

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	v
RESUM	vii
TABLA DE CONTENIDO	ix
TABLA DE ILUSTRACIONES	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS	xviii
<i>CAPÍTULO 1</i>	20
<i>INTRODUCCIÓN</i>	20
1.1 PRELIMINARES	20
1.1.1 Concepto de Epidemiología	20
1.1.2 Una herramienta de la epidemiología	22
1.1.3 Metodologías de investigación en epidemiología: aplicaciones en ingeniería hidráulica	23
1.1.4 Nuevos desarrollos y regulaciones en cuanto al agua	26
1.1.5 Concepto de agua potable y redes de abastecimiento	27
1.1.6 Gestión inteligente de las redes de abastecimiento	30
1.1.6.1. Gestión de demanda de agua	32
1.1.6.2. Gestión de fallos	35
1.2 JUSTIFICACIÓN	40
1.3 OBJETIVOS	45
1.3.1 Objetivo General	45
1.3.2 Objetivos Específicos	45
1.4 BREVE DESCRIPCIÓN DE ESTE DOCUMENTO	46
<i>CAPÍTULO 2</i>	49
<i>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</i>	49

2.1 RESEÑA HISTÓRICA	49
2.1.1 Epidemiología	49
2.1.2 Las redes de distribución de agua	56
2.2 ESTADO DEL ARTE	67
2.2.1 El papel de la Epidemiología y sus herramientas de análisis de datos	67
2.2.1.1. Métodos heredados de la epidemiología	73
2.2.1.2. La pandemia de COVID-19	75
2.2.1.3. Epidemiología de la energía	78
2.2.2 El papel del agua urbana y la gestión del recurso hídrico	79
2.2.2.1. El agua urbana dentro de los procesos epidemiológicos	86
2.2.3 La gestión de fallos en redes de distribución de agua	88
<i>CAPÍTULO 3</i>	94
<i>GESTIÓN DE DEMANDA</i>	94
3.1 DEMANDA DE AGUA URBANA	94
3.2 GESTIÓN DE DEMANDA DE AGUA	96
3.3 PATRONES DE CONSUMO PARA LA DEMANDA DE AGUA	98
3.4 MODELOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA	100
3.4.1 Desarrollo de modelos de previsión para la demanda.	101
3.4.1.1. Interoperabilidad y explicabilidad de los modelos	106
3.4.2 Análisis de datos basados en epidemiología para la demanda de agua	108
3.5 ALGORITMO SAX	110
3.5.1 Enfoque simbólico del algoritmo SAX.	113
3.5.1.1. Reducción de dimensionalidad vía PAA.	114
3.5.1.2. Discretización.	115
3.5.1.3. Medida de distancia.	116
3.5.1.4. Reconocimiento de patrones en palabras SAX.	117
3.6 ARBOLES DE SUFIJOS Y ALGORITMO SAX EN DIVERSOS CONTEXTOS	120
3.7 ALGORITMO SAX PARA EL ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE AGUA	122
<i>CAPÍTULO 4</i>	124

<i>GESTIÓN DE FALLOS</i>	124
4.1 CONCEPTO DE FALLOS EN REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	124
4.2 PRINCIPALES CAUSAS DE FALLOS	126
4.2.1 Síntesis del proceso de gestión de activos.	127
4.3 LA IMPORTANCIA DE LA PREDICCIÓN DE FALLOS EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	130
4.3.1 La incertidumbre en la predicción de fallos.	132
4.3.2 Tasa de fallos y frecuencia en la predicción de fallos.	134
4.4 ALGUNOS MÉTODOS FAVORABLES EN LA ESTIMACIÓN DE FALLOS	135
4.4.1 El Análisis de Supervivencia.	135
4.4.2 Redes Neuronales.	138
4.5 FALLOS EN CASCADAS	146
4.5.1 Los desafíos de la simulación de fallos en cascada.	148
4.5.2 El Análisis del árbol de fallos.	149
4.5.3 Modelo de IO de inoperabilidad dinámica: efectos de cascada.	151
4.6 SISTEMA MULTIAGENTE PARA LA SIMULACIÓN DE EPIDEMIAS	155
4.6.1 Concepto de sistemas multiagente y de redes complejas.	156
4.6.2 Redes complejas multiagente.	158
4.6.3 Modelos epidemiológicos.	158
4.6.3.1. El modelo SI.	159
4.6.3.2. El modelo SIS.	159
4.6.3.3. El modelo SIR.	159
4.6.3.4. El modelo SIRS.	159
4.6.3.5. El modelo SEIR.	160
4.6.4 Ejemplo de simulación con sistema multiagente.	160
4.7 APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS MULTIAGENTE PARA LA ESTIMACIÓN DE FALLOS EN CASCADA	166
4.7.1 Riesgo y confiabilidad de los sistemas de distribución de agua.	169
4.7.2 Epidemiología para modelar fallos en sistemas de distribución.	172
4.7.2.1. Modelos compartimentales en epidemiología.	172
4.7.2.2. Epidemiología en redes.	173

<i>CAPÍTULO 5</i>	175
<i>CASO DE ESTUDIO PARA GESTIÓN DE DEMANDA</i>	175
5.1 LA CIUDAD DE FRANCA, SAO PAULO, BRASIL	175
5.2 DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	179
5.3 RESULTADOS	180
<i>CAPÍTULO 6</i>	187
<i>CASO DE ESTUDIO PARA GESTIÓN DE FALLOS</i>	187
6.1 LA CIUDAD DE CORO, ESTADO DE FALCON, VENEZUELA	187
6.2 LA HERRAMIENTA DE MODELADO NETLOGO	189
6.3 MODELACIÓN BASADA EN AGENTES CON NETLOGO	190
6.4 APLICACIÓN DEL MODELADO DE NETLOGO A LA RED DE CORO	191
6.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	197
<i>CAPÍTULO 7</i>	206
<i>CONCLUSIONES</i>	206
7.1 METODOLOGÍA PREVENTIVA	206
7.1.1 Consideraciones previas.	206
7.1.2 Orientación metodológica.	208
7.2 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	211
REFERENCIAS	213
ANEXOS	230
Anexo 1	230
Código fuente del modelo SIR para el caso de estudio de la red de Coro.	230
Anexo 2	237
Tablas de resultados de las simulaciones en el caso de estudio de la red de Coro.	237