

ACUÍFERO DE LA SIERRA DE LA ZARZA, BUGÉJAR



AGONÍA DE UN PUEBLO, EXPOLIO DE UN MANANTIAL



Vista manantial 1978 (foto: Alberto Marín)

Enero, 2020

INDICE

- 1. LOCALIZACIÓN Y CLAVES SOCIECONÓMICAS**
- 2. RELIEVE Y FISIOGRAFIA**
- 3. PROTECCIONES AMBIENTALES Y HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO**
- 4. CLIMATOLOGÍA**
- 5. MASAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y RED HIDROLÓGICA**
- 6. GEOLOGÍA**
- 7. MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS E HIDROGEOLOGÍA: LA MASA DE LA ZARZA**
 - 7.1. Antecedentes**
 - 7.2. Aspectos generales**
 - 7.3. Caracterización hidrogeológica de la MAS de La Zarza**
 - 7.4. Parámetros hidráulicos y funcionamiento**
 - 7.5. Evolución piezométrica y de caudales del manantial de Bugéjar**
 - 7.6. Usos y explotación**
 - 7.7. Composición química de las aguas subterráneas**
- 8. CONCLUSIONES**

ANEXO I

PLANOS

FOTOS

REFERENCIAS

1. LOCALIZACIÓN Y CLAVES SOCIECONÓMICAS

Bugéjar es una pedanía del municipio de Puebla de don Fadrique, al norte de la provincia de Granada, localizada al este de dicho término municipal, cerca de los municipios almerienses de María y Vélez Blanco y el murciano de Caravaca de la Cruz.

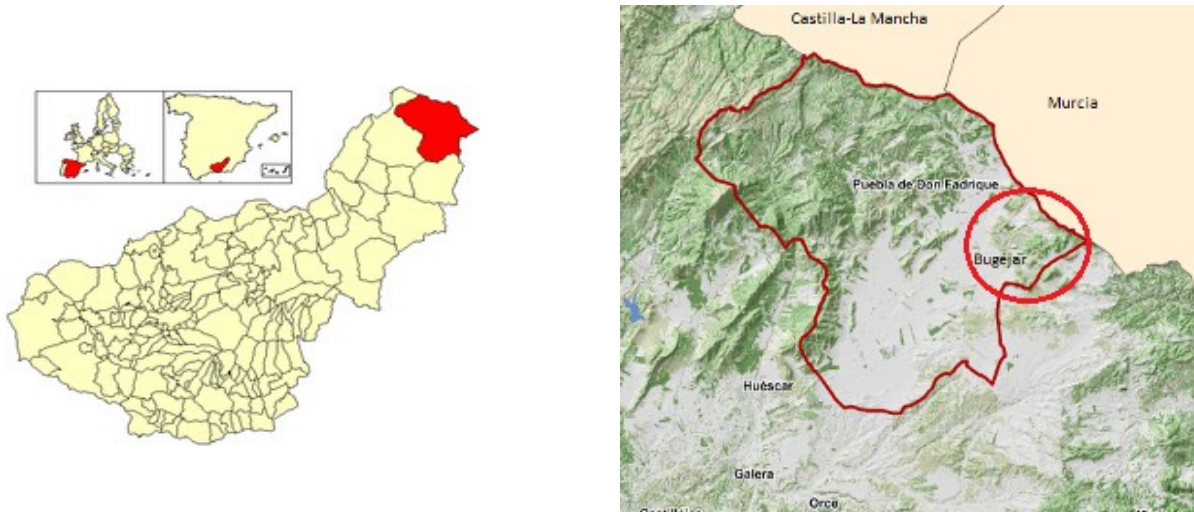


Fig.1 Situación

El ámbito se corresponde con una amplia zona llana, endorreica, de materiales de depósitos sedimentarios, principalmente pliocenos y cuaternarios, correspondiente al denominado Campo de la Puebla, rematada en su parte noreste por unos relieves calcáreos jurásicos de la Sierra de La Zarza, que constituyen un acuífero por fisuración-kárstificación, drenado por el manantial de Bugéjar.



Fig.2. Vista general

En el territorio hay indicios de ocupación que se remonta al postpaleolítico, con representaciones

rupestres como los de la Cueva de Las Grajas en la sierra de la Zarza (6.000-4.000 aaC), y posteriores asentamientos ibéricos, romanos (cerros de La Cruz, El trigo, Cortijo del Duque..) y árabes.



Fig.3 Pintura rupestre La Zarza



Fig. 4 Cerro del Trigo

Por sus características geomorfológicas, parecidas a las existentes en la vecina población de Orce, con cuencas endorreicas en los últimos cinco millones de años y su evolución paleogeográfica, no se descarta la presencia, en los substratos pliocenos y cuaternarios, de fósiles y fauna de vertebrados asociados a estos paleoambientes.

El acceso principal al núcleo se realiza desde la carretera autonómica A-317 (Vélez Rubio-Puente Génave), de donde se inicia un viario agrícola del IARA, con firme en tierra en un estado de escasa conservación.

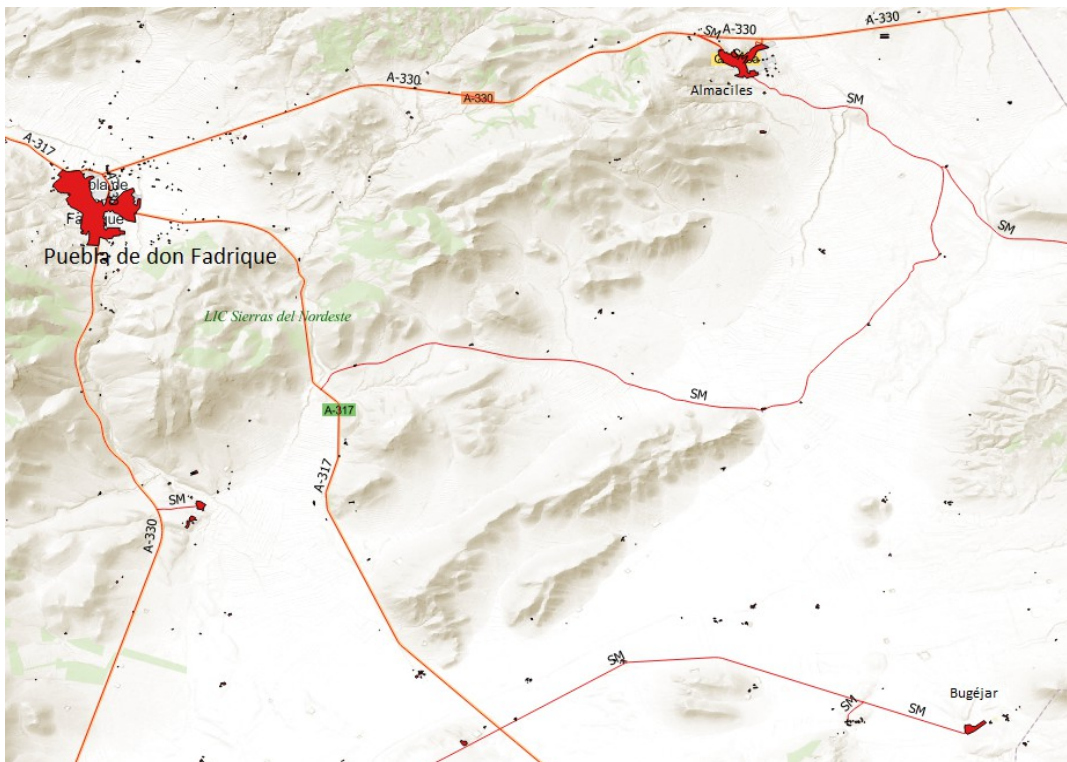


Fig. 5 Comunicaciones y accesos

La población actual del municipio, según el padrón municipal de 2018, es de 2292 habitantes, aunque en la década de los años 50 del siglo pasado llegó a superar los 8.000 habitantes. Bugéjar

es un núcleo, que ha llegado a concentrar cerca de medio millar de habitantes hasta que en la década de los años 70 del pasado siglo, en una dinámica general de pérdida de población del municipio, sus habitantes fueron abandonando el núcleo, pasando a vivir a la propia capitalidad municipal y a otros municipios como Caravaca de la Cruz o del Levante español.



Fig. 6 Panorámica de Bugéjar y zona del manantial (Foto: Centro de arqueología poblense)

De la pirámide de población municipal elaborada con datos del padrón de 2018, se desprenden las siguientes características:

- Los últimos grupos de edad presentan valores muy elevados, hasta el punto que la cúspide tiene una anchura similar a la base, indicando un claro caso de envejecimiento de la población.
- El brazo correspondiente a las mujeres en las edades superiores a los 80 años es más largo que el de los hombres, debido a un comportamiento diferencial de la esperanza de vida e favor de los efectivos femeninos.

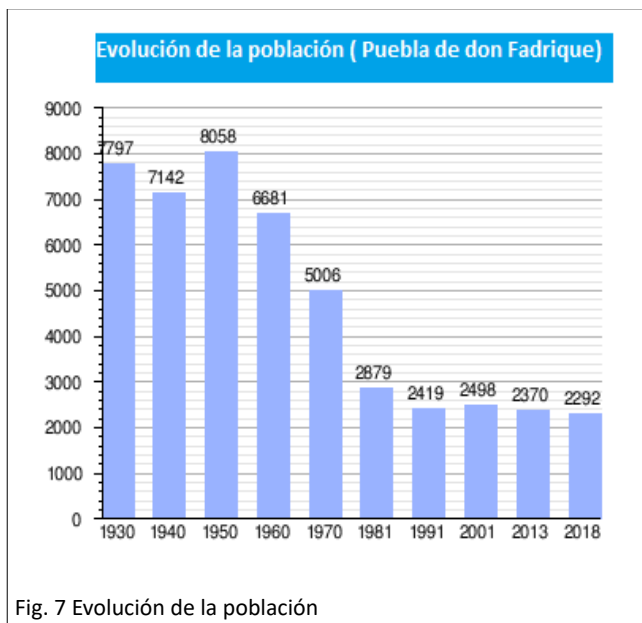


Fig. 7 Evolución de la población

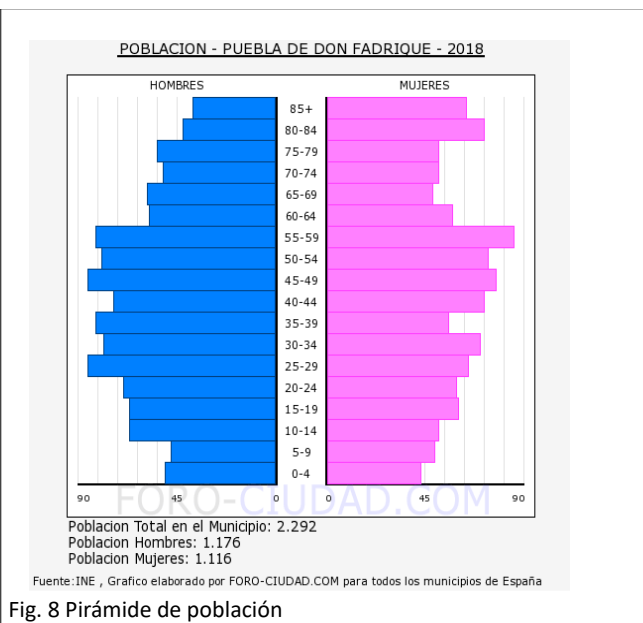


Fig. 8 Pirámide de población

Según los datos ofrecidos por el INE en la estadística del padrón los habitantes empadronados en en 2018 en Puebla de Don Fadrique que han nacido en otros países ascienden a 145., de los que:

- 71 habitantes, 45 hombres y 26 mujeres nacidos en África.
- 44 habitantes, 22 hombres y 22 mujeres nacidos en América.
- 30 habitantes, 13 hombres y 17 mujeres nacidos en Europa.

El crecimiento natural de la población en el municipio de Puebla de Don Fadrique, según los últimos datos publicados por el INE ha sido negativo desde el año 2005, hasta el año 2018 que se ha roto la tendencia, 5 nacimientos más que defunciones.

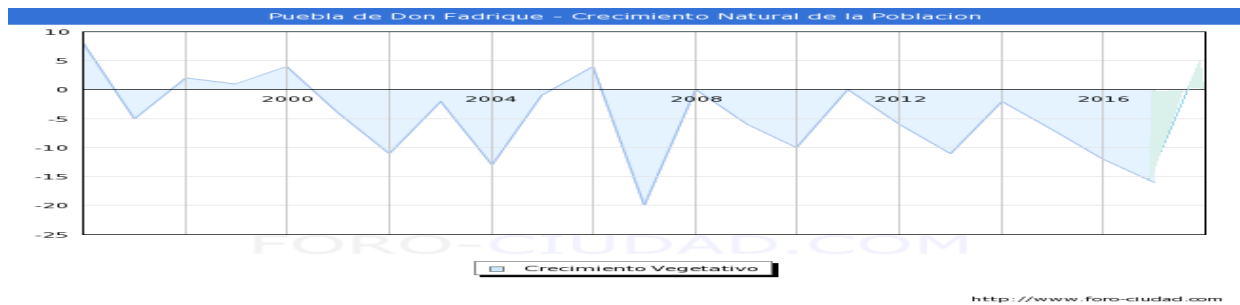


Fig. 9 Crecimiento vegetativo

La Puebla de don Fadrique es un municipio eminentemente agrícola y ganadero. Más del 60% de la población activa se emplea en la agricultura y la ganadería, constituyendo la principal fuente de trabajo del municipio. De otros sectores, indicar que en 2018 contaba con 102 empresas activas, dedicadas principalmente al comercio, talleres, hostelería y construcción.

La tasa del paro se cifran en el 13,34% en 2019, que representa 129 parados .

Cerca del 33% de la superficie municipal (517 km²) se cultiva, de las que 12.582 has corresponden a cultivos herbáceos (amarillos de la figura siguiente) y 4.439 has a cultivos leñosos (marrón). De los herbáceos, la coliflor con 1.101 has es el principal cultivo en regadío (azul, datos de inventario de 2008) y la cebada con cerca de 5.000 has en seco; mientras que de los leñosos, es el almendro el principal cultivo, con 4383 has, de los que el 8% es en regadío.

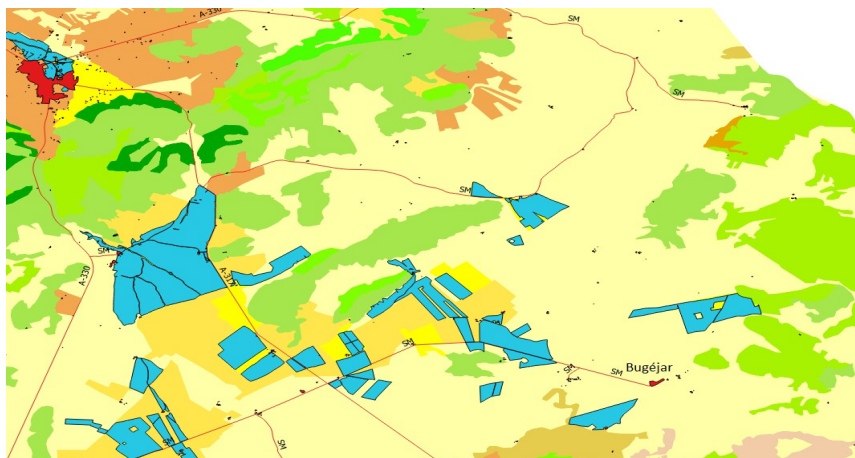


Fig. 10 Usos del suelo (LandCover): Verdes: forestal (bosque, pasto y matorral), amarillos, marrón y azul :usos agrícolas (azul regadíos).

La renta media bruta en el municipio de Puebla de Don Fadrique se situó en 2017 en 13.875 euros.

2. RELIEVE Y FISIOGRAFIA

La zona corresponde a una llanura endorreica, con pendientes inferiores al 5% (**PLANO 1**) con cotas inferiores a los 1.000 m de altitud, la zona más baja fotográficamente del municipio, cuya altitud media está comprendida entre los intervalos de 1.000 a 1.200 m (**PLANO 2**). Estas últimas cotas se alcanzan y superan en los relieves calizos de los cerros de la Cruz (1.117 m), Balleteros (1.257 m), Enmedio (1.353 m), Coto de La Zarza (1.404 m), al noreste del enclave de Bugéjar.

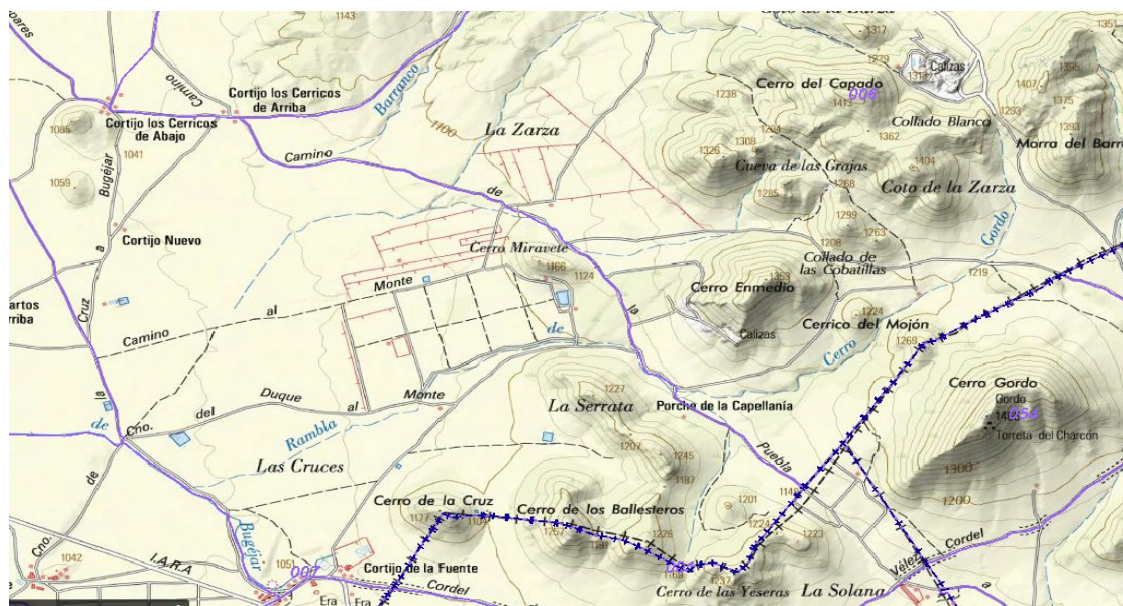


Fig. 11. Resieve y fisiografía

Las zonas más abruptas del municipio se localizan en el sector noroeste del mismo con cotas superiores a los 2.000 m.

3. PROTECCIONES AMBIENTALES Y HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO

La zona no cuenta con ninguna figura de protección ambiental. Estas se localizan en los terrenos serranos del municipio, que se corresponden con los relieves del noroeste (**PLANO 3**), que constituyen Zonas de Especial Conservación (ZEC) “Sierras del Nordeste”, que fue incluida en la lista de LIC, aprobada inicialmente mediante Decisión de la Comisión, de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva Hábitats, la lista de Lugares de Importancia Comunitaria de la región biogeográfica mediterránea, y revisada en sucesivas decisiones, como paso previo a su declaración como ZEC, por Decreto 112/2015, de 17 de marzo. En esta zona ZEC se localizan unas 3.848 has montes de titularidad pública, de la comunidad Autónoma o del Ayuntamiento de Puebla de don Fadrique.

Estas mismas zona se corresponden con las Serranías del Nordeste (Complejo serrano de interés ambiental) del Plan Especial del Medio Físico de la provincia de Granada (**PLANO 4**), que además incluye en el Catálogo la Depresión de la Vega de Puebla de Don Fadrique (Paisaje agrario singular), ambos incluidos en la categoría de “protección especial compatible”, que son aquellas zonas en las que, por sus valores ecológicos, productivos o paisajísticos, interesa limitar la realización de

actividades constructivas o transformadoras del medio, a excepción de aquellas estrictamente necesarias para aprovechamiento de los recursos primarios, y que resulten compatibles con el mantenimiento de sus características y valores protegidos.

En la zona de Bugéjar si que están representados Habitats de Interés Comunitario (**PLANO 5**), establecidos según la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992. Una vez consultada la cartografía de Hábitats de Interés Comunitario, escala 1:10.000, actualizada a julio-2015. En los relieves calizos de la sierra de la Zarza se localizan:

4090 Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga.

5335 Retamares y matorrales de ginesteas

6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea.

8230. Roquedos silíceos con vegetación pionera del Sedo-Scleranthion o del Sedo albi – Veronicion dillenii.

9340 Encinares de Quercus ilex y Quercus rotundifolia.

9561* Bosques mediterráneos endémicos de Juniperus spp.

* Hábitats considerados como prioritarios por el Anexo II de la directiva Hábitats 2000

El sur de la zona de Bugéjar está atravesado en dirección este-oeste por la vía pecuaria denominada Vereda de Huéscar.

Según el visor de distribución de especies protegidas en la zona de La Zarza-Bugéjar se encuentran especies vulnerables como la ganga ortega (*Pterocles orientalis*), el sisón (*Tetrax tetrax*), o la grama menor (*Puccinellia caespitosa*) y el sapo partero bético (*Alytes dickhilleni*), incluidas todas como vulnerable en la *Lista roja de la flora vascular de Andalucía*. En régimen de protección especial el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) o el cernícalo primilla (*Falco naumanni*), el águila real (*Aquila chrysaetos*). La presencia y existencia de la especie vulnerable del sapo partero está condicionada a la existencia de puntos permanentes de agua limpia a los que acuden para depositar sus puestas.

4. CLIMATOLOGÍA

El clima que impera de manera general en el municipio, se corresponde con el tipo mediterráneo continental de inviernos fríos, donde la continentalidad y la considerable altitud determinan la aparición de un clima muy extremado, con veranos secos y calurosos (en torno a 24 °C de media) y, sobre todo, inviernos muy fríos, cuyas temperaturas medias suelen situarse por debajo de los 7 °C y en los que las heladas son un acontecimiento frecuente.

En otoño y primavera se concentra el mayor volumen de precipitaciones, siendo características en invierno aquéllas en forma de nieve que provocan el nacimiento de ríos con caudales durante la mayor parte del año.

Del análisis de los registros de las estaciones pluviométricas de Los Guijarros, Cortijos Nuevos, Almaciles, Buenavista y Anasblancas, se establecen las siguientes características termoplumiométricas:

- La temperatura media anual es de 13,5º C (**PLANO 6**), con inviernos fríos (5,6º en enero) y veranos calurosos (23,3º C en agosto). Esto supone amplia oscilación térmica, de 17,7º C.
- Las precipitaciones se producen principalmente en invierno (35-40%), seguido de primavera (25-30%) y en menor medida en otoño (20-25%). El verano es prácticamente seco, a excepción de las precipitaciones ocasionales de carácter termoconvectivo, debido a la gran continentalidad y fuerte insolación.
- La cantidad de precipitación aumenta de sur a norte, desde valores medios anuales de menos de 400 l/año, a valores superiores a los 700 l/año (**PLANO 7**). La precipitación media anual en el término municipal es de 450 l.

mes	PRECIPITACION MEDIA	TEMPERATURA MEDIA
Oct	37,9	12,1
Nov	38	9,2
Dic	51,4	6
Ene	42,2	5,6
Feb	40,5	6,8
Mar	38	9
Abr	53	11,2
May	41,1	15
Jun	26,9	19,2
Jul	12,4	23,2
Ago	17,5	23,3
sep	31,9	19,9
ANUAL	430,8	13,4

Tabla 1 - Valores medios mensuales de precipitación y temperatura

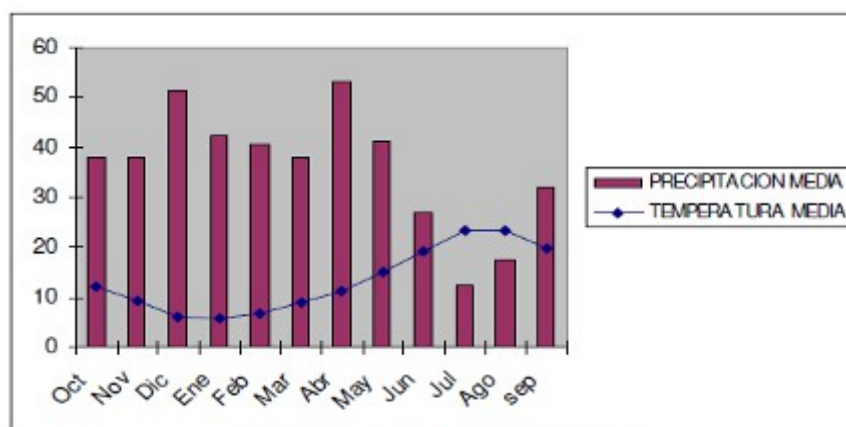


Fig.12 Diagrama ombrotérmico

- La Evapotranspiración es por término medio más del doble de la precipitación media anual, presentando saldos negativos de 8 a 9 meses, ya que solo en invierno, más por las bajas temperaturas que por la intensidad de la lluvia presentan superávit.

Utilizando valores de Thornthwaite se obtienen valores de evapotranspiración superiores a los 600 mm.

- El número de horas de insolación es de 2.600 y el promedio de días despejados es del 135.

5. MASAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y RED HIDROLÓGICA

La zona pertenece prácticamente a la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, si bien una pequeña parte de la sierra de la Zarza, pertenece a la demarcación de la

del Segura.

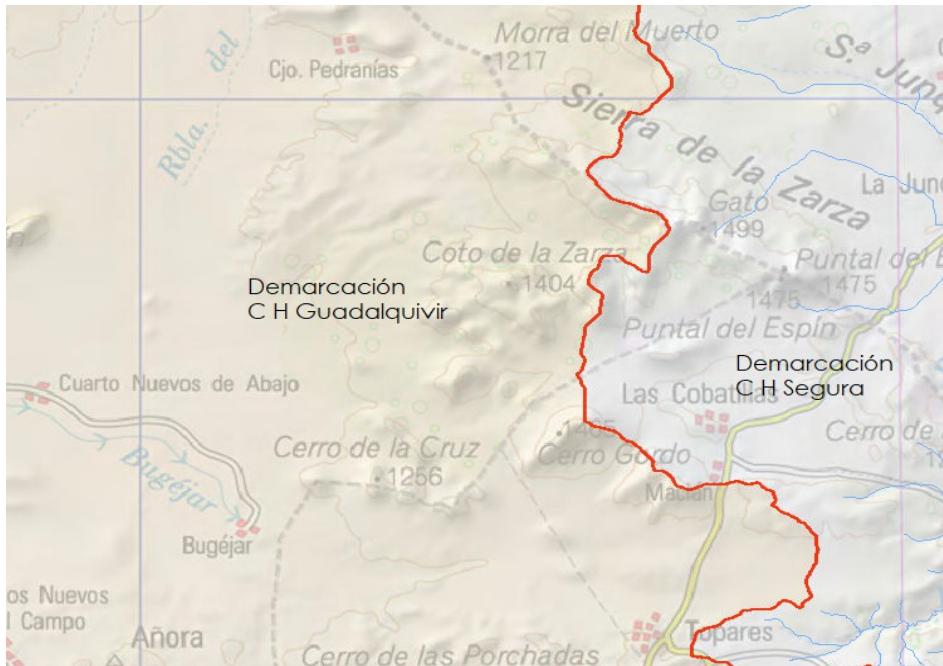


Fig. 13 Ámbitos de las demarcaciones hidrográficas

Según el Plan Hidrológico de la CH del Guadalquivir, la superficie del término municipal pertenece mayoritariamente a la Cuenca de masa de aguas superficiales denominada Red de la Acequia de Bugéjar y en menor proporción la del río Huéscar o Bravatas (**PLANO 8**), con las siguientes características:

Código UE MASp	Código EM MASp	Nombre de la MASp	Tipo MASp	Código sub-unidad
ES050MSPF011012049	ES	Red de la Acequia de Bugejar	Ríos de montaña mediterránea calcárea	ES050
ES050MSPF011012047	ES	Río Huescar	Ríos de montaña mediterránea calcárea	ES050

Tabla 2. Masas de aguas superficiales de la demarcación del Guadalquivir

El pequeño ámbito perteneciente a la CH del Segura corresponde a la Masa de Agua Superficial de la rambla de Tarragoja y Barranco Junquera (Cod. ES0701012001), de tipo R-T12 y 29,4 km de longitud.

El río Huéscar o Bravatas nace en la Sierra de la Guillimona, y debido a la naturaleza kárstica de los materiales suele llevar un caudal continuo de agua, mientras que la Red de la Acequia de Bugéjar se corresponde con una cuenca endorreica, que recoge las aguas de escorrentías del norte del municipio y también de territorios de Albacete y Murcia y del nacimiento de Bugéjar del acuífero de La Zarza y cuya red, normalmente seca, llega a desaparecer en el centro del campo de la Puebla. Son masas de agua en estado natural. La acequia de Bugéjar recoge el agua procedente del acuífero carbonatado de la sierra de la Zarza (Bco. De La Zarza y tributarios y rambla de Cerro Gordo). La acequia recorre unos 15 km hasta las Casas de don Juan.

En general las masas de agua presentan un estado ecológico y químico bueno según el PHG.

Existen numerosas balsas en la zona de La Zarza que regula el agua de bombeo de los sondeos

para el regadío de las explotaciones agrarias extensivas.

La Normativa para pozos del PH del Guadalquivir permite estos para consumo humano.

6. GEOLOGÍA

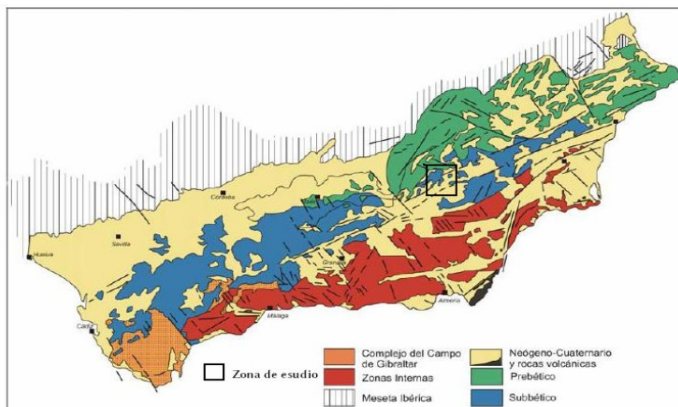
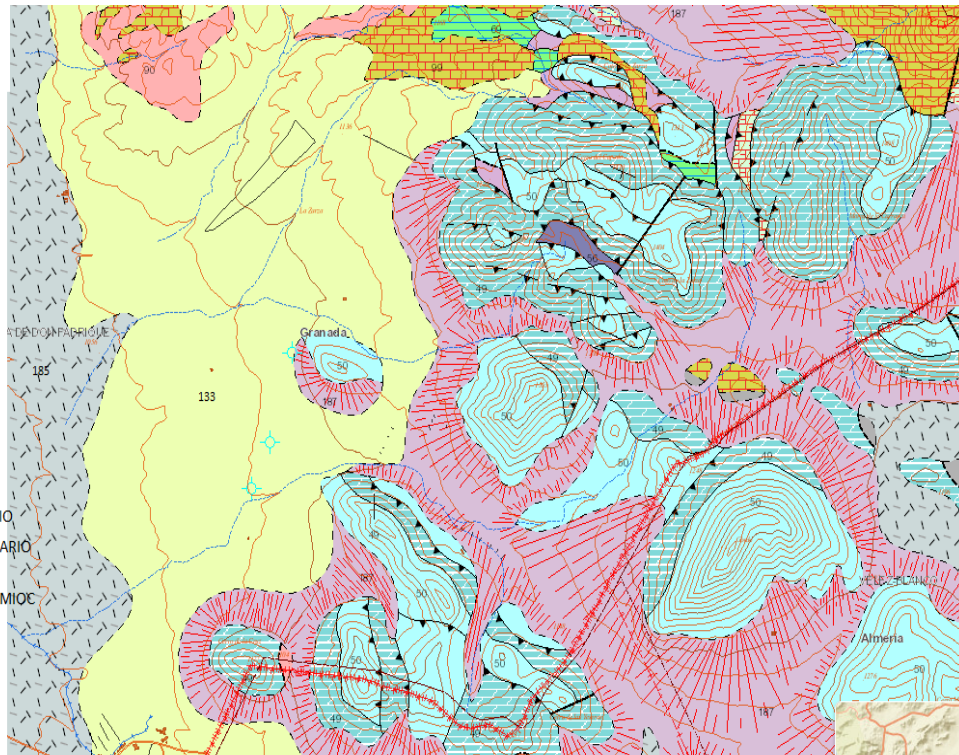


Fig. 13 Esquema geológico de las C. Béticas

La zona de la Puebla de don Fadrique se caracteriza por su complejidad geológica, ya que se encuentra en la zona de confluencia de la Zona Subbética y la Zona Prebética de las Cordilleras Béticas: La zona Subbética comprende materiales que van desde el Trías (margas yesíferas aflorantes en el Llano de la Puebla, en las inmediaciones de Bugéjar, junto con materiales volcánicos, asociados a la importante zona de fractura de la falla Cádiz-Alicante, de edad 200 a 250

millones de años), hasta el Mioceno Superior (5,3 millones de años). Destacan los relieves que constituyen las dolomías, calizas y margocalizas del Lias (Hettagiense-Carixiense, aprox. 200 m.a.), que se localizan al sur de la Puebla (sierra de Jurena o sierra de la Zarza).

En el caso de La Zarza, los afloramientos jurásicos se consideran dentro de una Unidad Olistostrómica, algo caótica, asociada a los movimientos de la citada falla Cádiz-Alicante.



- 185: aluvial y llanura de inundación. CUATERNARIO
- 187: Derrubio de ladera y pie de monte. CUATERNARIO
- 133: Arcillas, limos y conglomerados. PLIOCENO
- 99: Calizas con algas, calizas arenosas y margas. MIOC
- 60: Margas y margocalizas. CRET. INF.
- 56: Margas y margocalizas. LIAS SUP.
- 50: Calizas. LIAS MEDIO
- 49: Dolomías y calizas. LIAS INF.
- 90: Margas, arenisca y yesos. TRIAS

Fig 14 Plano geológico de La Zarza (MAGNA, IGME)

La Zona Prebética en la zona de La Puebla, también incluyen materiales que van desde el Trías

Inferior-Medio hasta el Mioceno Inferior, aunque el Jurásico no está representado en el término municipal, al desaparecer debajo de un anticlinal, cuyas capas pertenecen al Cretácico Inferior Prebético, formado por calizas dolomíticas de grano grueso muy recristalizadas, que afloran en las sierras de la Sagra, Jorquera, Los Tornaño y ermita de las Santas.

Es en la zona de La Puebla donde se alcanzan los mayores desplazamientos de la zona Subbética sobre la Prebética, de entre 10 y 15 Km hacia el norte.

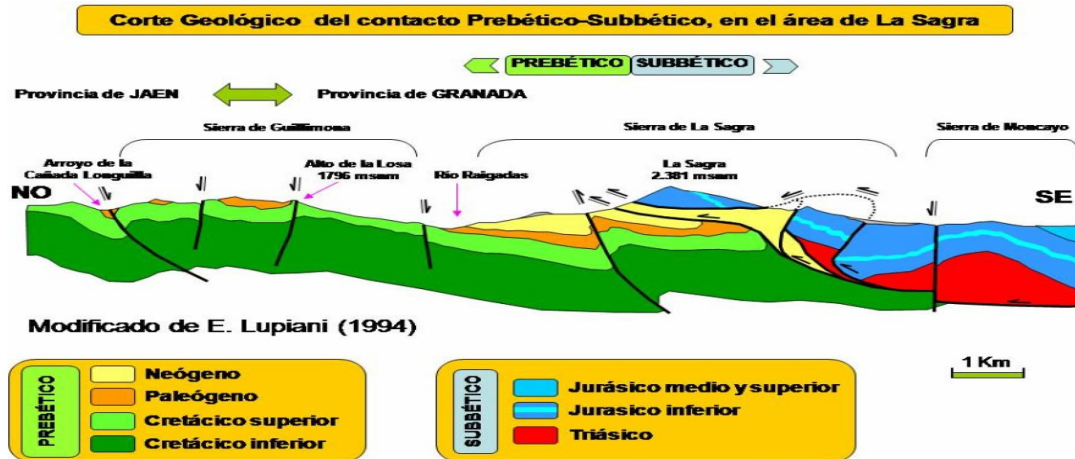


Fig. 15. Corte geológico contacto prebético-Subbético en el área de La Sagra

Es en este frente, en la zona de la Puebla donde se define una Unidad sedimentaria denominada Unidad intermedia (**PLANO 9**), caracterizada desde el punto de vista estratigráfico por presentar grandes espesores de rocas del Mioceno inferior-medio, altamente tectonizadas.

En cuanto a los materiales postorogénicos, van desde el Mioceno superior posteriores a los principales movimientos que acaecen en la región, dando lugar a empujes postpliocenos y a una Cuenca Pliocena (de 5 a 2 m.a.).

Los materiales de la Cuenca Pliocena, situado al sur del municipio, principalmente en la zona del Llano de La Puebla, presenta una gran monotonía y están formados por arcillas, limos y conglomerados. Encima se depositan materiales de derrubio, aluviales y llanura de inundación del Cuaternario (1,7 m.a.-act.), que constituyen parte de los acuíferos detríticos del Llano de La Puebla y de la Vega de la Puebla, en las inmediaciones del núcleo principal.

Estos materiales del Campo o del Llano de la Puebla tienen su origen en el relleno de una cuenca endorreica, originada por elevación de terrenos triásicos, que dio lugar a una llanura con formación de pequeñas lagunas con depósitos evaporíticos.

7. MASAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS E HIDROGEOLOGÍA: LA MASA DE LA ZARZA

7.1. Antecedentes

Los primeros trabajos hidrogeológicos se remontan al periodo 1965-1975, con el “Proyecto Guadalquivir”, de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), en colaboración con el IGME y la CHG, en el que se realizan sondeos de investigación y prospección geofísica para determinar la profundidad del techo del acuífero

carbonático y espesor del acuífero detrítico de La Puebla-Huécar e informes de explotación. En 1988 se realiza un estudio hidrogeológico de las unidades de Huéscar-Puebla y la Zarza por el IARA-IGME. Entre 2001 y 2007 se realizaron estudios (CEDEX) para racionalizar la explotación en la zona del Llano de la Puebla.

7.2. Aspectos generales

En el Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadalquivir se distinguen en la zona las siguientes masas de aguas subterráneas (**PLANO 10**):

- Quesada-Castril (código 5.02)
- Duda-La Sagra (5.03)
- Huéscar-Puebla de don Fadrique (5.04)
- **La Zarza (5.05)**

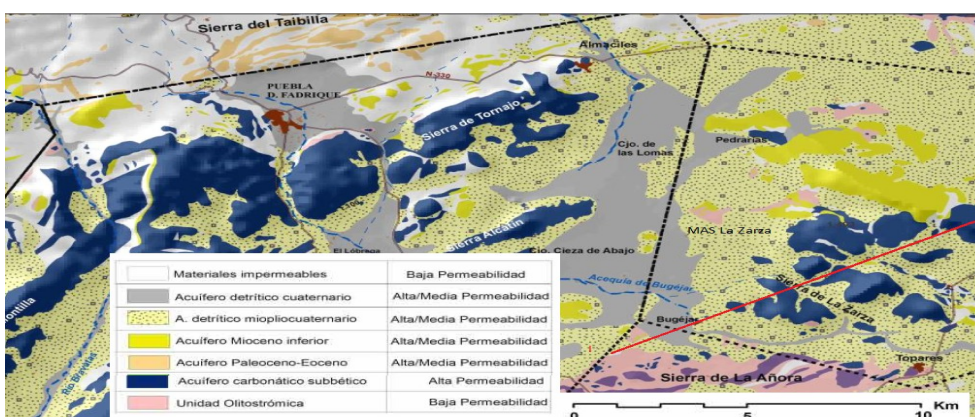
Al estar afectado el acuífero de La Zarza por la Demarcación del Segura, el Plan Hidrológico de esta Cuenca incluye los 17 km² del mismo en la masa de agua subterránea La Zarza (070.037).

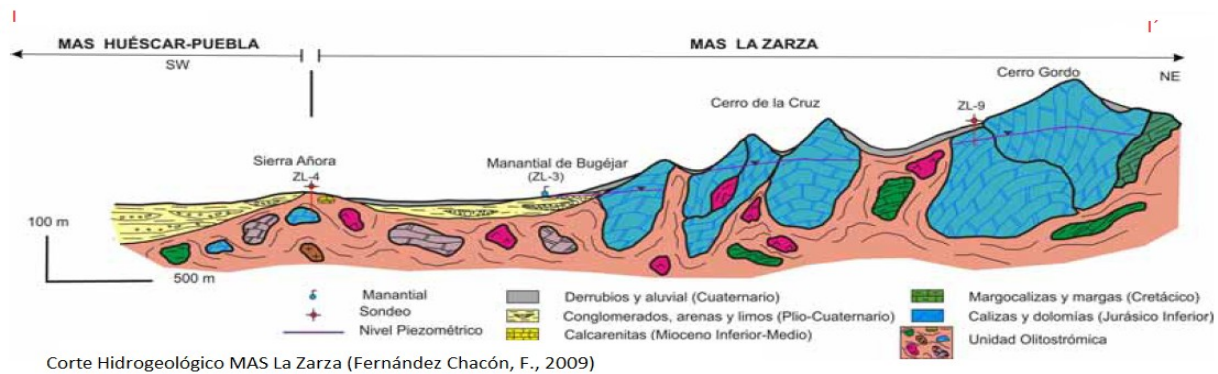
Así pues la Masa de Agua Subterránea (MAS), que afecta a la zona de Bugéjar es la de La Zarza, a caballo entre el Guadalquivir y el Segura. La poligonal envolvente tiene una superficie total de 137 km², si bien la poligonal en el Guadalquivir se reduce a 23 km².

7.3. Caracterización hidrogeológica de la MAS de La Zarza

La MAS La Zarza se caracteriza por estar constituida por materiales pertenecientes a la Unidad Oligoestrómic, dentro de la cual se instalan grandes bloques calizo-dolomíticos jurásicos del Subbético de más de 350 m de espesor y calcarenitas del Mioceno inferior (Acuífero del Gato) de unos 100 m de espesor en el borde septentrional, recubiertos éstos en sus bordes por materiales miopliocuaternarios.

Los materiales jurásicos constituyen el acuífero principal, por fisuración-karstificación, con una interesante dolina en la sima de las Grajas, y las calcarenitas miocenas el secundario (acuífero del Gato). Los materiales detríticos miopliocuaternarios de recubrimiento de los bordes, constituyen también un acuífero de menor entidad por porosidad intergranular, donde se localiza el manantial de Bugéjar, que drena todo el sistema, conectado hidráulicamente entre si (**PLANO 11**).





Corte Hidrogeológico MAS La Zarza (Fernández Chacón, F., 2009)

Fig. 16. Esquema y corte hidrogeológico MAS La Zarza (Fernández Chacón, 2009)

Constituye el basamento impermeable de estos acuíferos los materiales margosos del Trías y las formaciones volcánicas asociadas.

Se expone a continuación los elementos que constituyen los puntos de agua que captan la MAS de La Zarza, según el inventario de puntos de agua del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), cuyas características y plano de situación se indican en el **Anexo I**:

Nº	ID IGME	ID. F-Chacón	NATURALEZA	COTA msnm	PROF.	TOPONIMIA	MUNICIPIO
1	2337-7-0009	ZL-3	Manantial	1055	-----	Fte. Bugéjar	P. D. Fadrique
2	2337-7-0003	ZL-22 (S-22)	Sondeo	1074	145	Chaparral. Bugéjar II (FAO)	P. D. Fadrique
3	2337-7-0002	----	Sondeo	1080	300	Bugéjar	P. D. Fadrique
4	2337-7-0001	ZL-16 (S-20)	Sondeo	1088	150	Chaparral. Puebla III (FAO)	P. D. Fadrique
5	2337-7-0031	ZL-5	sondeo	1115	---	Coto Zarza 1	P. D. Fadrique
6	2337-7-0032	----	sondeo	1128	----	Coto Zarza 2	P. D. Fadrique
7	2337-7-0034	ZL-6	sondeo	1115	---	Cantera San Cosme	P. D. Fadrique
8	2337-8-0005	ZL-18	Sondeo	1130	80		V. Blanco
9	2337-8-0006	ZL-10	sondeo	1130	80		V. Blanco
10	2337-8-0007	ZL-20	sondeo	1185	120		V. Blanco
11	2337-8-0010	ZL-8	manantial	1190			V. Blanco
12	2337-4-0006	ZL-22	sondeo	1180	92	Acuífero el gato	C. de la Cruz

7.4. Parámetros hidráulicos y funcionamiento

De los ensayos realizados en el Proyecto FAO/IGME (1975) en los sondeos de investigación que cortaron los materiales carbonatados jurásicos subbéticos del acuífero de la Zarza (S-20 y S-22), se obtuvieron valores de transmisividad de 4320 y 7776 m²/día y un coeficiente de almacenamiento del orden de 10⁻³.

La MAS de La Zarza presenta una alimentación procedente de la infiltración directa del agua de lluvia sobre los afloramientos permeables, que se tradicionalmente se ha cuantificado en unos 4 hm³/año. Las salidas se realizan a través del manantial de Bugéjar (ZL-3) a unos 1.050 m s.n.m., con un caudal medio de 27 l/s (periodo 1966-2006), y por los de Pedrarias (1.100 m s.n.m), que drenan las

calizas miocenas del acuífero del Gato (ZL-1), con un caudal medio entre 2 y 5 l/s, ambos hacia la cuenca del Guadiana Menor y otras surgencias hacia la cuenca del Segura. Existen otras otras salidas ocultas, hacia zonas adyacentes, principalmente por los materiales pliocenos y cuaternarios de la MAS Huéscar-Puebla de don Fadrique.

Parece existir un desconexión del acuífero de las calizas miocenas del acífero del Gato, con el de las calizas y dolomías del acuífero de La Zarza.

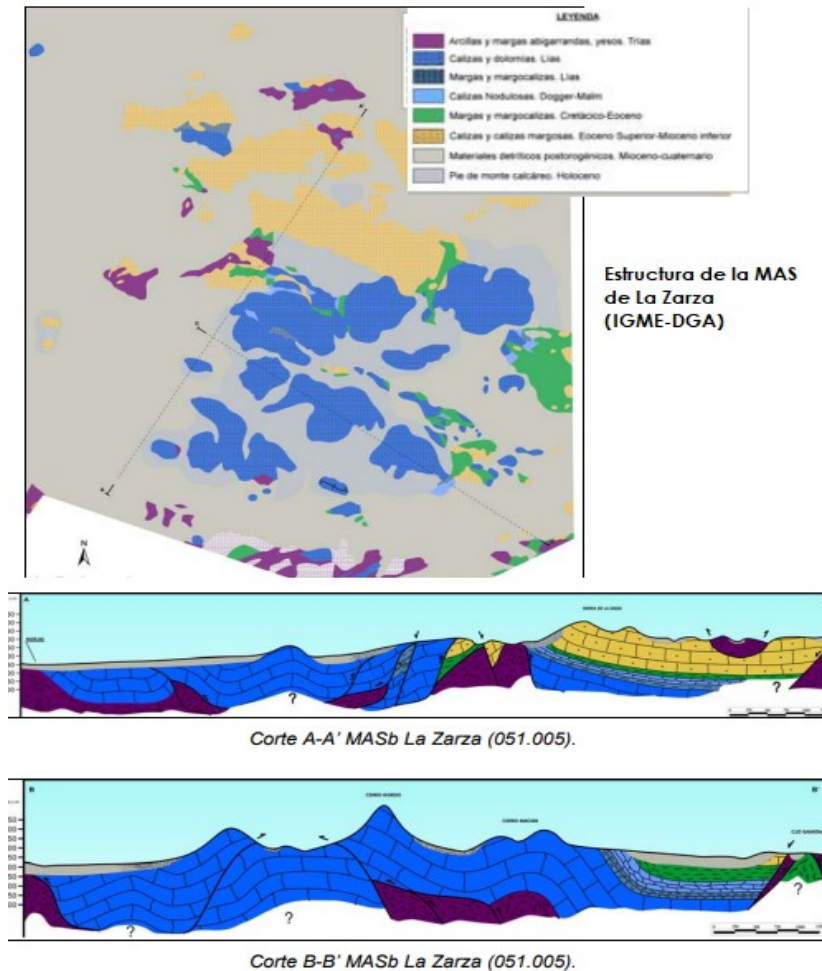


Fig. 17. Estructura geológica de la Sierra de La Zarza (IGME-DGA)

Se aprecia una diferencia del modelo conceptual entre la figura 16 y 17, la primera se refiere a una serie de megabloques calizos dolomíticos de hasta 300 m de espesor de la Unidad Olistostrómica, asociada a la importante zona de fratura de la falla Cádiz-Alicante; la segunda a un conjunto de escamas que cabalgan unas sobre otras hacia el noroeste. El basamento cabalgado por la formación carbonatada puede estar conformado por materiales del Terciario y del Cretácico de baja permeabilidad. En todo caso, el sustrato general esta constituido por las margas y arcillas triásicas.

Se aprecia las calizas miocenas del acuífero del Gato (amarillo de la figura 17), drenadas por Pedrarias, aisladas (?) de las calizas y dolomías jurásicas, con lo quea los recursos de la MAS de La Zarza habría que restarle los del acuífero del Gato.

7.5. Evolución piezométrica y de caudales del manantial de Bugéjar

Respecto a la evolución piezométrica de los sondeos FAO/IGME S-20 (Puebla III) y S-22 (Bugéjar II) e hidrométrico en el manantial de Bugéjar (ZL-3), para el periodo oct.-67 a oct.-2007, se aprecia un máximos de niveles y de caudales (60 l/s) en el año 1974-75, una disminución hasta oct.-89, a partir de cuando vuelve a aumentar hasta oct.-1993, (50 l/s), disminuyendo paulatinamente hasta oct.-99, a partir de cuando se obtienen los caudales mínimos, con variaciones interanuales, influenciado por los bombeos de los sondeos del entorno, cuyos niveles piezométricos alcanzan niveles históricos de descensos de 3,5 m. En los años 2010-2012 se produce una recuperación del caudal, con puntas de hasta 45 l/s, a partir de cuando comienza a bajar de modo continuado, hasta que en enero de 2019 se seca totalmente.

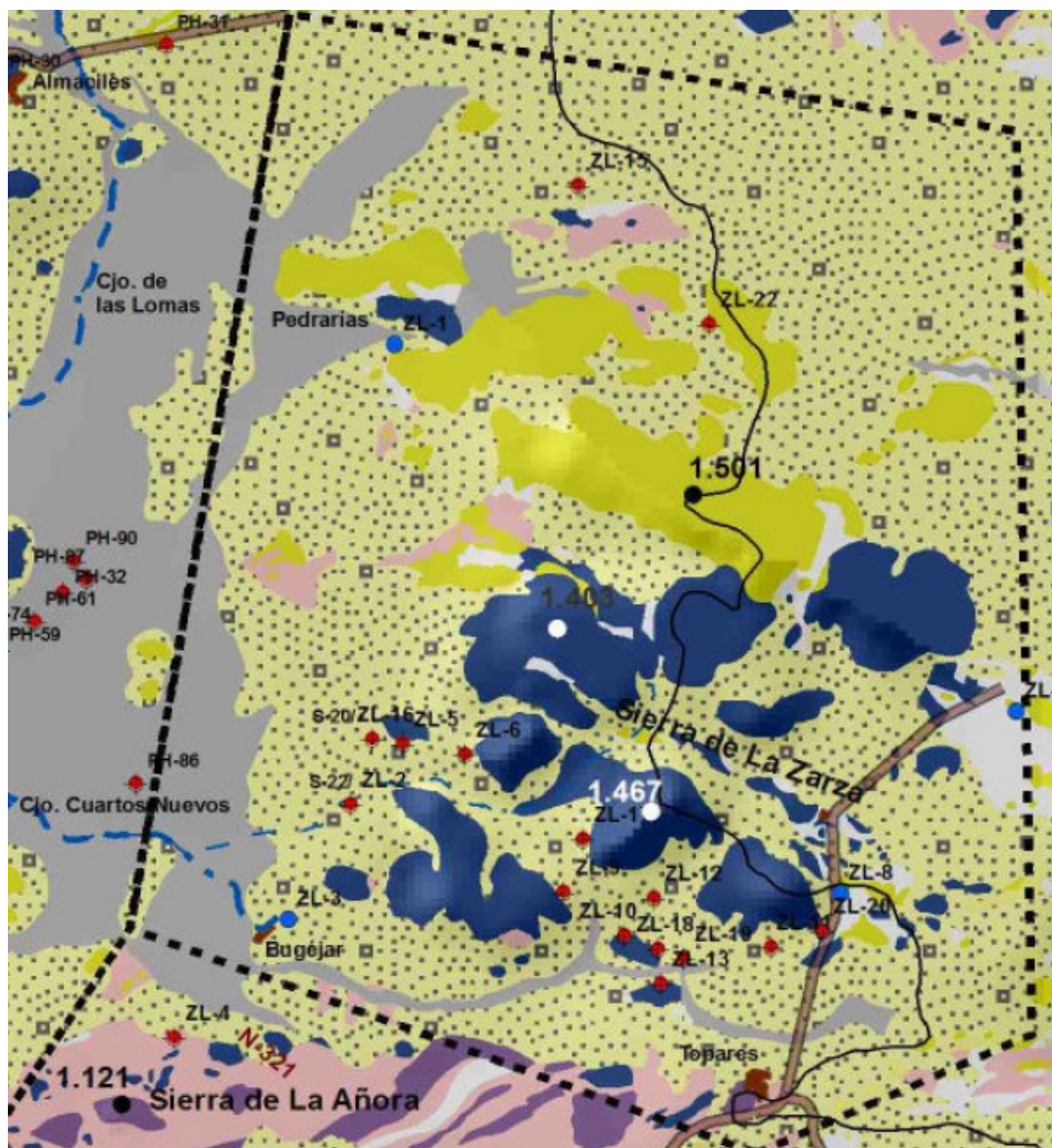
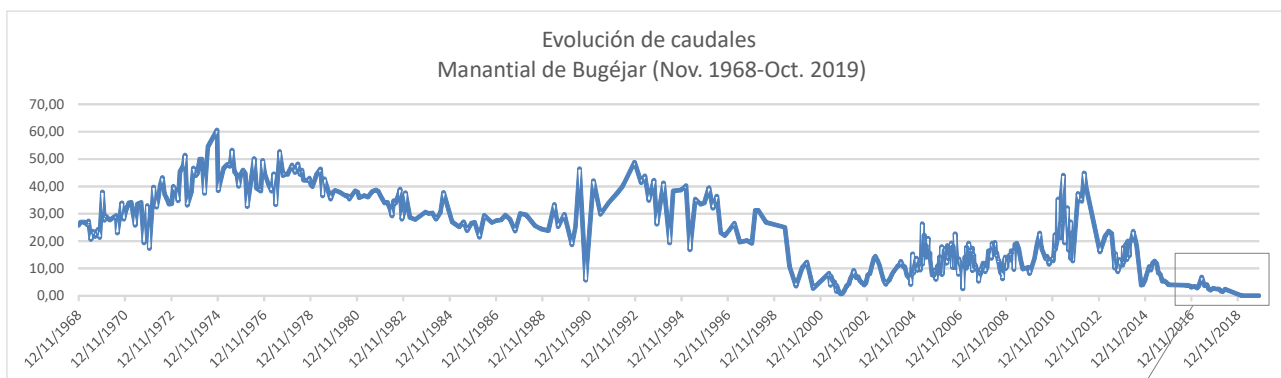
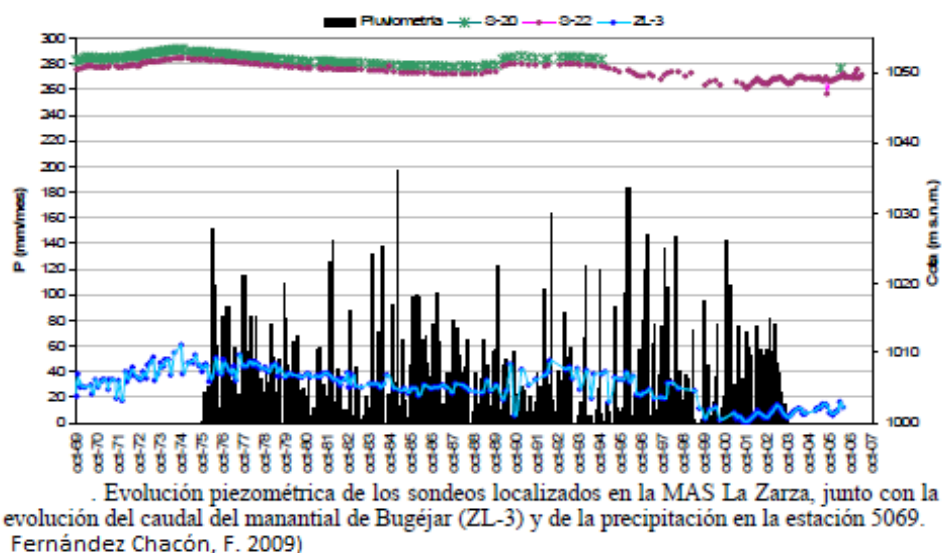


Fig. 18 Plano hidrogeológico de la MAS de La Zarza (Fernández Chacón, 2009)



Evolution de caudales del manantial de Bugéjar en el periodo nov.-1968 a octubre de 2019, a partir de datos de CHG. (Elaboración propia)

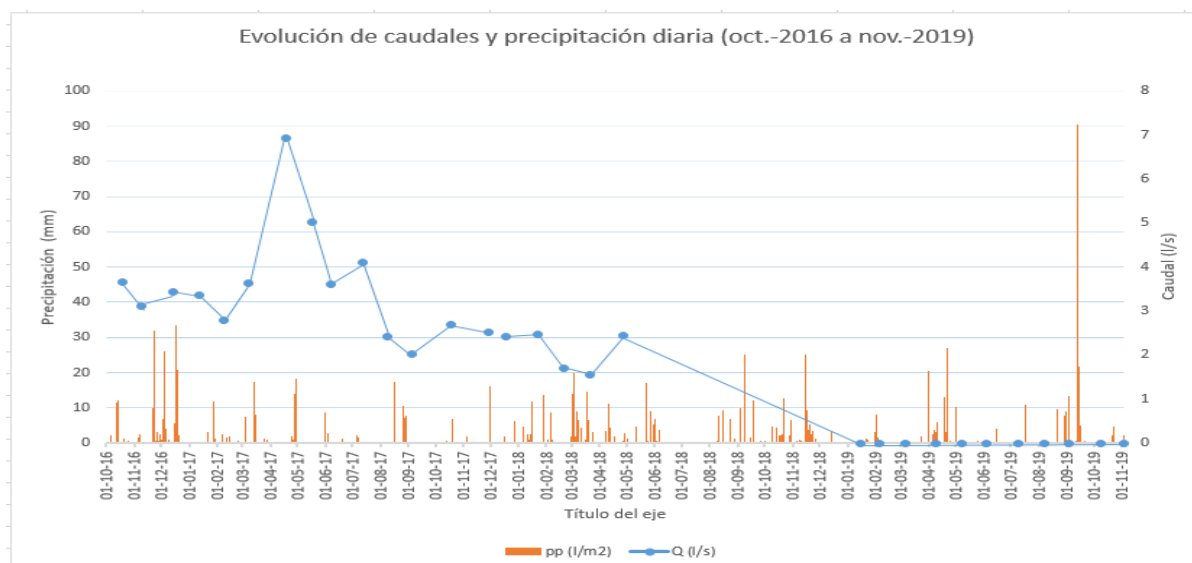


Fig. 19 Evolution piezométrica de ciertos puntos de la MAS de La Zarza y del Caudal del manantial de Bugéjar y su relación con las precipitaciones.

En la gráfica de doble eje (precipitación/Caudal de Bugéjar), de los últimos tres años se aprecia una respuesta positiva del caudal a las precipitaciones. Sin embargo a partir de enero de 2019, cuando se seca el manantial, según los controles mensuales de la CHG, permanece seco durante todo el año, sin responder a las precipitaciones de primavera, ni incluso a los 90,6 l/m² caídos el 12 de septiembre de 2019.

Fig. 20 Aspecto del Campo de La Puebla desde el Cortijo de Casa Blanca, con la sierra de La Zarza al fondo, como consecuencia de las lluvias del 12 de septiembre de 2019 (90,6 l/s)



7.6. Usos y explotación

Los recursos hídricos del manantial de Bugéjar, la descarga más importante de la MAS de La Zarza, se han aprovechado tradicionalmente tanto para el consumo humano de la población de Bugéjar y de las cortijadas por donde discurre la acequia de Bugéjar hasta Las Casa de D. Juan, para abrevar la importante cabaña de ganado de cordero segureño de la zona, para regar una agricultura familiar de hortaliza de temporada o para impulso de artilugios hídricos como el molino de Bugéjar.

Actualmente la explotación de la MAS de La Zarza se ha intensificado mediante la explotación por bombeo para riego de agricultura intensiva en la zona. Así se ha concesionado, según datos recabados de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, el riego de más de 600 ha, con un caudal de explotación de cerca de 2,5 Hm³/año. A continuación se expone, sin pretender ser exhaustiva la relación:

nº	Año/expte	Estado	Uso	Cultivo	Sup. (ha)	Concesión (vol. m ³ /año)
1	1998/1849	Resuelto	Riego	hortaliza	20	90.000
2	2013/598	Precario	riego	hortaliza	20	90.000
3	2000/2493	Resuelto	riego	hortaliza	20	90.000
4	2017/3098	resuelto	riego	Hortaliza	20	90.000
5	2015/4040	Resuelto (capt.)	riego	hortaliza	125	275.000
6	1995/2189	Resuelto	riego	hortaliza	20	90.000
7	2016/4118	Sección B	Doméstico y riego	hortaliza	1,4	6.665
8	2001/1260	Resuelto	Riego	hortaliza	20	90.000
9	2000/4469	Sección B	Domestico ganado y riego	hortaliza	1	3.115
10	2016/5498	Resuelto (modif)	riego	hortaliza	40	180.000
11, 12, 13	2000/2111	Resuelto	riego	cereal	20	86.000
14, 15,16	2016/1758	Resuelto	Riego	Hortaliza	20	90.000

17	2000/2011	Resuelto	Riego	Hortaliza	20	90.000
18	2016/5924	Transf. titular	riego	Hortaliza	20	90.000
19	1999/2423	Resuelto	Riego	Hortaliza	20	90.000
20	2016/3866	Sección B	Riego	Almendros	2,4	6.977
21	2002/3437	Sección B	Industrial	-----	0	6.350
22	1999/4819	Catálogo	Doméstico y riego	cereal	0,2	1.330
23	2009/2663	Sección B	Doméstico, industrial	-----	-----	6.053
24	2014/2778	Resuelto	Riego	almendro	28,42	66.075
25	1991/1017	Sección B	Doméstico	-----	-----	1.500
26	2000/3028	Resuelto	Riego	Hortaliza	16,1	72.405
27	2016/1658	Precario	riego	hortaliza	100	450.000
28	1998/14841	Catálogo	Domestico y riego	hortaliza	1,2	13.480
29	2015/922	Precario	riego	hortaliza	45	241.576
30	2017/1634	Precario	Riego	Hortaliza	20	90.000
31	2000/5892	Sección B	Riego y ganado	cereal	1	6.825
TOTAL					601,78	2.413.351

Tabla 3. Concesiones de la MAS de La Zarza en el ámbito de Bugéjar

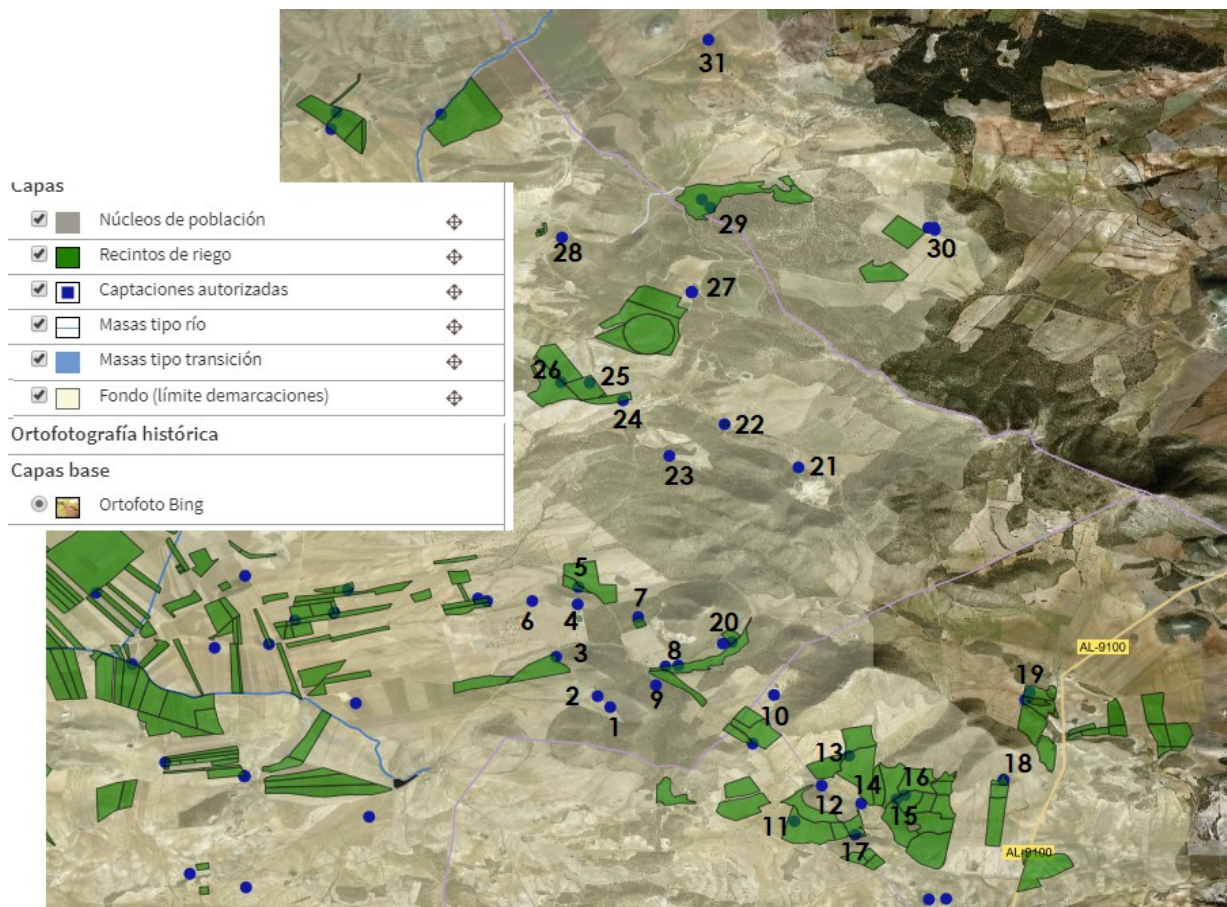


Fig. 21. localización de recintos de riegos y captaciones autorizadas mediante concesiones en MAS de La Zarza en el ámbito de Bugéjar

Si se tiene en cuenta la dotación de riegos no regulados del sistema 7 de la Acequia de Bugéjar del Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadalquivir (2016-2021), que se estima en 5.061,42 m³/ha, resulta que el consumo para el riego de las 601 ha, superaría los 3 hm³/año, que es la cifra en la que se ha calculado la recarga de la MAS de La Zarza. Hay que manifestar que en los recintos de riego del visor de la CHG no se señala la transformación más importante que se produce en la zona, que sin embargo si se recoge en el inventario de regadíos de la Consejería de Agricultura de 2012 y en el propio Plan Hidrológico del Guadalquivir (2016-2021), que es la correspondiente a la zona del Cerro Miravete:



Fig. 22 Zona transformada en regadío intensivo, no cuantificada en recintos de riegos de CGH

Un buen número de explotaciones corresponden a empresas agrícolas ajenas a la zona, donde realizan una agricultura intensiva de hortaliza, con riegos mediante bombeos que han ocasionado que el manantial de Bugéjar se haya secado y solamente se aprecia rezumes en la zona del manantial en en la primavera de 2018, entre el final de la campaña agrícola e inicio de la siguiente, a partir de la cual ha permanecido seco todo el año 2019, incluso después de las precipitaciones de este otoño, especialmente húmedo.

Es significativo que, mientras las mayoría de las concesiones son de 90.000 m³/año, para una explotación de 20 ha (unidad mínima de cultivo de regadío para una familia, según la Consejería de agricultura), en 2015 se otorgan concesiones excepcionales a esta norma, para 40 has con 241.000 m³/año y otra para el riego de 125 ha y 275.000 m³/año, esta en la zona comentada del Cerro Miravete; y en 2016 otras dos excepcionales concesiones para riego de 40 y 100 has , con volúmenes de 180.000 y 450.000 m³/año respectivamente.

Además hay concesiones de menos de 7.000 m³/año y otras inscripciones en el catálogo de aguas privadas. En el plano siguiente se intenta dar una visión cualitativa de este aspecto.

En la siguiente figura se intenta dar una visión cuantitativa de este aspecto.

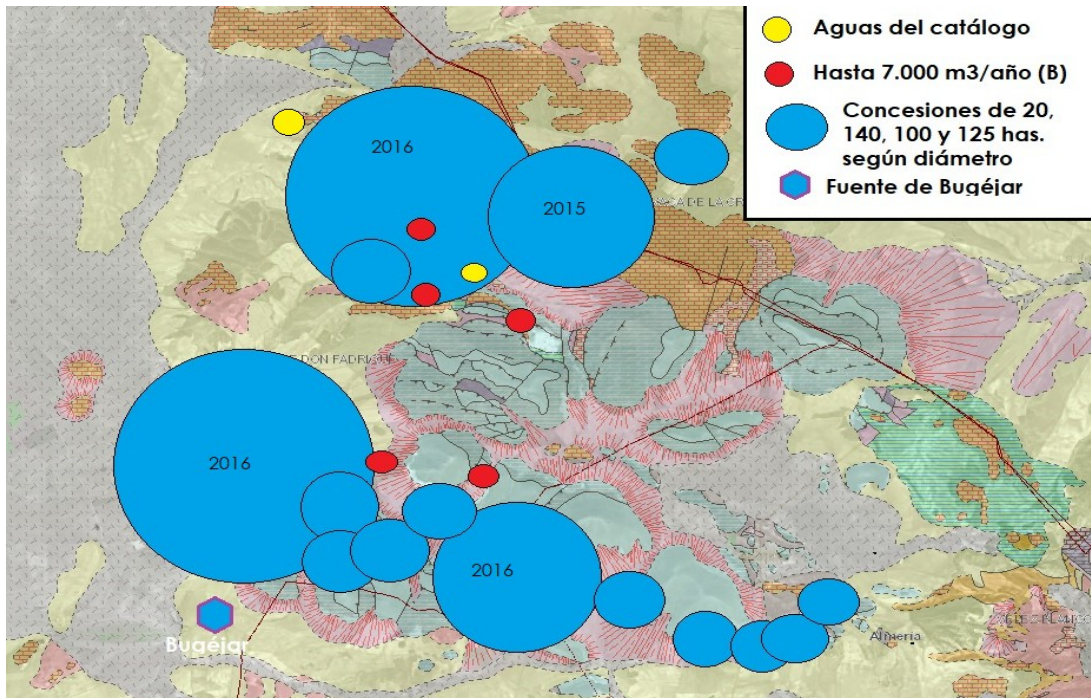


Fig. 23. Aspecto cuantitativo de las concesiones en la MAS en el ámbito de Bugéjar

7.7. Composición química de las aguas subterráneas

Las referencias a este apartado se obtiene de la Tesis de F. Fernández Chacón (2009).

Existe una gran variabilidad de las facies hidroquímicas de las aguas subterráneas de La Zarza, debido a la complejidad tectónica de las unidades que integran los materiales acuíferos. Tanto los materiales carbonatados subbéticos como los miocenos se encuentran en bloques aislados, aunque conectados hidráulicamente por los materiales detríticos miopliocuternarios que los recubre en sus bordes.

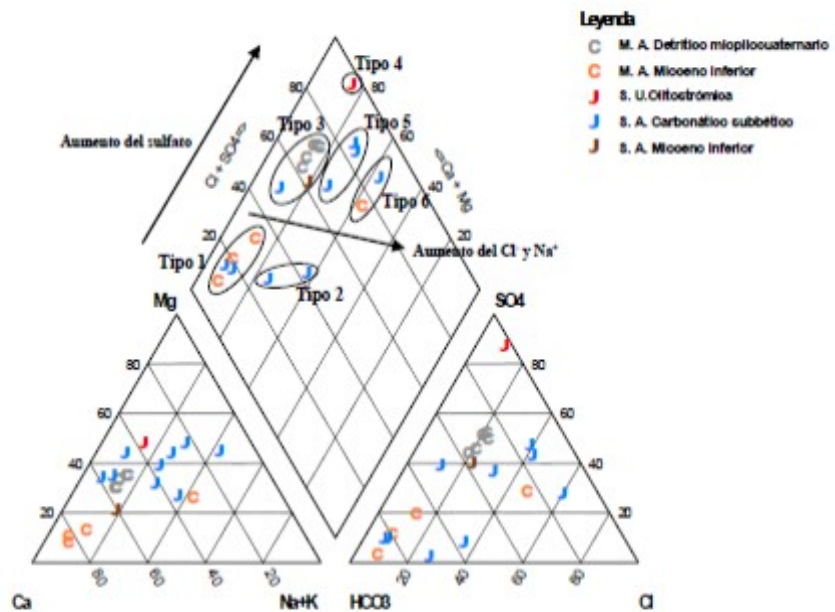


Fig. 24 Diagrama de Piper. Tipos de facies hidroquímicas diferenciadas junto con las líneas que indican la evolución de las aguas subterráneas en la MAS La Zarza. Fernández Chacón, F., 1009)

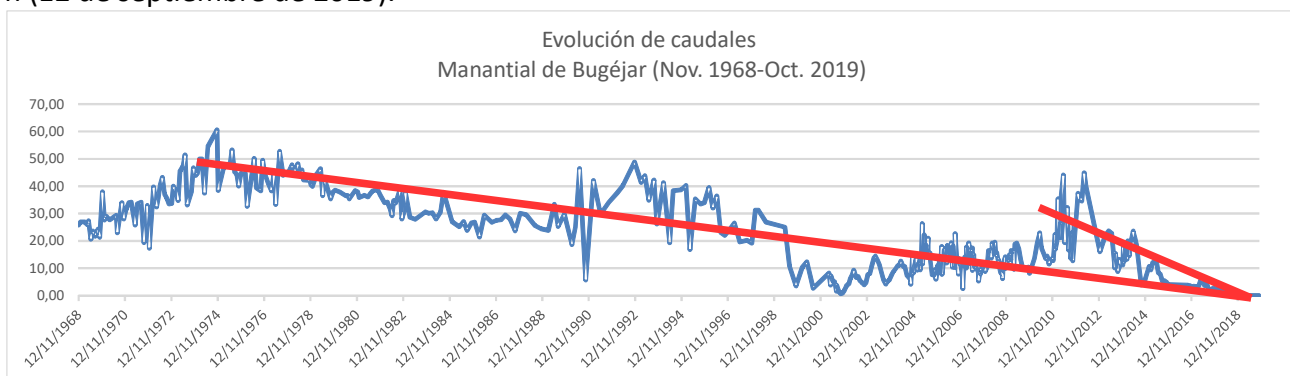
Las aguas de menor mineralización, de facies bicarbonatada-cálcica, corresponden al Mioceno inferior. Las facies clorurada-sódica y aguas más mineralizadas corresponden a facies triásicas de la Unidad Olotostromica. Las aguas del acuífero subbético, del sondeo ZL-5 (Puebla III de la FAO/IGME) y del manantial de Bugéjar (ZL-2) presentan facies sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica.

Se ha detectado valores de nitratos que supera los 250 mg/l (50 mg/l es el umbral permitido) en el manantial de cortijo Macian en la vertiente mediterránea, así como problemas de nitratos en el sondeo de abastecimiento a Topares.

Existe una relación de estos nitratos con las intensiva actividad agrícola de esta zona, sin que se tenga aún constancia de la influencia de la macrogranja de Cefusa en Cortijo de Millán, con más de 18.000 cerdas reproductoras y 549.000 lechones al año.

8. CONCLUSIONES

1. El manantial de Bugéjar es el punto principal de descarga de la Masa de Agua Subterránea de La Zarza, con caudales medios de 27 l/s y máximos de hasta 60 l/seg registrados a mediados de los años 70, a partir de cuando se ha producido, en los últimos 40 años, un descenso continuando y mantenido, a pesar de las respuestas del caudal a ciertos periodos húmedos.
2. La existencia de especies vulnerables a la extinción, como el sapo partero bético en la zona esta condicionada a la presencia de este tipo de surgencias.
3. Con el nuevo modelo conceptual parece que existe una desconexión de las calizas miocenas, dispuestas sobre las calizas y dolomías jurásicas y sobre materiales impermeables cretácicos, que conforman el acuífero del Gato y que drena hacia el manantial de Pedrarias.
4. A partir de 2012, coincidiendo en gran medida con la instalación de empresas agrícolas de agricultura intensiva de hortaliza, externas al territorio, se produce un descenso más acusado del caudal del manantial de Bugéjar, hasta su agotamiento, permaneciendo seco durante todo el año 2019, a pesar de las precipitaciones del inicio del año climático, con lluvias de hasta 90 l/m² en 24 h (12 de septiembre de 2019).

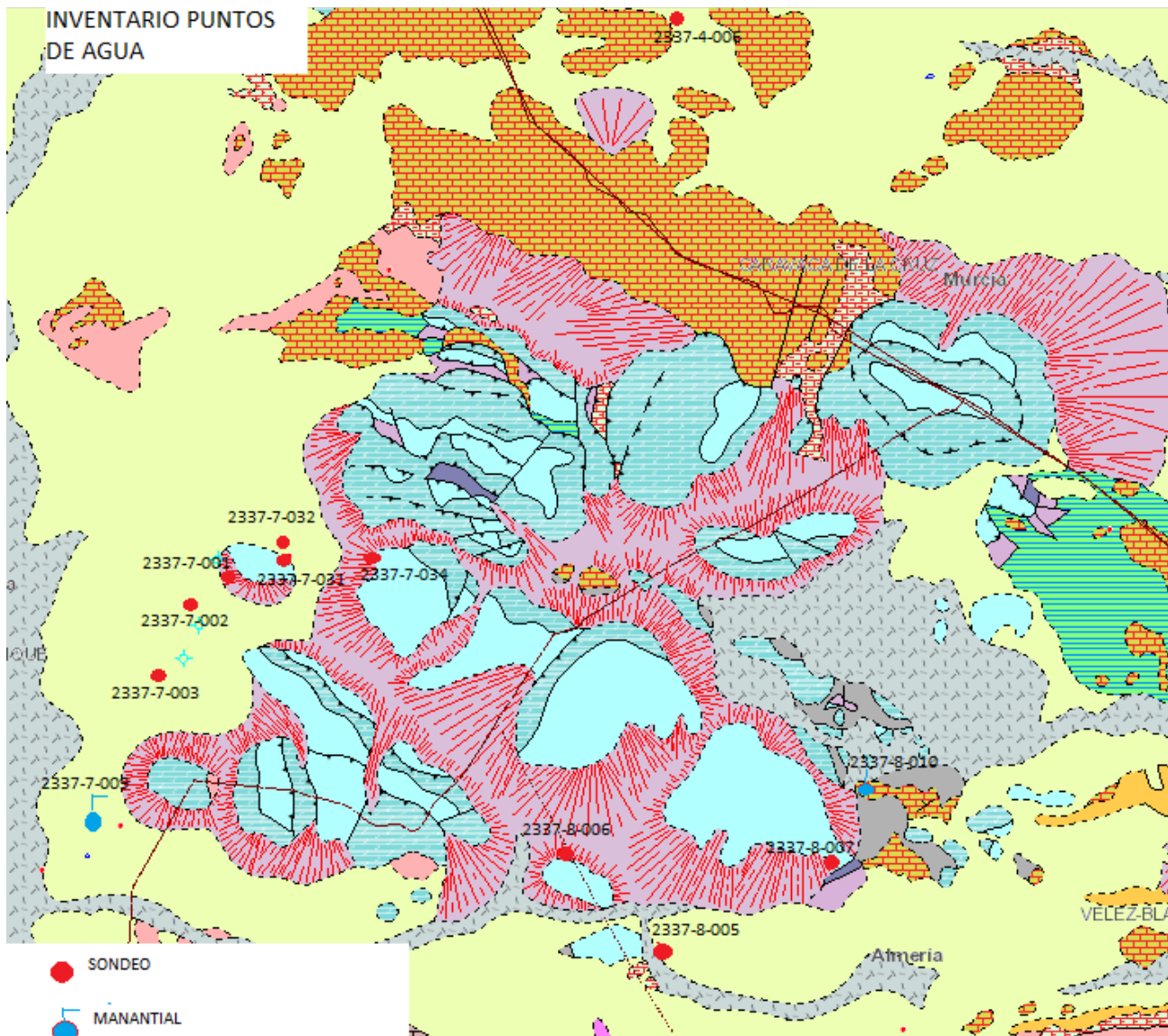


5. Esta influencia, visible y cuantificable en el manantia, también se produce en las aportaciones no visibles desde el acuífero de La Zarza a la MAS Huéscar-Puebla, sin que se haya podido cuantificar esta afección.

6. Hay concesionadas más de 600 has de riego, a partir de este acuífero de La Zarza (solo en el ámbito de la demarcación de la CHG), con volumen concedido del orden de 2,5 hm³/año.
7. Si se tiene en cuenta la dotación para riego en la zona según el PH del Guadalquivir, las explotaciones por bombeos que superan los 3 hm³/año, que por otra parte es la alimentación por recarga de lluvia de la MAS de La Zarza, si se contabiliza independientemente la del acuífero del Gato .
8. La normativa de los pozos aplicable a esta zona del acuífero de La Zarza según el Plan Hidrológico del Guadalquivir, es para consumo humano.
9. Es de señalar que algunas concesiones (nº 5, 10, 27 y 29 de la tabla), algunas en precario, resueltas todas entre 2015 y 2016, superan ampliamente en superficie de riego y volumen de agua al del resto de concesiones otorgadas en el ámbito del acuífero, que se establece en 20 has (superficie mínima de explotación según informe de la Consejería de Agricultura) y un volumen de 90.000 m³/año. Concretamente estas se han resuelto en 125 has (nº 5), 40 has (nº 10), 100 has (nº 27) y 45 has (nº 29) con un volumen total 1.146.000 m³/año.
10. No ha sido posible conocer los datos de concesiones para uso ganadero de la macrogranja de Cefusa de cortijo Millán, para mas de 18.000 cerdas reproductoras y 549.000 lechones al año.
11. Es evidente la relación de los bombeos para los regadíos de cultivos intensivos de hortalizas de las más de 600 has concesionadas, con el agotamiento del manantial, que no ha reaccionado a las lluvias de este húmedo otoño de 2019.
12. Tanto la Confederación Hidrográfica del Segura, como, especialmente, la del Guadalquivir, deben revisar las concesiones otorgadas, algunas en precario y otras resueltas, por afecciones al manantial de Bugéjar y a las aportaciones ocultas a la MAS de Puebla-Huéscar y hacer las gestiones técnico-administrativas oportunas para recuperar el manantial y control de alta contaminación por nitratos.
13. La CHG identifica el problema del agotamiento del manantial de Bugéjar como uno de los Temas Importantes en la tramitación del nuevo plan Hidrológico. Contempla la necesidad de revisar las concesiones y de llegar a consensos con los regantes, como se hizo en el caso del la MAS de Huéscar-Puebla. Aún así, dad la situación hídrica del manantial y de la persistencia de los bombeos intensivos para este tipo de agricultura instalada en la zona de empresas ajenas a la misma, no se llega a tiempo en el tramite del PH de la Cuenca. Es necesario intervenir urgente para remediar este dislate hídrico

Fdo: Alberto A. Marín Marín
Lic. en C.C. Geológicas
-Hidrogeólogo-

ANEXO I



Plano de puntos de agua, elaborado a partir del visor del IGME.

Información del punto

Identificación

Identificador : 2337-7-0009

Hoja : 2337

Octante : 7

Punto : 0009

Naturaleza y uso

Naturaleza : Manantial

Uso : Abastecimiento y agricultura

Localización

X (UTM ED50) : 561856

Y (UTM ED50) : 4193191

Huso : 30

Sector : S

Cota : 1055

Profundidad : 0

Toponimia : Fuente Bugéjar.

Municipio : PUEBLA DE DON FADRIQUE

Provincia : Granada

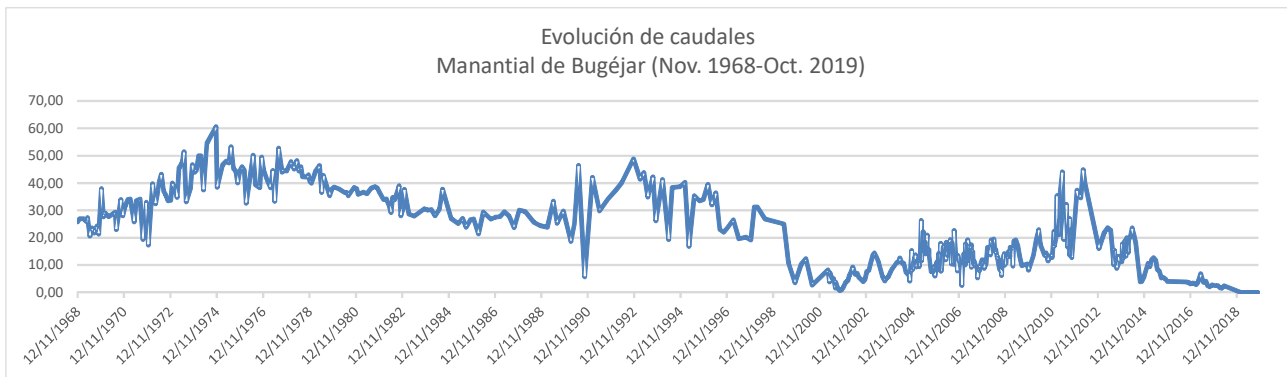
Sistema Acuífero : Acuífero aislado

Unidad Hidrogeológica : Sierra de la Zarza

Cuenca : GUADALQUIVIR

Otros

Perímetro de protección : No se sabe



Información del punto

Identificación

Identificador : 2337-7-0003

Hoja : 2337

Octante : 7

Punto : 0003

Naturaleza y uso

Naturaleza : Sondeo

Uso : Desconocido

Localización

X (UTM ED50) : 562451

Y (UTM ED50) : 4194504

Huso : 30

Sector : S

Cota : 1073.92

Profundidad : 145

Fecha obra : 1969-02-01T00:00:00

Toponimia : Capellanía. Chaparral. Bugéjar II.

Municipio : PUEBLA DE DON FADRIQUE

Provincia : Granada

Sistema Acuífero : Acuífero aislado

Unidad Hidrogeológica : Sierra de la Zarza

Cuenca : GUADALQUIVIR

Otros

Método perforación : Rotación

Perímetro de protección : No se sabe

Piezometría

Fecha	Profundidad del agua (m)	Nivel piezométrico (m s.n.m.)	Tipo surgencia
18/09/1969	23.55	1050.37	No surgente

Datos técnicos

Tramo	Prof. techo (m)	Prof. muro (m)	Metodo perforación	Diámetro perforación	Tipo entubación	Diámetro entubación	Espesor entubación	Observaciones
	0	24	Rotación	450		350	0	Tubería ciega.
	24	78	Rotación	450		350	0	Tubería rajada.
	78	92	Rotación	310		0	0	
	92	144.6	Rotación	220		0	0	

Información del punto

Identificación

Identificador : 2337-7-0002

Hoja : 2337

Octante : 7

Punto : 0002

Naturaleza y uso

Naturaleza : Sondeo

Uso : Desconocido

Localización

X (UTM ED50) : 562745

Y (UTM ED50) : 4195171

Huso : 30

Sector : S

Cota : 1080

Profundidad : 300

Fecha obra : 1969-01-01T00:00:00

Toponimia : Bugéjar.

Municipio : PUEBLA DE DON FADRIQUE

Provincia : Granada

Sistema Acuífero : Acuífero aislado

Unidad Hidrogeológica : Sierra de la Zarza

Cuenca : GUADALQUIVIR

Otros

Método perforación : Rotación

Perímetro de protección : No se sabe

Información del punto

Identificación

Identificador : 2337-7-0001

Hoja : 2337

Octante : 7

Punto : 0001

Naturaleza y uso

Naturaleza : Sondeo

Uso : Agricultura

Localización

X (UTM ED50) : 563080

Y (UTM ED50) : 4195435

Huso : 30

Sector : S

Cota : 1088.03

Profundidad : 150

Fecha obra : 1968-01-01T00:00:00

Toponimia : Capellanía, El Chaparral, (Puebla III).

Municipio : PUEBLA DE DON FADRIQUE

Provincia : Granada

Sistema Acuífero : Acuífero aislado

Unidad Hidrogeológica : Sierra de la Zarza

Cuenca : GUADALQUIVIR

Otros

Método perforación : Rotación

Perímetro de protección : No se sabe

Motobomba : Grupo electrógeno

Piezometría

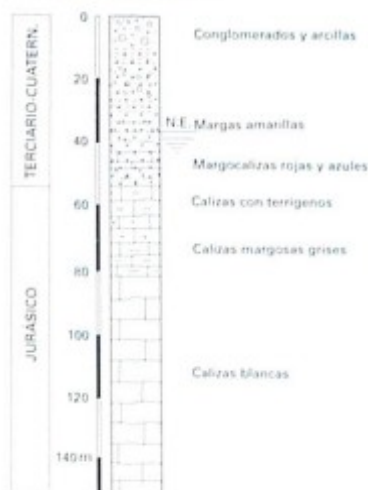
Fecha	Profundidad del agua (m)	Nivel piezométrico (m s.n.m.)	Tipo surgencia
12/09/1968	36.45	1051.58	No surgente

Características técnicas

Prof. techo (m)	Prof. muro (m)	Metodo perforación	Diámetro perforación	Tipo entubación	Diámetro entubación	Espesor entubación	Observaciones
0	46.25	Rotación	520		350	0	Tubería ciega.
46.25	67.5	Rotación	450		350	0	Tubería ciega.
67.5	95	Rotación	350		200	0	Tubería ciega.
95	150	Rotación	350		200	0	Tubería raída.

COLUMNAS LITOLÓGICAS

SONDEO PUEBLA III



Información del punto

Identificación

Identificador : 2337-7-0031

Hoja : 2337

Octante : 7

Punto : 0031

Naturaleza y uso

Naturaleza : Sondeo

Uso : Agricultura

Localización

X (UTM ED50) : 563428

Y (UTM ED50) : 4195287

Huso : 30

Sector : S

Cota : 1115

Profundidad : 0

Toponimia : Coto de la Zarza 1

Municipio : PUEBLA DE DON FADRIQUE

Provincia : Granada

Unidad Hidrogeológica : Huéscar - Puebla de D. Fadrique

Cuenca : GUADALQUIVIR

Otros

Información del punto

Identificación

Identificador : 2337-7-0032

Hoja : 2337

Octante : 7

Punto : 0032

Naturaleza y uso

Naturaleza : Sondeo

Uso : Agricultura

Localización

X (UTM ED50) : 563357

Y (UTM ED50) : 4195377

Huso : 30

Sector : S

Cota : 1128

Profundidad : 0

Toponimia : Coto La Zarza 2

Municipio : PUEBLA DE DON FADRIQUE

Provincia : Granada

Unidad Hidrogeológica : Huéscar - Puebla de D. Fadrique

Cuenca : GUADALQUIVIR

Otros

Información del punto**Identificación****Identificador :** 2337-7-0034**Hoja :** 2337**Octante :** 7**Punto :** 0034**Naturaleza y uso****Naturaleza :** Sondeo**Uso :** Agricultura**Localización****X (UTM ED50) :** 564146**Y (UTM ED50) :** 4195242**Huso :** 30**Sector :** S**Cota :** 1115**Profundidad :** 0**Toponimia :** Cantera San Cosme**Municipio :** PUEBLA DE DON FADRIQUE**Provincia :** Granada**Unidad Hidrogeológica :** Huéscar - Puebla de D. Fadrique**Cuenca :** GUADALQUIVIR**Información Otros****Identificación****Identificador :** 2337-8-0005**Hoja :** 2337**Octante :** 8**Punto :** 0005**Naturaleza y uso****Naturaleza :** Sondeo**Uso :** No se utiliza**Localización****X (UTM ED50) :** 567104**Y (UTM ED50) :** 4192071**Huso :** 30**Sector :** S**Cota :** 1130**Profundidad :** 80**Fecha obra :** 1982-02-01T00:00:00**Municipio :** VELEZ BLANCO**Provincia :** Almería**Sistema Acuífero :** Sierra de la Zarza**Unidad Hidrogeológica :** Unidades aisladas**Cuenca :** GUADALQUIVIR**Otros****Método perforación :** Percusión**Perímetro de protección :** No se sabe**Organismo instructor :** Diputación o Ayuntamientos**Motobomba :** Obra sin equipo de extracción**Piezometría**

Fecha	Profundidad del agua (m)	Nivel piezométrico (m s.n.m.)	Tipo surgencia
16/12/1987	28.83	1101.17	No surgente

Información del punto**Identificación****Identificador** : 2337-4-0006**Hoja** : 2337**Octante** : 4**Punto** : 0006**Naturaleza y uso****Naturaleza** : Sondeo**Uso** : Agricultura y ganadería**Localización****X (UTM ED50)** : 566925**Y (UTM ED50)** : 4200874**Huso** : 30**Sector** : S**Cota** : 1180**Profundidad** : 92**Fecha obra** : 1980-02-01T00:00:00**Toponimia** : Cerro del Mancheno.**Municipio** : CARAVACA DE LA CRUZ**Provincia** : Murcia**Sistema Acuífero** : Acuífero aislado**Unidad Hidrogeológica** : Sierra de la Zarza**Cuenca** : GUADALQUIVIR**Otros****Perímetro de protección** : No se sabe**Organismo instructor** : Particular**Motobomba** : Obra sin equipo de extracción**Piezometría**

Fecha	Profundidad del agua (m)	Nivel piezométrico (m s.n.m.)	Tipo surgencia
04/08/1981	52.48	1127.52	No surgente
01/01/1985	80	1100	No surgente

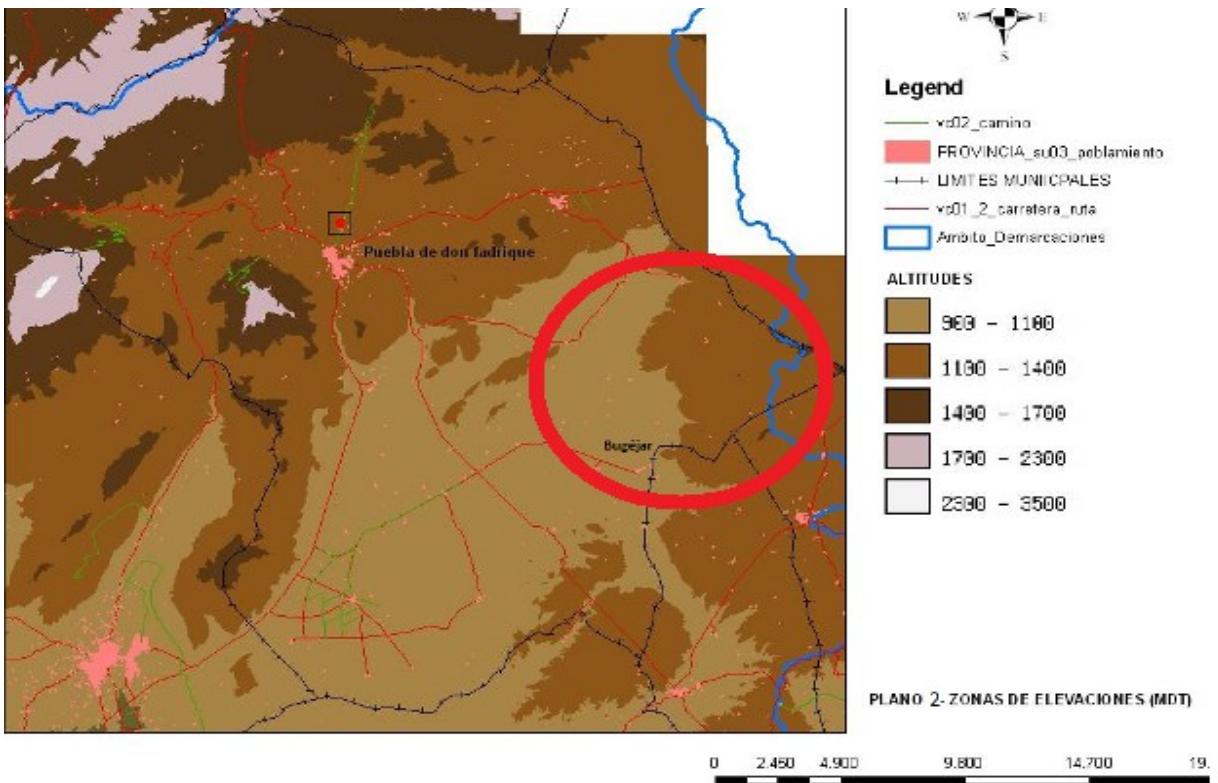
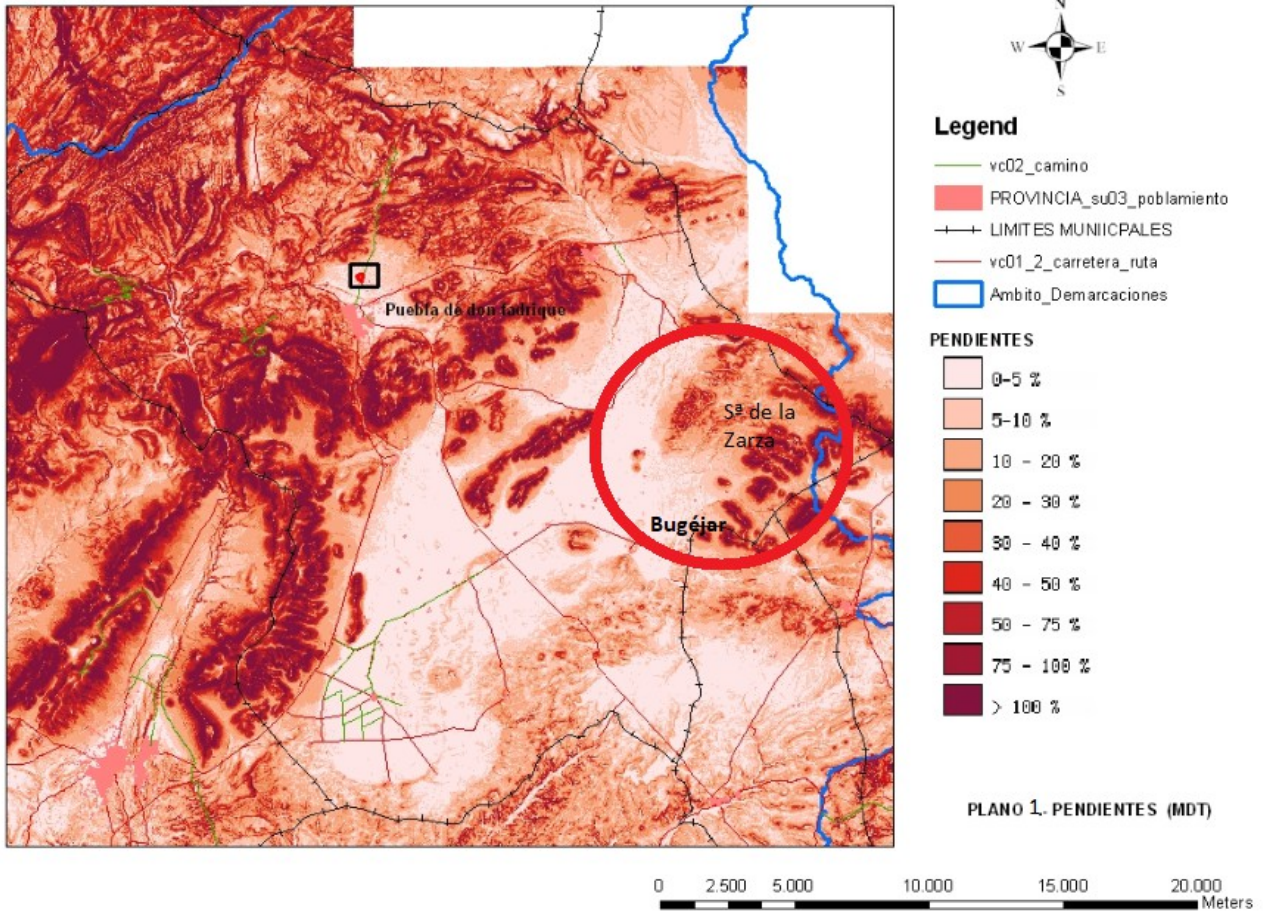
Información del punto**Identificación****Identificador** : 2337-8-0007**Hoja** : 2337**Octante** : 8**Punto** : 0007**Naturaleza y uso****Naturaleza** : Sondeo**Uso** : No se utiliza**Localización****X (UTM ED50)** : 568686**Y (UTM ED50)** : 4192858**Huso** : 30**Sector** : S**Cota** : 1185**Profundidad** : 120**Fecha obra** : 1982-02-01T00:00:00**Municipio** : VELEZ BLANCO**Provincia** : Almería**Sistema Acuífero** : Sierra de la Zarza**Unidad Hidrogeológica** : Unidades aisladas**Cuenca** : GUADALQUIVIR**Otros****Método perforación** : Percusión**Perímetro de protección** : No se sabe**Organismo instructor** : Particular**Piezometría**

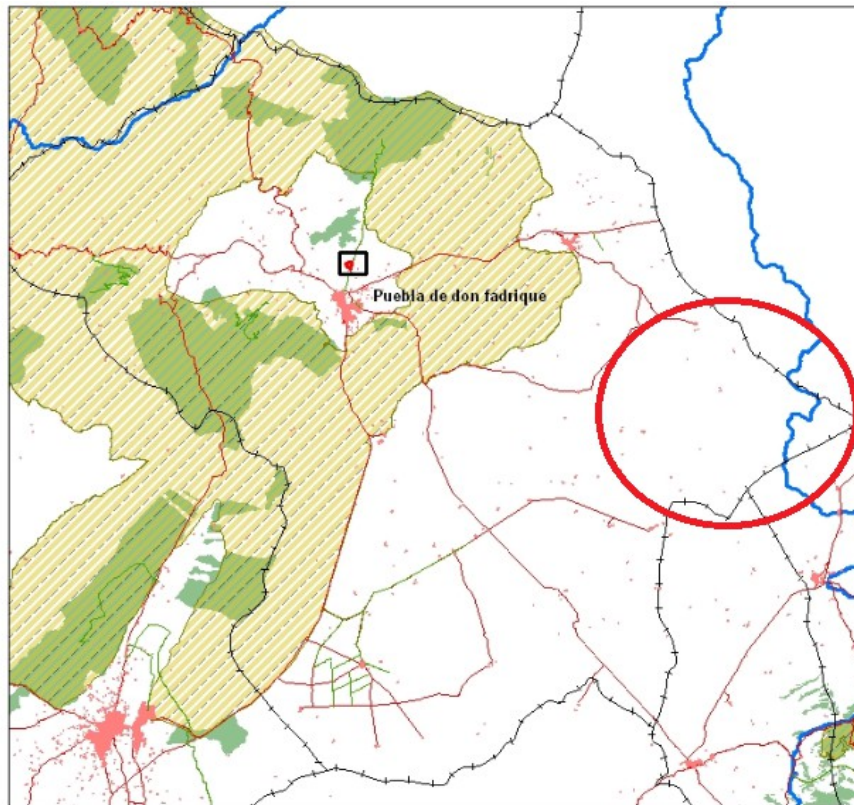
Fecha	Profundidad del agua (m)	Nivel piezométrico (m s.n.m.)	Tipo surgencia
16/12/1987	91.2	1093.8	No surgente

Información del punto	
Identificación	
Identificador : 2337-8-0010	
Hoja : 2337	
Octante : 8	
Punto : 0010	
Naturaleza y uso	
Naturaleza : Manantial	
Uso : Abastecimiento y ganadería	
Localización	
X (UTM ED50) : 568967	
Y (UTM ED50) : 4193556	
Huso : 30	
Sector : S	
Cota : 1190	
Profundidad : 0	
Municipio : VELEZ BLANCO	
Provincia : Almería	
Sistema Acuífero : Sierra de la Zarza	
Unidad Hidrogeológica : Sierra de la Zarza	
Cuenca : GUADALQUIVIR	
Otros	
Perímetro de protección : No se sabe	

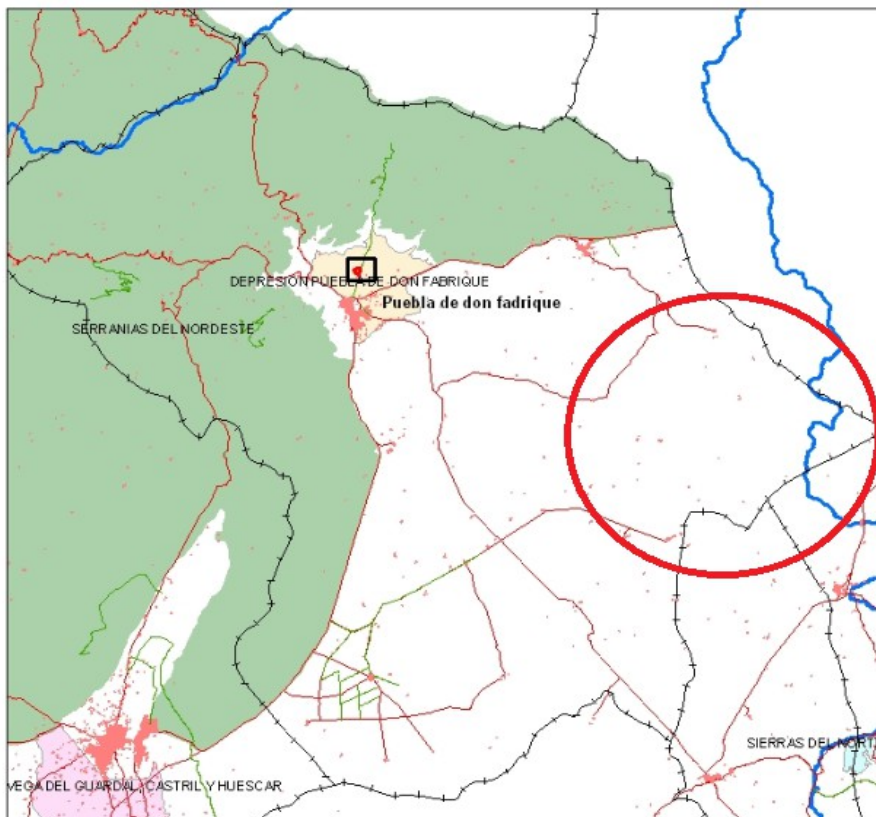
Hidrometría		
Fecha	Caudal (L/s)	Método
16/12/1987	0.28	Directo

PLANOS

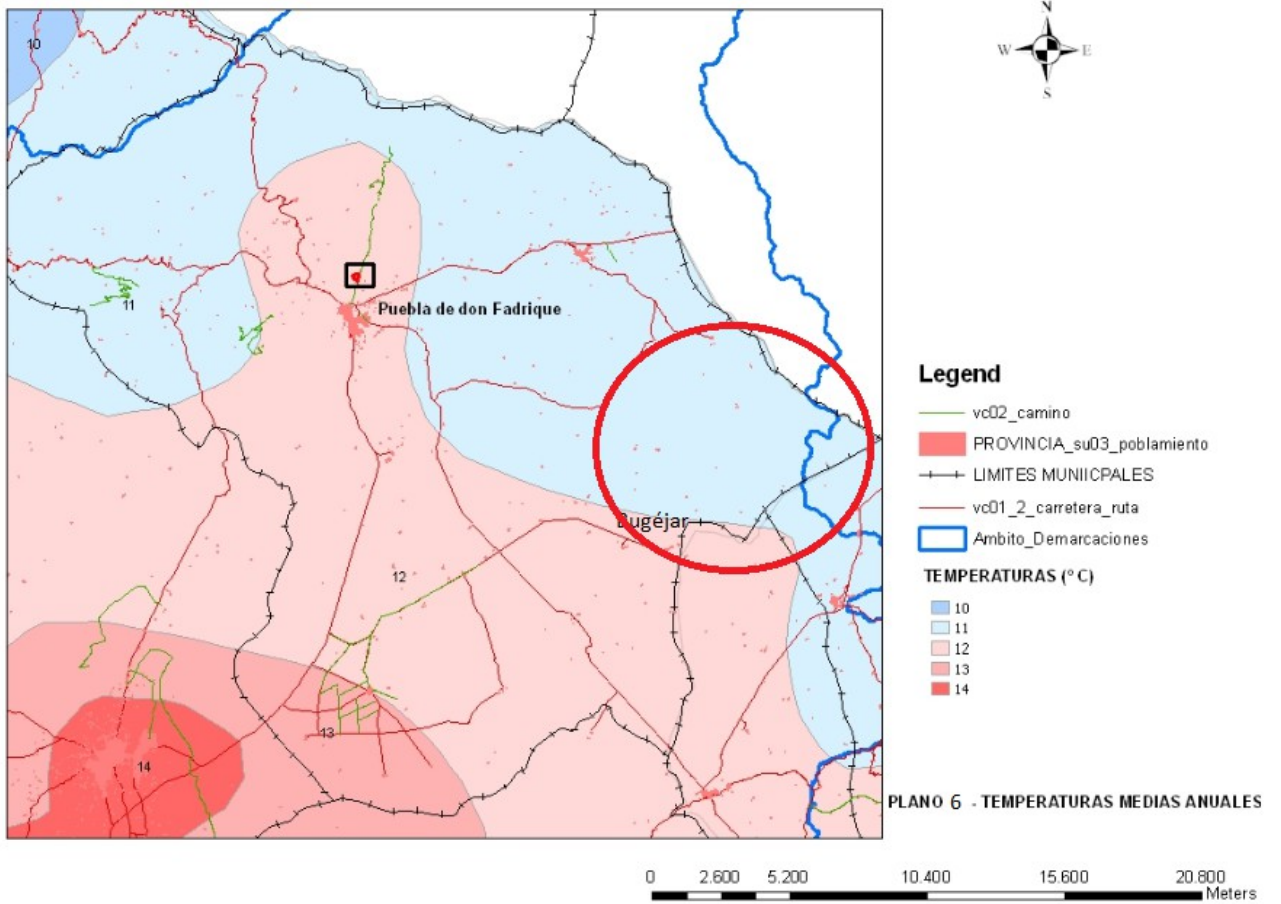
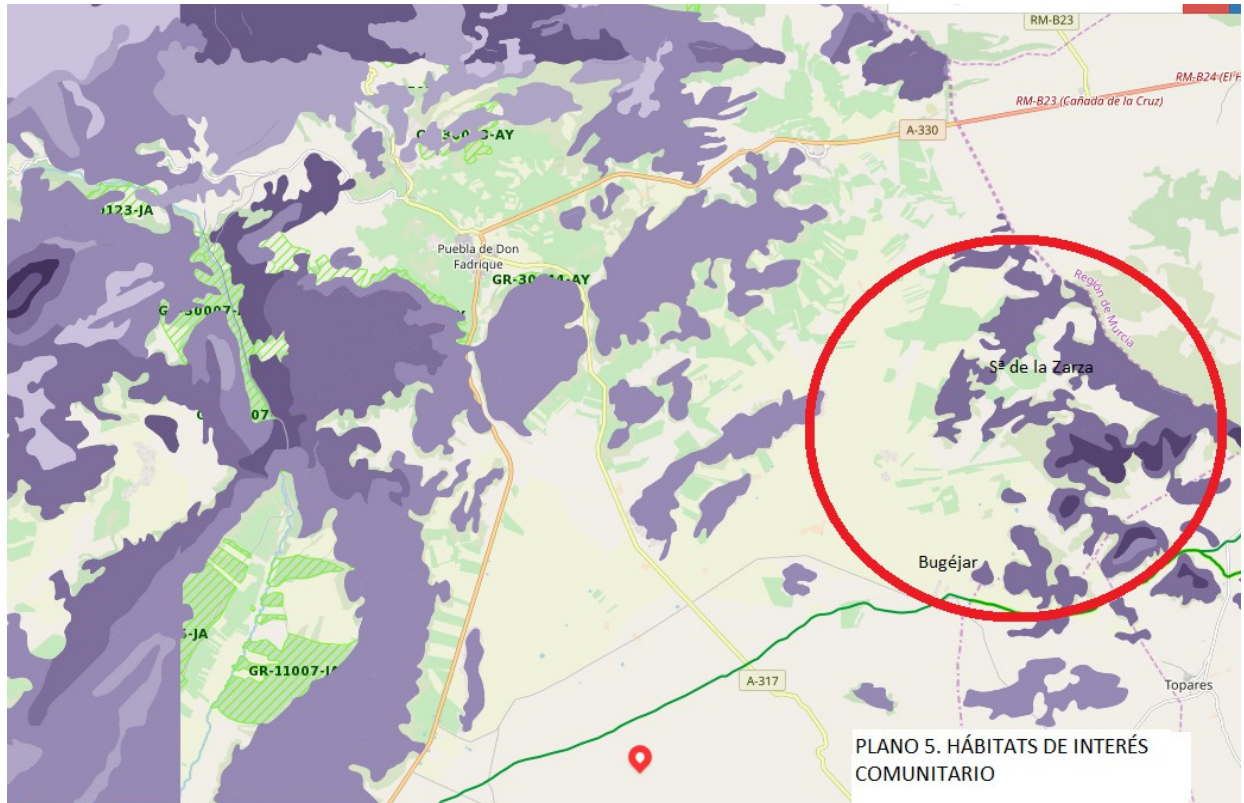


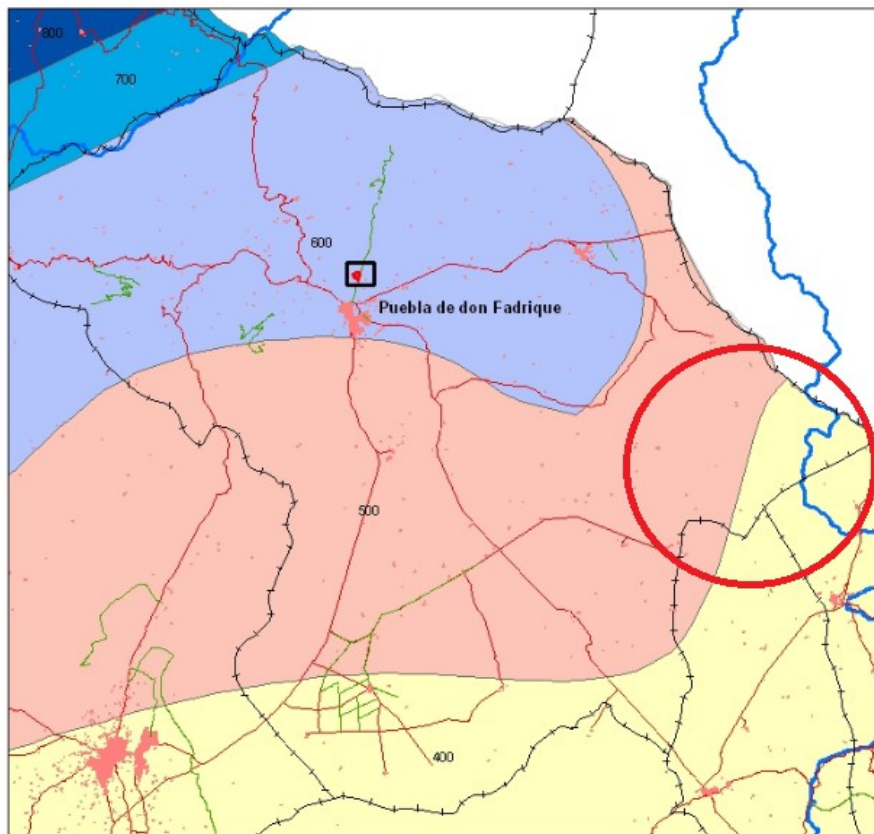


0 2.500 5.000 10.000 15.000 20.000 Meters



0 2.550 5.100 10.200 15.300 20.400 Meters





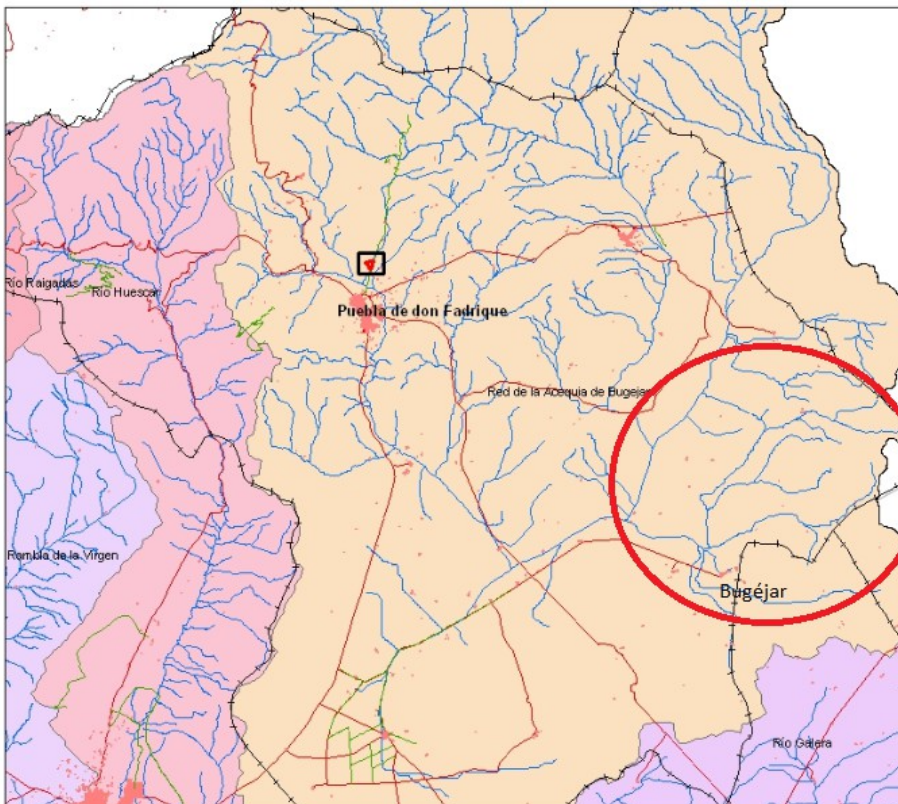
Legend

- vc02_camino
- PROVINCIA_su03_poblamiento
- +— LIMITES MUNIICPALES
- vc01_2_carretera_ruta
- ▭ Ambito_Demarcaciones

PRECIPITACIONES (L/AÑO)

- 400
- 500
- 600
- 700
- 800

PLANO 7.- PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES

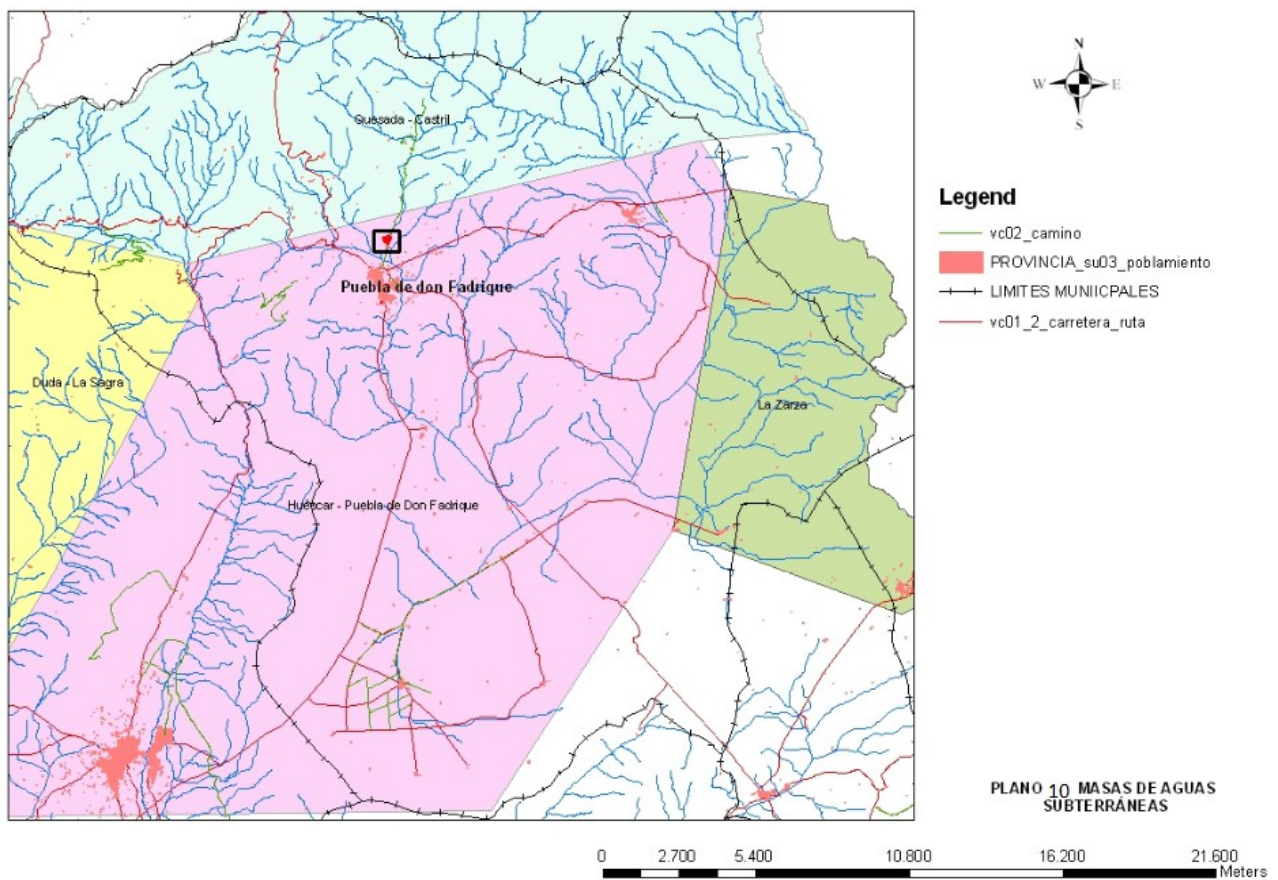
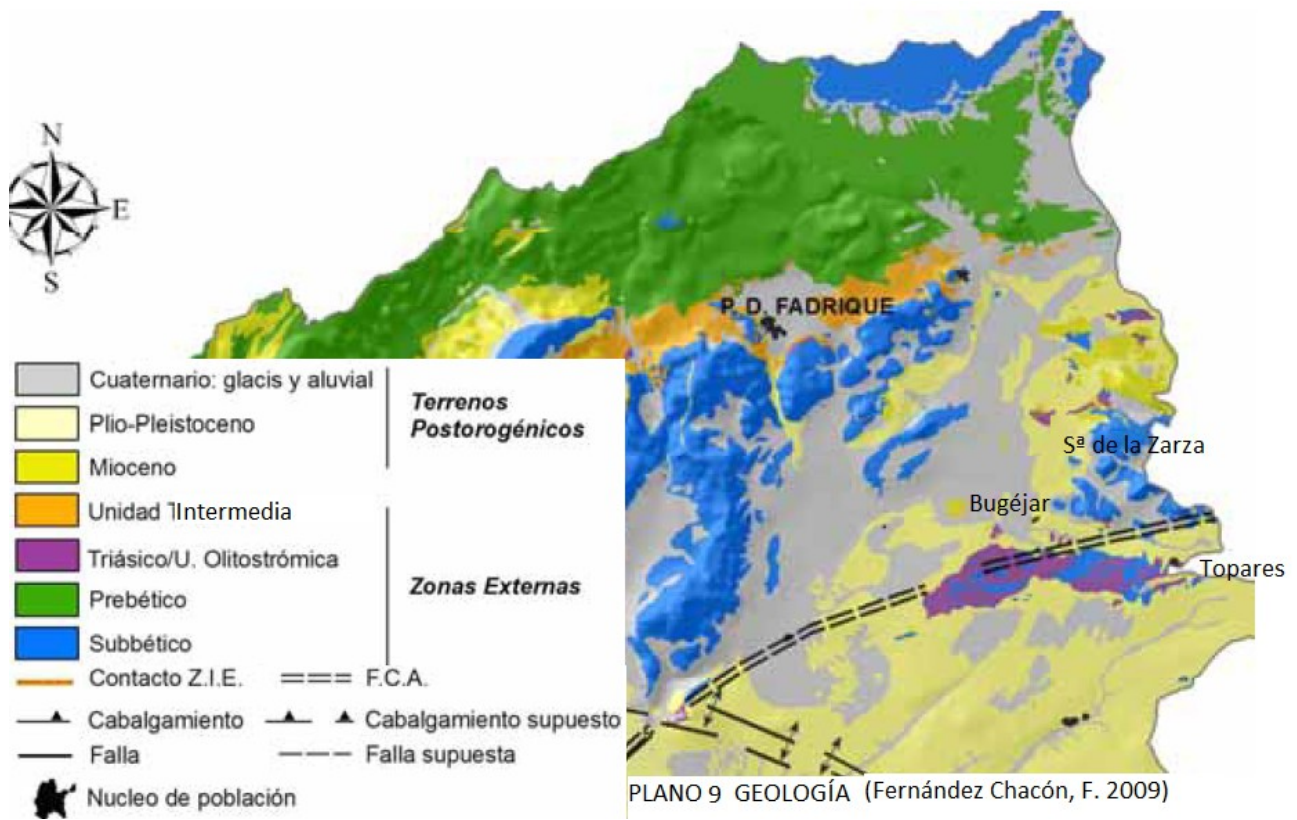


Legend

- vc02_camino
- PROVINCIA_su03_poblamiento
- +— LIMITES MUNIICPALES
- vc01_2_carretera_ruta

PLANO 8 MASAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y RED HIDROGRÁFICA







PLANO 11. Mapa hidrogeológico (Fte.: IGME)

FOTOS



Vista general del Campo de la Puebla, depresión endorreica, con la sierra de La Zarza al fondo (Fot. Alberto Marín, enero de 2020)



Sima de las Grajas, forma kárstica desarrollada a favor de una fractura en dolomias jurásicas (Foto: Alberto Marín, agosto 2019)



Manantial de Bugéjar y detalle de la Fuente Vieja. (Fotos: Alberto Marín, junio 1978)



Manantial de Bugéjar (C. Herrera, septiembre 2000)



Manantial de Bugéjar (C. Herrera, abril 2004)

REFERENCIAS

<https://www.foro-ciudad.com/granada/puebla-de-don-fadrique/habitantes.html#PiramideQuinquenal>

Fernández Palmeiro: <https://centrodearqueologapoblense.blogspot.com/2011/04/pintura-rupestre-de-la-cueva-de-las.html>

<https://josefidelrosillo.blogspot.com/2011/10/un-paseo-por-bugejar-puebla-de-d.html>

José Antonio Díaz: Geología de la provincia de Granada: http://granadanatural.com/blog.php?codigo_blog_articulo=62

Caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales en 2015: Masa de agua subterránea 070.037 Sierra de La Zarza. CHS. 2013.

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Demarcación Hidrográfica 051 GUADALQUIVIR
MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 051.005 LA ZARZA. CHG.

Plan Hidrológico de la Cuenca del Guadalquivir (2016-2021). CHG

Fernández Chacón, F. (2009). Contribución al conocimiento hidrogeológico de Una Depresión Interna en clima mediterráneo semiárido (Cabecera del Guadiana Menor, Cordillera Bética). UGR

Visores de IDE CHG, IDE CHS, IGME, IGN