto .....	45
4.3.1	Test de Validación para los datos de Prueba .....	48
4.4	Backtesting del modelo Propuesto.....	56
Capítulo 5	Conclusiones.....	60
5.1	Modelo Propuesto .....	61
5.2	Análisis de Objetivos .....	61
5.3	Limitaciones del Modelo.....	62
5.4	Futuras Investigaciones .....	63
Referencias Bibliográficas	.....	64
Capítulo 6	Anexos.....	68
6.1	Anexo A: Análisis de las bases de datos. ....	69
6.1.1	Análisis estadístico para FORD, PEPSI, IBEX35 y Portafolio. ....	69
6.1.2	Análisis de las acciones del Portafolio .....	70
6.2	Anexo B: Resultados para el modelo Hawkes Tradicional. ....	72
6.2.1	Marcas y GPD para el modelo Hawkes .....	72
6.2.2	Resultados para Hawkes.....	73
6.3	Anexo C: Resultados para el modelo propuesto.....	74
6.4	Anexo D: Código R implementación del modelo Hawkes tradicional. ....	77
6.5	Anexo E: Código R implementación del modelo Propuesto .....	81

## Índice de Figuras

Figura 1.1: Principales Crisis Financieras desde la década de los años 20s hasta el 2008 .....	3
Figura 2.1: Representación Gráfica del Valor en Riesgo.....	11
Figura 2.2: Representación del método Máximos por Bloques .....	17
Figura 3.1: Representación Gráfica de un proceso Poisson (a) y un proceso Shot Noise (b) .....	28
Figura 4.1: Precios y Retornos financieros para FORD.....	37
Figura 4.2: Precios y Retornos financieros de PEPSI CO .....	38
Figura 4.3: Precios y Retornos financieros del IBEX35 .....	39
Figura 4.4: Retornos Financieros del Portafolio.....	39
Figura 4.5: Gráficas de media de los excesos para FORD, PEPSI CO, IBEX35 y el Portafolio. ....	40
Figura 4.6: Modelo Hawkes para IBEX35 .....	41
Figura 4.7: Resultados para el IBEX35 Modelo Hawkes tradicional.....	41
Figura 4.8: Backtesting para IBEX35 con el modelo Hawkes.....	44
Figura 4.9: Modelo propuesto utilizando la distribución exponencial para IBEX35 .....	48
Figura 4.10: Retornos financieros de FORD y fallas del VaR.....	50
Figura 4.11: Retornos financieros de PEPSI CO y fallas del VaR.....	51
Figura 4.12: Retornos financieros de IBEX35 y fallas del VaR.....	53
Figura 4.13: Retornos financieros de Portafolio y fallas del VaR.....	54
Figura 4.14: Backtesting para IBEX35 con el modelo exponencial .....	59
Figura 6.1: Precios de las acciones pertenecientes al Portafolio .....	70
Figura 6.2: Retornos de las acciones pertenecientes al Portafolio .....	71
Figura 6.3: Resultados modelo Hawkes para el FORD, PEPSI y Portafolio .....	72
Figura 6.4: Resultados para los datos de prueba en FORD, PEPSI CO y Portafolio.....	73
Figura 6.5: Resultados para el backtesting en FORD, PEPSI CO y Portafolio .....	73
Figura 6.6: Resultados para FORD en los datos de prueba para el modelo propuesto.....	74
Figura 6.7: Resultados para PEPSI CO en los datos de prueba para el modelo propuesto .....	74
Figura 6.8: Resultados para IBEX35 en los datos de prueba para el modelo propuesto.....	75
Figura 6.9: Resultados para el Portafolio en los datos de prueba para el modelo propuesto .....	75

## Índice de Tablas

Tabla 4.1: Máxima Verosimilitud para Hawkes tradicional en los cuatro set de datos .....	42
Tabla 4.2: Parámetros estimados y errores estándar para el modelo Hawkes tradicional.....	42
Tabla 4.3: Resultados Test de Validación para los datos de prueba y backtesting. ....	43
Tabla 4.4: Parámetros estimados para FORD con el modelo propuesto .....	46
Tabla 4.5: Parámetros estimados para PEPSI CO con el modelo propuesto .....	46
Tabla 4.6: Parámetros estimados para IBEX35 con el modelo propuesto .....	47
Tabla 4.7: Parámetros estimados para el Portafolio con el modelo propuesto .....	47
Tabla 4.8: Resultados Test de Validación en los datos de prueba para FORD .....	49
Tabla 4.9: Resultados Test de Validación en los datos de prueba para PEPSI CO .....	51
Tabla 4.10: Resultados Test de Validación en los datos de prueba para IBEX35 .....	52
Tabla 4.11: Resultados Test de Validación en los datos de prueba para el Portafolio .....	54
Tabla 4.12: Valor AIC para los cuatro set de datos .....	55
Tabla 4.13: Resultados Test de Validación para FORD en Backtesting .....	56
Tabla 4.14: Resultados Test de Validación para PEPSI CO en Backtesting .....	57
Tabla 4.15: Resultados Test de Validación para IBEX35 en Backtesting .....	57
Tabla 4.16: Resultados Test de Validación para el portafolio en Backtesting .....	58
Tabla 6.1: Análisis estadístico para FORD, PEPSI, IBEX35 y Portafolio .....	69
Tabla 6.2: Ajuste de parámetros de la GPD para Hawkes .....	73
Tabla 6.3: Estimación de Parámetros de la GPD para FORD y PEPSI CO .....	76
Tabla 6.4: Estimación de Parámetros de la GPD para IBEX35 y Portafolio.....	76

## Lista de Abreviaturas y Siglas

AIC = Criterio de Información Akaike

ARCH = Modelo Autorregresivo Heterocedástico Condicional

BM = Máximos por Bloques

BPI = Banco de Pagos Internacionales

ES = Déficit Esperado

EVT = Teoría de Valores Extremos

GARCH = Modelo Generalizado Autorregresivo Heterocedástico Condicional

GEV = Generalizada de Valores Extremos

GPD = Distribución Generalizada de Pareto

HE = Hechos Estilizados

iid = Independiente Idénticamente distribuido

MPP = Proceso Puntual Marcado

NYSE = New York Stock Exchange

POT = Excedencias Sobre Umbral

PPAE = Proceso Puntual Auto-Excitado

SBIF = Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras

SIBE = Sistema Interconectado Bursátil Electrónico

SN = Shot Noise

VaR = Valor en Riesgo