

Índice General

1	Introducción	1
1.1	Motivo	1
1.2	Objetivo	2
1.3	Contribuciones	2
1.4	Metodología	3
2	Estado del arte	4
2.1	El recurso hídrico	4
2.1.1	Importancia del recurso hídrico	4
2.1.2	Impactos climáticos en el ciclo hidrológico y en la precipitación	7
2.1.3	Variabilidad de las precipitaciones en el contexto global	9
2.1.4	Variabilidad de las precipitaciones en Sudamérica	10
2.1.5	Variabilidad de las precipitaciones en Ecuador	12
2.2	Erupciones volcánicas como factores que modifican el clima	16
2.2.1	Erupciones volcánicas	16
2.2.2	Efectos en la atmósfera por erupciones volcánicas	18
2.2.3	Volcanismo y efectos sobre el clima	23
2.2.4	Cambios temporales en temperatura y precipitación por erupción volcánica	25
2.2.5	Erupciones volcánicas en el Ecuador	30
2.3	Modelación de series temporales	32
2.4	Resumen	38
3	Estudio de las series temporales hidrometeorológicas	41
3.1	Parámetros estadísticos	42
3.2	Análisis exploratorio de datos	43
3.3	Análisis de homogeneidad	44
3.4	Análisis de independencia	46
3.5	Estadística para la detección de cambios en series de precipitación	48
3.6	Normalización y estacionarización de las series	51
3.7	Modelos Box – Jenkins	52
3.8	Procedimiento de elaboración de los modelos Box-Jenkins	55
3.9	Análisis de intervención	60
4	Metodología que incorpora la variable de una erupción volcánica en un modelo estocástico de series precipitación	63
4.1	Modelación hidrológica	64
4.2	Construcción de la metodología	65
4.3	Fase 1: Variabilidad de series de precipitación asociadas a una erupción volcánica	66
4.3.1	Selección de área de estudio y estaciones meteorológicas	67
4.3.2	Definición de período de estudio	68
4.3.3	Análisis exploratorio de datos	69
4.3.4	Análisis de consistencia	80
4.3.5	Análisis de valores atípicos	81
4.3.6	Análisis gráfico del comportamiento de la precipitación	82
4.3.7	Análisis de homogeneidad	82
4.3.8	Detección de cambios estructurales en las series de precipitación	84
4.4	Fase 2: Modelo estocástico de precipitación que incorpora los efectos de una erupción volcánica en una microcuenca	85
4.4.1	Modelación estocástica	86
4.4.2	Estimación de la componente exógena	87
4.4.3	Cointegración de la serie temporal de precipitación y concentración de SO ₂	87
4.4.4	Estimación de la componente estocástica	88
4.4.5	Normalización de las series de precipitación	88

4.4.6	Identificación del modelo	88
4.4.7	Estimación de parámetros del modelo	89
4.4.8	Validación del modelo.....	90
4.5	Resumen de la metodología.....	90
5	Caso de estudio	93
5.1	Ubicación de la microcuenca del río ambato.....	93
5.2	Volcán tungurahua.....	94
5.3	Aplicación de la metodología.....	95
5.4	Variabilidad de series de precipitación anual asociadas a la erupción del volcán Tungurahua.....	97
5.4.1	Selección del área de estudio y estaciones meteorológicas	97
5.4.2	Definición de período de estudio.....	98
5.4.3	Análisis exploratorio de las series de precipitación anual	98
5.4.4	Análisis de consistencia de las precipitaciones anuales.....	101
5.4.5	Análisis de valores atípicos de las series de precipitación anual	101
5.4.6	Análisis gráfico del comportamiento de la precipitación anual.....	103
5.4.7	Análisis de homogeneidad de las series de precipitación anual.....	103
5.4.8	Detección de cambios estructurales en las series de precipitación anual	104
5.5	Metodología fase 1: Variabilidad de las series de precipitación mensual asociadas a la erupción del volcán Tungurahua.	111
5.5.1	Análisis exploratorio de las series de precipitación mensual.....	111
5.5.2	Análisis de consistencia de las precipitaciones mensuales	126
5.5.3	Análisis de valores atípicos de las series de precipitación mensual	127
5.5.4	Análisis gráfico del comportamiento de la precipitación mensual	129
5.5.5	Análisis de homogeneidad de las series de precipitación mensual	133
5.5.6	Detección de cambios estructurales en las series de precipitación mensual.....	134
5.6	Metodología fase 2: modelo estocástico de precipitación que incorpora la variable del proceso eruptivo del volcán tungurahua en la microcuenca del río ambato	157
5.6.1	Estimación de la componente exógena.....	157
5.6.2	Estimación de la componente estocástica	159
6	Conclusiones y líneas futuras de investigación	166
6.1	Conclusiones	166
6.2	Líneas futuras de investigación	169
	Referencias.....	171
	Apéndices.....	183
A	Series de precipitación	184
B	Pruebas de consistencia serie precipitación anual	189
C	Estadística descriptiva mensual.....	192
D	Valores de concentración SO ₂	196
E	Figuras de curva de doble masa precipitación mensual.....	199
F	Prueba valores atípicos series de precipitación mensual	205
G	Análisis gráfico del comportamiento de la precipitación mensual.....	207
H	Pruebas de homogeneidad de las series de precipitación mensual.....	211
I	Estadísticos cambios precipitación mensual microcuenca del río ambato	214
J	Tendencias y anomalías relativas mensuales	218
K	Series de precipitación modelo que incorpora efectos erupción volcánica	223