

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Monitoreo de acuíferos y calidad de aguas en Chile . . . . .	2
1.2.1. Parámetros de Calidad de agua . . . . .	4
1.2.2. Variables a considerar en monitoreo de aguas subterráneas . . . . .	5
1.2.3. Plataformas de monitoreo . . . . .	5
1.2.4. Sistema experto . . . . .	7
1.2.5. Revisión de estado del arte . . . . .	8
1.3. Hipótesis . . . . .	9
1.4. Objetivos . . . . .	9
1.4.1. Objetivo general . . . . .	9
1.4.2. Objetivos específicos . . . . .	9
1.5. Contribuciones . . . . .	10
1.6. Estructura del documento . . . . .	10
<b>2. Marco teórico</b>	<b>12</b>
2.1. Anomalías y outliers . . . . .	12
2.2. Detección de anomalías . . . . .	13
2.2.1. Aprendizaje no supervisado . . . . .	14
2.2.2. Aprendizaje supervisado . . . . .	14
2.2.3. Métricas en modelos de detección supervisados . . . . .	15
2.3. Detección de anomalías basadas en series de tiempo . . . . .	17
2.4. Métodos de Ensamble . . . . .	18
2.4.1. Modelos basados en Boosting . . . . .	20
2.4.2. Modelos basados en Bagging . . . . .	22
2.4.3. Métodos de apilamiento de modelos (Stacking) . . . . .	23
<b>3. Metodología de detección de anomalías en acuíferos basado en ensambles</b>	<b>25</b>
3.1. Pre-procesamiento . . . . .	26
3.2. Entrenamiento de modelos . . . . .	26
3.3. Selección de modelos . . . . .	27
<b>4. Caso de estudio: Pozo monitoreado en localidad de Horcón</b>	<b>30</b>
4.1. Datos disponibles . . . . .	31
<b>5. Resultados detección de anomalías</b>	<b>36</b>
5.1. Primer Caso . . . . .	37
5.1.1. Entrenamiento y selección de modelos . . . . .	38

5.2. Segundo Caso . . . . .	40
5.2.1. Entrenamiento y selección de modelos . . . . .	41
5.3. Discusión . . . . .	43
<b>6. Plataforma abierta de detección de anomalías</b>	<b>45</b>
6.1. Consideraciones de diseño . . . . .	46
6.2. Requerimientos de la plataforma . . . . .	47
6.3. Aplicación WEB de detección de anomalías . . . . .	47
6.4. Discusión . . . . .	52
<b>7. Conclusiones</b>	<b>54</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>56</b>
<b>Anexo A. Metodología</b>	<b>60</b>
A.1. Cross Validation . . . . .	60
<b>Anexo B. Desarrollo plataforma</b>	<b>61</b>
B.1. Análisis otras plataformas . . . . .	61