

INNOVACIONES SOSTENIBLES

# AQUAGRIC

PROYECTO: APROVECHAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES PARA LOS REGADÍOS.



Inmaculada Pérez Massé  
Ricardo Portillo Cebreros  
Pablo José Fernández Valenzuela  
José Manuel Toledo Rojas  
Miguel Ángel Torres Bonilla  
Ana Vogel González  
Paola Sofía Young Hernández

Asignatura: Elaboración de proyectos  
Grado en ciencias ambientales

## Tabla de contenido

<u>1.</u>	<u>MEDIO ABIÓTICO</u>	2
1.1.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	2
1.2.	GEOLOGÍA	2
1.3.	HIDROLOGÍA	3
1.4.	CLIMA	3
<u>2.</u>	<u>MEDIO BIÓTICO</u>	4
2.1.	FLORA	4
2.2.	FAUNA	5
<u>3.</u>	<u>MEDIO PERCEPTUAL</u>	6
3.1.	LOS PAISAJES NATURALES	6
3.2.	LOS PAISAJES AGRARIOS	7
3.3.	LAS INFRAESTRUCTURA Y SU DIMENSIÓN PAISAJÍSTICA	8
3.4.	LOS PAISAJES URBANOS	8
3.5.	LAS VISTAS Y PERSPECTIVAS DE CALIDAD	8
<u>4.</u>	<u>MEDIO SOCIOECONÓMICO</u>	9
4.1.	DEMOGRAFÍA	9
4.2.	EQUIPAMIENTOS	9
4.3.	ECONOMÍA	10
4.4.	ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS	10
<u>5.</u>	<u>ANÁLISIS DAFO</u>	10
5.1.	DESCRIPCIÓN DE LA DAFO	12
<u>6.</u>	<u>PROPIUESTA DE PROYECTO</u>	12

## 1. MEDIO ABIÓTICO.

### 1.1. Situación geográfica.

La Axarquía es una de las comarcas que conforman la provincia de Málaga. Se sitúa en su zona más oriental, limitando hacia el Este con la provincia de Granada, al Oeste con la comarca de Málaga Capital, al Sur con el Mar Mediterráneo y, en la zona Norte, con la comarca malagueña de Nonorma.

La Axarquía destaca por poseer dos zonas claramente diferenciadas: El área de costa que conforma toda la zona más austral de la comarca, y donde se encuentra la mayor densidad de la población.

La zona de interior que conforma el resto de la comarca y donde se encuentran grandes cadenas montañosas con altitudes máximas que superan los 2000 m.s.n.m.

### 1.2. Geología.

La comarca de la Axarquía constituye la parte más meridional del conjunto orográfico de las cordilleras Béticas. Se sitúa sobre el complejo Alpujárride, observándose dos grandes unidades geológicas compuestas: por una parte los terrenos metamórficos de esquistos, pizarras y filitas en la zona litoral, fuertemente encajados como consecuencia de la escorrentía superficial y del carácter impermeable del sustrato rocoso; por otra parte, los terrenos compuestos por arcillas del flysch del Campo de Gibraltar, fácilmente modelables, que han propiciado paisajes suaves, junto a sustratos de naturaleza carbonática, compuestos por calizas y mármoles, que han originado paisajes kársticos por meteorización, favoreciendo las formaciones de acuíferos en la zona media y superior.

La orografía de la comarca se eleva desde el nivel del mar, en el sur, a picos de 2068 metros de altura en el interior. Al Norte y al Este está limitada por las montañas de la Sierra Tejeda y Almijara y los acantilados de Maro - Cerro Gordo, que la separan de la provincia de Granada.

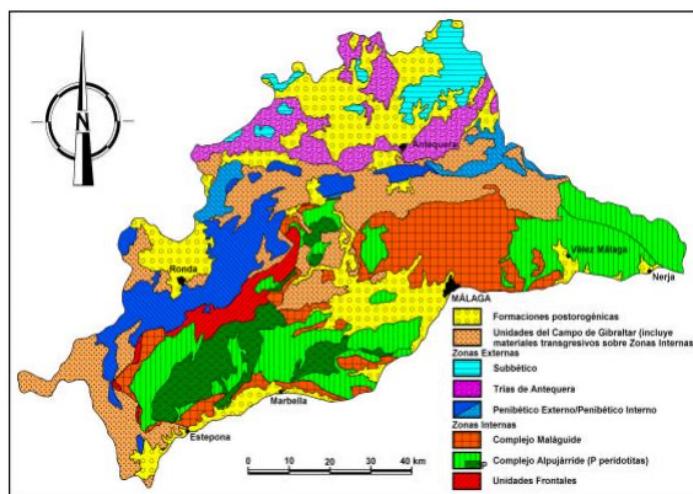


Imagen 1. Mapa geológico de la provincia de Málaga.

Fuente: UMA.

### 1.3. Hidrología.

Los ríos y torrentes tienen dirección Norte-Sur y son de escasa longitud, siendo el río Vélez el más largo con aproximadamente 30 km. Presentan fuertes desniveles y pendientes pronunciadas con gran capacidad erosiva. La comarca se abastece principalmente del embalse de La Viñuela que, con una capacidad de 170 hm<sup>3</sup>, es el mayor de la provincia de Málaga. Recoge las aguas del río Guaro y de sus afluentes – ríos Sábar, Benamargosa y Salia – así como las de los ríos de Alcaucín, Seco, Bermuza, Almanchares, Granados y Rubite.

Se encuentran dos acuíferos en la comarca, Sierra Almijara – Lújar, de naturaleza carbonatada y situado en la parte nororiental y el acuífero detrítico costero río Vélez, en la zona litoral.

### 1.4. Clima.

La Axarquía se encuentra dividida en dos áreas climáticas: la línea de costa y áreas cercanas a ella, las cuales se encuentran bajo un tipo de clima conocido como mediterráneo subtropical; y las zonas de interior de la comarca, que se engloban dentro del clima mediterráneo subcontinental de inviernos fríos, según la clasificación de Papadakis.

El clima mediterráneo subtropical se caracteriza por temperaturas suaves a lo largo del año y ausencia de heladas. En cuanto a las precipitaciones, se recogen en torno a los 500-700 mm al año, concentrándose en los meses de otoño y primavera, y siendo características por la torrencialidad con la que precipitan. Por el contrario, el verano es la estación estival con casi ausencia de lluvias.

El clima mediterráneo subcontinental de inviernos fríos se caracteriza por temperaturas elevadas en los meses de verano y temperaturas frías con heladas en los meses de invierno. En cuanto a las precipitaciones, esta zona de la comarca registra en torno a los 600-1000 mm debido a que es un área montañosa que recoge mayor cantidad de lluvias. La mayor parte de las mismas se producen en otoño y primavera.

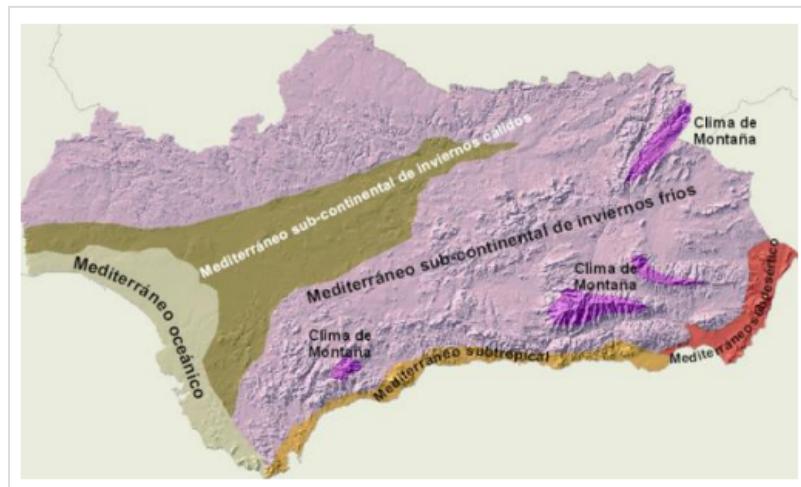


Imagen 2. Mapa de los climas de Andalucía.

Fuente: SIGA.

## 2. MEDIO BIÓTICO.

### 2.1. Flora.

En una comarca tan extensa como es La Axarquía, hay múltiples factores climáticos y físicos que condicionan los ecosistemas que pueden darse, pero el factor más determinante en este caso es la mano del hombre. La Axarquía ha estado poblada por campesinos desde la época medieval hasta hoy, lo que ha causado transformaciones con su actividad. Una de las más dañinas ha sido la roturación de suelos que no son aptos para la agricultura, como las laderas de las montañas. Esto ha provocado una gran deforestación en toda la comarca y, consecuentemente una de las tasas de erosión y desertización más importantes de España.

Dentro de esta variedad que puede existir, los ecosistemas principales que se dan en esta comarca son: pastizales (donde dominan las plantas herbáceas), matorrales (donde dominan las plantas bajas de tipo arbustivo) y bosques (donde dominan las plantas altas de tipo arbóreo).

Las áreas de mayor diversidad tanto vegetal como animal se encuentran en espacios protegidos de las Sierra de Almijara y Tejeda. Ahí se da la de vegetación arbórea natural de la comarca, donde destaca el encinar termófilo como patrón general (adaptado a la aridez estival y a temperaturas e insolación altas); en zonas más frescas y a mayor altitud, se combina con quejigos; y en zonas más húmedas, con el alcornoque.

Entre esos ecosistemas forestales de encinas, también se encuentran los pinares. Sin embargo, a excepción de los pinos carrascos de la parte baja de la Sierra de Almijara, que son autóctonos, los pinares de estas sierras son producto de sucesivas etapas de repoblación.

Aún así, la mayor parte del dominio terrestre de la comarca está ocupado por parcelas destinadas a cultivos, donde pueden destacarse dos modalidades: de secano y de regadío. Los agrosistemas de secano son los de mayor biodiversidad (olivares, almendrales y viñedos). En estos cultivos se dan muchas especies silvestres de gran valor natural, como plantas adventicias, insectos, vertebrados, etc. Sin embargo, pese a que no presentan tanta biodiversidad como dichos cultivos de secano, los que más se han extendido en la zona son los de regadío de frutas subtropicales como el mango y el aguacate.



Imagen 3: cultivo de mangos y aguacates en la Axarquía.

Fuentes: El País y la Alacena de Málaga.

Respecto al dominio marino, las especies vegetales a destacar son las extensas praderas de fanerógamas marinas que se encuentran en la zona de Maro-Cerro Gordo.

Es de importancia mencionar que la comarca cuenta con numerosas especies vegetales amenazadas (tanto vulnerables como en peligro de extinción) catalogadas por el Libro Rojo de Andalucía, como *Limonium malacitanum*, *Buxus aleárica*, *Rosmarinus tomentosus*, *Taxus baccata*.



Imagen 4: Especies presentes en la Axarquía.  
Fuente: floraandalucia.es

## 2.2. Fauna.

Al igual que sucede con la flora, la zona de mayor biodiversidad se encuentra protegida en el Parque Natural de Tejeda y Almijara. En estas sierras existe una gran diversidad de especies de invertebrados, especialmente de insectos (destacando mariposas y escarabajos) aunque se desconoce el 90% de su riqueza potencial.

Más conocida es la fauna de vertebrados, una de las más ricas del entorno, revelando un estado aceptable de sus hábitats. Uno de los inventarios realizados en esta comarca muestra que entre los peces se encuentran catalogadas 5 especies, donde destacan el barbo, la trucha y la anguila. Entre los Anfibios se han inventariado 11 especies, una de las cuales es un sapo partero endémico encontrado en la S<sup>a</sup> Tejeda.

Los reptiles están representados por 22 especies, algunas de las cuales presentan razas geográficas exclusivas de estas tierras. El grupo más numeroso corresponde a las aves, de las que se han catalogado cerca de 272 especies, y de las cuales 125 son sedentarias y nidificantes en estas sierras, y entre las que destacan las muy conocidas águilas reales y águilas imperiales. Los mamíferos están representados con unas 52 especies, donde destacan los quirópteros (muchos de ellos protegidos por la ley) y la emblemática cabra montés, la cual sirvió a estas sierras para darle el rango de protección de Reserva Nacional de Caza.

Por lo general los vertebrados se distribuyen principalmente en las zonas de mayor latitud, disminuyendo su presencia a medida que nos acercamos al litoral, todo esto debido a la litoralización que ha provocado la condensación de la industria turística e inmobiliaria de la comarca.

Cabe destacar que entre los vertebrados, 59 especies están catalogadas en el Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía (Junta de Andalucía, 2001) y en su mayoría logran reproducirse en la Axarquía, de ahí su interés ecológico.



Imagen 5. Algunas de las especies presentes en la Axarquía.

Fuente: National Geographic.

### 3. MEDIO PERCEPTUAL.

La comarca de La Axarquía se divide en dos partes, montaña y litoral, dando lugar a una gran variedad paisajística. A seguir se explicará cada una de las mismas:

#### 3.1. Los paisajes naturales.

Destacamos en primer lugar los paisajes abruptos de montaña, donde predomina como elemento paisajístico el relieve. En el límite septentrional con Granada las montañas son más jóvenes, por ende, presentan una mayor altitud. Por otro lado, en la zona de Colmenar-Periana son más suaves, dando lugar a colinas y/o llanuras, ya que son montes más antiguos.

Además, en dicha comarca resaltan también peñas y peñones, dando una visión de meseta (peñas), y la formación de tajos (peñones). Es necesario resaltar que, las sierras se extienden por el Norte y por el Este cerrando la comarca, compuesta por la vertiente que mira a la Axarquía, por abruptos roquedales de gran importancia paisajística, que componen el entorno en el que se localizan sus elementos más destacados. Por otro lado, los picos son ejemplares representativos del panorama, acentuados, respectivamente, por su singular morfología y por su volumen y altura. Por último cabe destacar que, el conjunto de relieve y agua originan un tipo de paisaje de gran importancia, el paisaje fluvial de montaña, debido a que el agua comparte protagonismo con las estructuras excavadas en la roca y la vegetación de ribera.

Con respecto a los paisajes naturales litorales, presentan amplia variedad de tipologías y formas que brindan un preciado valor paisajístico, transformándolo en un recurso de primer orden. Éstas contienen agrestes acantilados y calas, playas abiertas con pequeñas formas dunares.

La urbanización del litoral ha modificado considerablemente el aspecto del paisaje costero en muchas zonas. No obstante, no se ha perdido el potencial paisajístico de las playas, pudiendo suponer recursos panorámicos entre lo natural y lo construido.



Imagen 6. La Axarquía Costa del Sol.  
Fuente: Andalucía Simple.

### 3.2. Los paisajes agrarios.

Como ya se ha mencionado, la vegetación agrícola ocupa la mayor parte del terreno de La Axarquía, por lo que ha generado una gran importancia sobre el paisaje axárquico. La estructura del dominio, dividida en pequeñas explotaciones, incluye la variedad de usos y la compartimentalización del paisaje.

En los fondos de valle o en laderas abancañadas, incluyendo pequeñas infraestructuras hidráulicas, destacan los cultivos tradicionales siendo éstas las hortícolas, acompañadas de algunos frutales. En las llanuras litorales se incluía la caña de azúcar como un cultivo de gran particularidad paisajística, sin embargo, su ausencia ha dado lugar a una pérdida patrimonial.

Las formas más características de cultivo son de naturaleza arbórea y arbustiva, que se disponen asiduamente sobre terrenos suaves, abancañados contenidos por baletas de piedra. En los secanos septentrionales se turnan cultivos de cereales con los arbóreos y se sitúan sobre un relieve alomado.

A pesar de que en la actualidad se hayan modificado dichos espacios agrícolas, cuentan con un gran valor paisajístico, además de recursos muy eficaces, aunque en muchos casos no se encuentren puestos en valor. La trascendencia de estos paisajes mediterráneos es principalmente reconocida por los turistas que eligen esta comarca como lugar de visita e inclusive de residencia.



Imagen 7. Paisaje agrario del interior de la comarca de la Axarquía.  
Fuente: Tropical Millenium.

### 3.3. Las infraestructura y su dimensión paisajística.

Otro de los aspectos con una fuerte incidencia paisajística son el trazado de las vías de comunicación y las infraestructuras hidráulicas y energéticas, principalmente las elaboradas en las últimas décadas. Infraestructuras como las carreteras también contienen un valor paisajístico debido al diseño que contiene, ya que se adapta a las curvas de nivel reduciendo estructuras de gran impacto, originando un paisaje de calidad.

La Axarquía también presenta senderos que dan riqueza paisajística atrayendo así a turistas. Desde otro punto de vista, los trazados ferroviarios actualmente inaccesibles constituyen un aprovechamiento paisajístico por su singularidad tipológica y emplazamiento.

Cabe mencionar que, las instalaciones agrarias y agroindustriales conforman conjuntamente el componente más artificial de los paisajes agrarios, donde destacan los paseros y antiguas fábricas.

### 3.4. Los paisajes urbanos.

Muchos de los núcleos de población se localizan en enclaves con desniveles que hacen que su forma se enriquezca y sea compleja, a la vez que permite que funcionen como valiosos generadores de vistas, debido al relieve abrupto en la mayoría del territorio.



Imagen 8. Parte del núcleo urbano de la Axarquía.

Fuente: Andalucía simple

### 3.5. Las vistas y perspectivas de calidad.

La disposición territorial de la comarca, con altitudes de montañas que descienden hacia el sur, dando paso por los valles y llanuras litorales hacia el mar, generan amplias e intensas vistas con contenidos de calidad. Se puede señalar que, lo más destacable de la zona y que marca la percepción del territorio son las siluetas abruptas, las texturas rocosas y/o forestales y la eventual aparición de nieve.

Dentro de dicho conjunto, uno de los principales protagonistas de las vistas es el mar, suponiendo la esencia escénica del panorama dirigidas al sur. Otra de las vistas relevantes son los núcleos de población, ya que conservan los elementos tipológicos históricos, entre los que acentúa el color blanco de sus paredes. Con respecto a las panorámicas, los miradores son elementos claves e importantes del paisaje. Los focos emisores de la comarca los hay de tres naturalezas: rurales, urbanos y litorales.

## 4. MEDIO SOCIOECONÓMICO.

### 4.1. Demografía.

La Axarquía es una comarca de la provincia de Málaga, compuesta por un total de treinta y un municipios, con una extensión total de 1017,5 kilómetros cuadrados. La población total para esta comarca es de aproximadamente de 217 800 habitantes en el año 2019, pudiendo estar ahora cerca de los 220 000. La población de la comarca ha ido en aumento, tanto es así que casi se ha duplicado en los últimos 40 años.

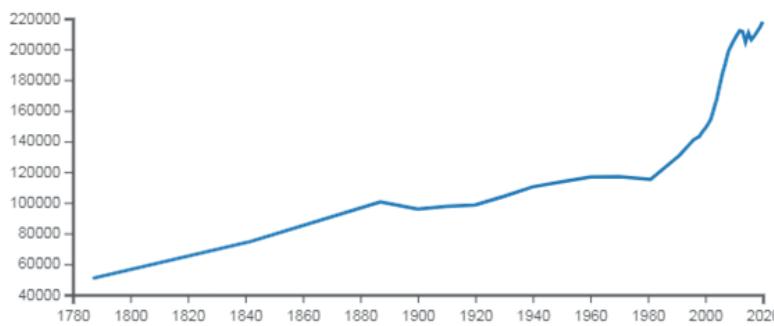


Imagen 9. Evolución de la población en la comarca en los últimos años.

Fuente: Wikipedia.

### 4.2. Equipamientos.

Con respecto a los municipios, existe un dualismo en lo que respecta a su organización y ubicación: los pueblos que se encuentran en la costa y aquellos de ámbito rural-montañoso. En el primer modelo, se encuentran municipios como Vélez Málaga, Rincón de la Victoria y Nerja, entre otros; son municipios con mayor extensión y por ende mayor densidad de población que implica una gran formación de núcleos urbanos, acercándose casi a parecerse más a ciudades que a pueblos, por la presencia de edificios, grandes superficies comerciales e incluso polígonos.

Por otro lado, se encuentran los municipios de estilo rural que cuentan con una población menor, menores superficies comerciales o tiendas, con casas que suelen ser de mayor tamaño y cuenta con el equipamiento imprescindible para su subsistencia, como puede ser una única escuela o un centro de salud, aunque este último puede no estar presente.

Los equipamientos y servicios de los municipios variarán dependiendo del número de habitantes censados, ya de ello dependerá la capacidad presupuestaria que tenga el municipio en concreto, por ello, se puede contemplar que en unos municipios existen varios equipamientos iguales, pero en distintas ubicaciones, como centros de salud, parques infantiles y/o zona de restauración/hoteles; esto ocurre en los municipios más cercanos a la costa. En contraposición se encontraría los municipios del interior que contarían con un único equipamiento. La cobertura para las líneas telefónicas y la cobertura wifi es bastante mejor en los pueblos costeros en comparación con los otros municipios.

La Axarquía está comunicada mediante carreteras como la A-340, la cual discurre por el litoral, comunicando todos los núcleos costeros, la autovía A-7, la A-356, la A-7000 y la A-402. No presenta puertos comerciales ni aeropuertos.

#### 4.3. Economía.

La economía es bastante similar en toda la comarca, principalmente se basa en el sector primario, es decir, en la agricultura y en la ganadería; aunque también cabe destacar otra importante actividad a considerar, la del turismo. La importancia recae en el ya mencionado cultivo de tropicales, como son el aguacate y el mango, aunque el cultivo tradicional de uvas pasas, miel de Frigiliana y vino dulce de la Axarquía son también una fuente de ingresos tanto a nivel nacional como internacional. El turismo es un inyector de ingresos sobre todo para municipios como Nerja y Frigiliana son importantes debido a la gran calidad paisajística que tienen.

#### 4.4. Espacios Naturales Protegidos.

En la comarca de La Axarquía se pueden encontrar principalmente dos espacios protegidos: el primero, las Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama, protegidas con la figura de Parque Natural donde se encuentra La Maroma, siendo el pico más alto de la provincia de Málaga con 2069 metros sobre el nivel del mar; otro punto de interés son los Acantilados de Maro-Cerro Gordo, limitando con la provincia de Granada. La Axarquía cuenta con una gran cantidad de vías pecuarias.

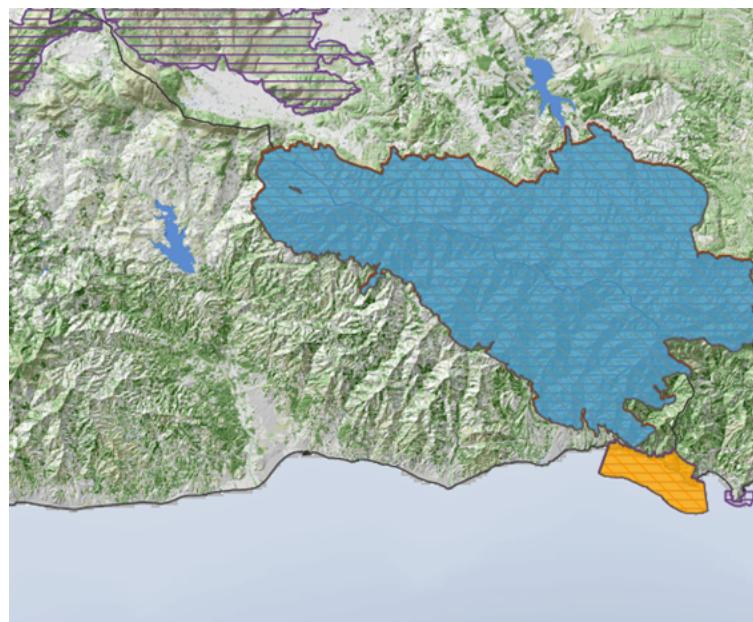


Imagen 10. Información gráfica de los Espacios Naturales Protegidos de la comarca de La Axarquía.

Fuente: Visor “Ventana del visitante” de la Junta de Andalucía.

### 5. ANÁLISIS DAFO.

El análisis DAFO es una herramienta que sirve como punto de partida para planear ideas estratégicas basándose en las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del proyecto que se lleven a cabo, para hacer frente, en un futuro a corto, medio y/o largo plazo.

Consiste además de, hacer un análisis interno y externo del ámbito en el que se desarrolla el proyecto, en este caso el municipio de la Axarquía, para mejorar su rentabilidad, funcionamiento y posicionamiento de la misma.

# DAFO AXARQUÍA

## DEBILIDADES

- Escasa inversión y promoción turística de la zona.
- Escasa promoción de los productos locales mediante el uso de tecnologías
- Escasa presencia de iniciativas de agroturismo.
- Poco conocimiento y concienciación sobre el uso eficiente de sus recursos
- Falta de relevo generacional, especialmente en el sector primario.
- Gran concentración de alojamientos en la zona costera en comparación con la zona de interior.
- Escasa calidad en la prestación de servicios a los ciudadanos (transporte, infraestructuras)
- Falta de recursos hídricos.

## AMENAZAS

- Pérdida de población en las zonas de interior.
- Desigualdad en la inversión de la costa y del interior.
- Dependencia para agricultura y turismo de un factor escaso como es el agua.
- Creciente erosión del suelo y consecuente desertización.
- Malestar social por la posible falta de agua para riego.
- Aumento de la población.
- Incremento de la dependencia y extensión de los cultivos tropicales y de invernadero.



## FORTALEZAS

- Mayor calidad de vida en el mundo rural.
- Riqueza gastronómica y gran variedad de productos.
- Diversidad de paisajes tanto naturales (montaña, costas) como antropizados (zonas urbanas, cultivos...).
- Bonanza climática a lo largo del año para el sector turístico
- Producción alimentaria exclusiva de la zona
- Situación geográfica.
- Prestigio internacional de la comarca y sus productos.
- Riqueza de patrimonio cultural.

## OPORTUNIDADES

- Agenda 2030 para el desarrollo sostenible
- Incremento de la demanda de productos ecológicos.
- Posibilidad de explotar energías renovables (solar, biomasa)
- Auge del ecoturismo
- Posible diseño de nuevas actuaciones comerciales.
- Diversificación de la economía
- Embalse de la Viñuela como reclamo turístico (turismo deportivo y ambiental)
- Investigación e implantación de nuevas tecnologías aplicadas a la agricultura y agroindustria.
- Aprovechamiento de agua depurada para riego.

### 5.1. Descripción de la DAFO.

Como se aprecia en la DAFO, se observa en la comarca una clara dependencia del agua, siendo este a su vez uno de los recursos más limitados. Esto es debido a su ubicación geográfica, pues el territorio no recibe las precipitaciones que serían necesarias para abastecer sus necesidades agrícolas y de consumo.

El aumento de los cultivos tropicales en la zona y el incremento de la población en el sector costero producirán en un corto-medio plazo una gran problemática relacionada con la escasez de recursos hídricos y su deterioro (salinización de los acuíferos por intrusiones marinas, contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas...) por lo que se hace patente la necesidad de obtener agua a partir de fuentes no convencionales.

## 6. PROPUESTA DE PROYECTO.

Este proyecto piloto consistirá en la construcción, puesta en marcha y mantenimiento de una planta depuradora (EDAR) en la comarca de la Axarquía, debido a la falta de aprovechamiento del agua y la necesidad de un uso más eficiente para su uso en el regadío.

Dicha depuradora contará con hasta un tratamiento secundario, para poder ser desviada a los cultivos tropicales de la zona. Además, se implementarán técnicas de obtención de energía a partir de métodos renovables como puede ser mediante el salto de agua o la instalación de paneles solares en la planta, para posteriormente ser utilizada en las bombas.

Como método de obtención de beneficios, se intentarán buscar nuevas y avanzadas técnicas para el regadío, las cuales tendrán que ser fomentadas por técnicos especializados, además de la extrapolación de esta planta a otros municipios que puedan tener características y problemas similares. Otra manera de obtener beneficios será la venta de residuos (lodos) generados por la depuración, que podrán ser utilizados como abono en los cultivos.