

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	11
EQUIPO DE TRABAJO	13
AGRADECIMIENTOS	15
 I. INTRODUCCIÓN	 17
1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	17
2. METODOLOGÍA EMPLEADA	18
3. PRINCIPALES RASGOS DEL SECTOR DE ESTUDIO	19
3.1. <i>Localización y límites</i>	19
3.2. <i>La agricultura como motor del desarrollo en el sector</i>	20
3.3. <i>Evolución de la población</i>	26
 II. ANTECEDENTES SOBRE EL ÁREA	 29
1. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS	29
2. ANTECEDENTES HIDROGEOLÓGICOS	35
2.1. <i>Principales estudios realizados</i>	35
2.2. <i>El inventario de puntos acuíferos</i>	39
2.3. <i>Evolución temporal y espacial de las extracciones</i>	40
2.4. <i>Valoración crítica del estado actual de los conocimientos hidrogeológicos</i>	42
 III. SÍNTESIS CLIMATOLÓGICA	 45
1. JUSTIFICACIÓN	45
2. PRECIPITACIÓN	46
2.1. <i>Datos de partida</i>	46
2.2. <i>Tratamiento de datos</i>	46
2.3. <i>Cálculo de la precipitación media en el sector</i>	49
3. TEMPERATURA	54
4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	55
5. EVAPOTRANSPIRACIÓN	56
5.1. <i>Introducción</i>	56
5.2. <i>Evapotranspiración potencial</i>	57
5.3. <i>Evapotranspiración real</i>	58
 IV. SÍNTESIS HIDROGEOLÓGICA	 61
1. INTRODUCCIÓN	61
2. COMPORTAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LOS MATERIALES	61
2.1. <i>Introducción</i>	61
2.2. <i>Formación hidrogeológica inferior</i>	62
2.3. <i>Formación hidrogeológica superior</i>	66

3.	GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO	69
3.1.	<i>Forma y extensión</i>	69
3.2.	<i>Límites</i>	69
3.3.	<i>Condiciones en los límites</i>	71
4.	ESTRUCTURA DEL ACUÍFERO	74
5.	ESPESOR DEL ACUÍFERO Y FORMA DE EXPLOTACIÓN	76
6.	RÉGIMEN DEL ACUÍFERO	89
7.	FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO Y BALANCE	91
8.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS GENERALES	100
V.	LA INTRUSIÓN MARINA COMO OBJETIVO BÁSICO	101
1.	LOS INDICIOS DE INTRUSIÓN EN EL ACUÍFERO	101
2.	METODOLOGÍA ESPECÍFICA UTILIZADA EN EL ESTUDIO	115
VI.	ESTUDIO HIDRODINÁMICO	117
1.	INTRODUCCIÓN	117
2.	METODOLOGÍA EMPLEADA	118
2.1.	<i>Establecimiento y características de la red de control</i>	118
2.2.	<i>Adquisición de datos base</i>	119
2.3.	<i>Toma de datos en campo</i>	119
2.4.	<i>Elaboración y tratamiento de datos</i>	121
3.	EVOLUCIÓN TEMPORAL DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS	122
4.	EVOLUCIÓN ESPACIAL: ISOPIEZAS	126
5.	ANÁLISIS CRÍTICO DE RESULTADOS	128
VII.	ESTUDIO HIDROQUÍMICO	131
1.	INTRODUCCIÓN	131
2.	METODOLOGÍA EMPLEADA	131
2.1.	<i>Establecimiento de la red de control</i>	131
2.2.	<i>Tipos de controles realizados</i>	132
2.3.	<i>La adquisición de datos</i>	135
2.3.1.	Adquisición de datos base	135
2.3.2.	Toma de datos en campo	136
2.3.3.	Análisis químicos en laboratorio	137
2.4.	<i>Elaboración y tratamiento de los datos</i>	139
3.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS	139
3.1.	<i>Introducción</i>	139
3.2.	<i>Rasgos hidroquímicos generales</i>	140
3.3.	<i>Variaciones temporales</i>	143
3.3.1.	Consideraciones previas.....	143
3.3.2.	Estudio en la red de control	143
3.3.3.	Estudio en puntos representativos	152
3.4.	<i>Variaciones espaciales</i>	160
3.4.1.	Consideraciones previas.....	160

3.4.2. Mapas de isocontenidos	160
3.4.3. Modificación de las tendencias iónicas por influencia de salinidad congénita	184
3.5. <i>Registros verticales</i>	190
3.5.1. Consideraciones previas	190
3.5.2. Conductividad y temperatura	191
3.5.3. Oxígeno disuelto	193
3.5.4. Perfiles hidroquímicos	199
4. ANÁLISIS CRÍTICO DE RESULTADOS	204
VIII. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA ELÉCTRICA	205
1. INTRODUCCIÓN	205
2. METODOLOGÍA EMPLEADA	206
2.1. <i>La elección de perfiles geoelectricos</i>	206
2.2. <i>La adquisición de datos en campo</i>	206
3. INTERPRETACIÓN CUANTITATIVA	208
4. ANÁLISIS CRÍTICO DE RESULTADOS	214
IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE VARIABLES HIDROQUÍMICAS	215
1. JUSTIFICACIÓN	215
2. ANÁLISIS UNIVARIABLE	217
2.1. <i>Introducción</i>	217
2.2. <i>Diagramas de frecuencia</i>	217
2.3. <i>Estadísticos de las muestras</i>	232
2.4. <i>Hipótesis estadística de normalidad</i>	240
3. ANÁLISIS BIVARIABLE	242
3.1. <i>Introducción</i>	242
3.2. <i>Regresión y correlación lineal simple</i>	247
4. ANÁLISIS MULTIVARIABLE	264
4.1. <i>Introducción</i>	264
4.2. <i>Análisis factorial</i>	265
4.2.1. <i>Introducción</i>	265
4.2.2. <i>Matriz de correlación</i>	267
4.2.3. <i>Matriz de covarianza</i>	267
4.2.4. <i>Métodos empleados e interpretación de resultados</i>	271
4.3. <i>Análisis cluster</i>	284
4.3.1. <i>Introducción</i>	284
4.3.2. <i>Análisis de variables e interpretación de resultados</i>	285
4.3.3. <i>Análisis de observaciones e interpretación de resultados</i>	288
4.4. <i>Análisis de series temporales</i>	292
4.4.1. <i>Introducción</i>	292

4.4.2. Modelos matemáticos de variación temporal de lluvia, nivel piezométrico y salinidad. Interpretación de resultados	302
4.5. <i>Análisis correlatorio y espectral</i>	341
4.5.1. Introducción	341
4.5.2. Análisis estructural de series cronológicas	343
4.5.2.1. Análisis correlatorio. Interpretación de resultados	343
4.5.2.2. Análisis espectral. Interpretación de resultados	364
5. ANÁLISIS CRÍTICO DE RESULTADOS	365
X. ESTUDIO GEOESTADÍSTICO	373
1. JUSTIFICACIÓN	373
2. OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE CONTROL	374
2.1. <i>Introducción</i>	374
2.2. <i>Optimización de los parámetros de muestreo</i>	374
2.3. <i>Optimización de los puntos de control</i>	375
2.3.1. Algunas nociones básicas de Geoestadística	375
2.3.1.1. Concepto de función variograma	375
2.3.1.2. Concepto de estimación	375
2.3.1.3. El método de validación cruzada	377
2.3.2. Metodología empleada	379
2.3.3. Resultados obtenidos	380
2.3.3.1. Tratamiento teórico	380
2.3.3.2. Reducción de la red de control	403
3. ANÁLISIS CRÍTICO DE RESULTADOS	406
XI. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	409
1. INTRODUCCIÓN	409
2. CRITERIOS UTILIZADOS	410
3. CALIDAD QUÍMICA PARA CONSUMO HUMANO	417
4. CALIDAD PARA USO AGRÍCOLA	419
XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	425
1. CONCLUSIONES	425
2. RECOMENDACIONES	427
2.1. <i>De carácter general</i>	427
2.2. <i>Seguimiento y control</i>	427
2.3. <i>Infraestructura</i>	428
2.4. <i>Lucha contra la intrusión</i>	429
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	431
ÍNDICE DE FIGURAS	443
ÍNDICE DE CUADROS	449