

Ciclo de Planificación Hidrológica 2015/2021

PLAN HIDROLÓGICO

Demarcación Hidrográfica de las
Cuencas Mediterráneas Andaluzas



APÉNDICE XI.4

ESTUDIO PILOTO PARA LA ORDENACIÓN
HIDROLÓGICA EN LOS VALLES DE LOS RÍOS
GRANDE DE BÉRCHULES Y MECINA



ESTUDIO PILOTO PARA LA ORDENACIÓN HIDROLÓGICA EN LOS VALLES DE LOS RÍOS GRANDE DE BÉRCHULES Y MECINA

RESUMEN EJECUTIVO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
4. METODOLOGÍA.....	3
4.1 LA COMPONENTE CIENTÍFICA.....	3
4.1.1 CONOCIMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	4
4.1.2 INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA.....	8
4.1.3 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DE LA VEGETACIÓN.....	10
4.2 LA COMPONENTE LOCAL DE GESTIÓN Y MANEJO DEL AGUA.....	10
4.2.1 ENTREVISTAS CON LAS COMUNIDADES DE REGANTES.....	10
4.3 LA COMPONENTE SOCIAL.....	11
4.4 INGENIERÍA.....	16
5. RESULTADOS ALCANZADOS HASTA LA FECHA.....	17
5.1 HIDROGEOLOGÍA Y COBERTURA VEGETAL.....	17
5.2 POBLACIÓN Y ASPECTO SOCIAL.....	18
6. CONCLUSIONES Y SIGUIENTES FASES.....	23

RESUMEN EJECUTIVO

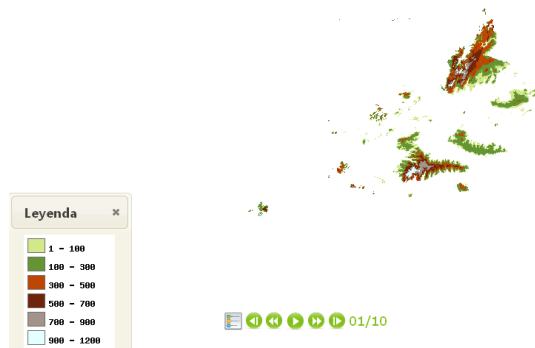
1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto surge ante la necesidad de dar una respuesta lo más completa posible a la actual preocupación ligada a la gestión del recurso agua detectada en las cuencas de los ríos Grande de Bérchules y Mecina.

La vertiente meridional de Sierra Nevada se caracteriza por un régimen pluvionival variable interanualmente, un marcado carácter agrícola en las zonas de suelos más fértiles con cultivos de regadío durante el periodo estival, un incomparable valor etnográfico en el que destaca la red de acequias como un elemento clave en la ecuación de la hidrogeología de las cuencas, las necesidades de la población local, la abrupta orografía, su singularidad ecológica y su dependencia del recurso hídrico. La previsión de los escenarios de cambio climático augura una reducción en las precipitaciones tanto en forma de lluvia como de nieve y un aumento de la temperatura. Todo ello hace que se configure un escenario en el que se dan los componentes para que el agua ocupe una posición estratégica. Fruto de todo ello surge este proyecto piloto, como un reto en la búsqueda de una solución eficaz y duradera que conciencie a las Administraciones y a la población local, reconozca la estratégica intervención de los diferentes actores vinculados en la gestión del agua y satisfaga de forma comprometida las demandas de cada sector. Este proyecto ha de sustentarse en una potente base científica y que cuente además con la clave componente social de la zona del estudio.

WMS Escenarios locales de cambio climático (4º Informe IPCC). Precipitación de nieve anual. Modelo EGMAM

Datos observados. Periodo 1961-2000 [mm]



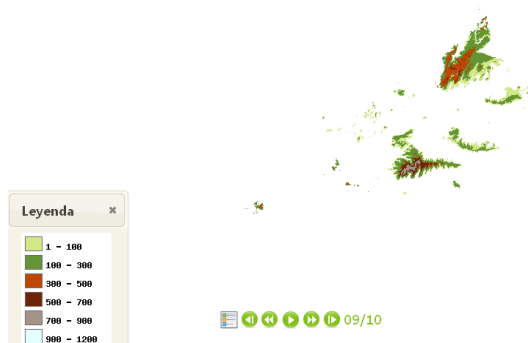
WMS Escenarios locales de cambio climático (4º Informe IPCC). Precipitación de nieve anual. Modelo EGMAM

Escenario a1b. Periodo 2011-2040 [mm]



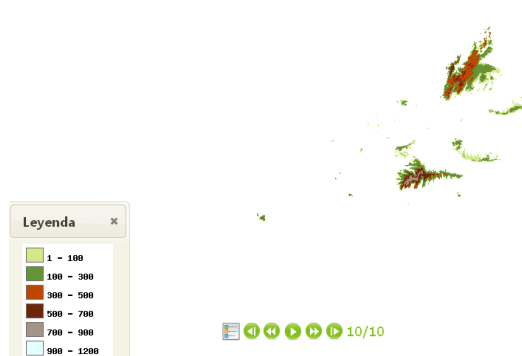
WMS Escenarios locales de cambio climático (4º Informe IPCC). Precipitación de nieve anual. Modelo EGMAM

Escenario b1. Periodo 2041-2070 [mm]



WMS Escenarios locales de cambio climático (4º Informe IPCC). Precipitación de nieve anual. Modelo EGMAM

Escenario b1. Periodo 2071-2099 [mm]



2. ANTECEDENTES

En los últimos años en la zona de alta montaña de Sierra Nevada, y en concreto en las cuencas del río Grande de Bérchules y Mecina, ha crecido la implantación de sistemas de cultivo intensivo de hortalizas, en especial de tomate cherry y de judía verde. El cambio en las técnicas de riego, ha pasado del riego a manta al riego localizado o por goteo. Los cultivos de periodo estival llevan consigo el consecuente aumento de consumo de agua concentrado en los meses de verano. En este sentido, ha aumentado el número de manantiales captados, los tendidos de gomas, y la alarmante construcción de balsas. Asimismo, muchas zonas de descargas asociadas a las acequias de careo han desaparecido por lo que se ha modificado el régimen de funcionamiento de los ríos, así como el tipo y el porcentaje de cobertura vegetal en las laderas, etc.

Al mismo tiempo, observando el comportamiento de los ríos y los deshielos, se intuye que la componente subterránea, poco conocida y poco descrita en la zona del estudio, desempeña un papel importante y está muy relacionada con las técnicas tradicionales. Sin embargo no se conoce en términos cuantitativos ni de causa-efecto o acción-reacción, las consecuencias de realizar o no realizar determinadas prácticas, como los careos en los tiempos de respuesta aguas abajo.

Se plantea, por tanto, la necesidad de disponer de una evaluación integral de los recursos hídricos de las cuencas de los ríos Grande de Bérchules y Mecina.

En el caso de la cuenca del río Grande de Bérchules, se cuenta con una estación de aforo en su salida, con registros continuos de los caudales. En el caso del río Mecina no se cuenta con esta infraestructura de registro de caudales.



Estación de aforo de Narila en el río Grande de Bérchules

Por todo ello, la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico encomienda a la Agencia de Medio Ambiente y Agua, la realización del servicio de “Investigación hidrogeológica de acuíferos de alta montaña sometidos a explotación intensiva del agua subterránea. Cabecera de los ríos Grande de Bérchules y Mecina (Granada)”.

La zona del estudio, está conformada por las cuencas de los ríos Grande de Bérchules y Mecina, que están en la vertiente sur de Sierra Nevada, en la provincia de Granada, formando parte de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas.

Ámbito del estudio:

Demarcación Hidrográfica: **Cuencas Mediterráneas Andaluzas**

Cuencas de los ríos: **Grande de Bérchules y Mecina**

Términos municipales: **Bérchules y Alpujarra de la Sierra**

Núcleos urbanos: **Bérchules, Mecina Bombarón y Yegen.**

Comunidades de Regantes: **Bérchules, San Isidro y Yegen**

Por tanto, con superficie dentro del **Espacio Natural Sierra Nevada** (Parque Natural y Parque Nacional)

3. OBJETIVOS

El presente proyecto tiene el objetivo principal de alcanzar un conocimiento lo más completo posible del comportamiento hidrogeológico de la zona del estudio, así como de los usos y manejo del recurso hídrico para satisfacer todas las demandas.

Con este conocimiento de las demandas de usos, técnicas y costumbres de manejo del agua, y de las características propias del complejo sistema hidrogeológico se elaborará un Plan de Gestión cuyos principios serán los de garantizar en el tiempo un uso sostenible del agua que permita conservar las señas del ecosistema antropizado de la cuenca, manteniendo un uso racional de la actividad agropecuaria y el abastecimiento a las poblaciones.

Teniendo en cuenta que la cuenca del río Grande de Bérchules cuenta con la estación de aforo, y que ello permite la validación de los modelos con los comportamientos reales registrados se opta por comenzar con el estudio piloto en esta zona, para posteriormente extrapolarlo a la cuenca del río Mecina.

Al tratarse de un estudio piloto, se pretende que la metodología diseñada pueda ser aplicada en otras cuencas de similares características.

4. METODOLOGÍA

Para alcanzar el mayor nivel de conocimiento posible de la hidrogeología de la zona de estudio, se ha planteado un esquema metodológico en el que se reparte el peso específico de las distintas líneas de trabajo que confluirán en el Plan de Gestión: conocimiento científico, gestión y manejo del agua, y componente social.

4.1 LA COMPONENTE CIENTÍFICA

Así, por lo que concierne a los contenidos de índole científica se ha configurado la siguiente estructura de trabajo:

4.1.1 CONOCIMIENTO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para la elaboración de la foto fija del momento del proyecto, se ha realizado la digitalización de todas las balsas e infraestructuras de almacenamiento de agua, así como de las superficies de riego, apoyando con trabajos de campo para la caracterización de las balsas y reconocimiento de la red de acequias.

4.1.1.1 Caracterización de balsas

Se han realizado los trabajos de caracterización de balsas a partir del inventario de balsas realizado por el Espacio Natural Sierra Nevada, en el que se contabilizaron 362 balsas. Estos trabajos consistieron en:

- Identificación de balsas que conforme a la normativa vigente han de solicitar clasificación.
- Visita de campo para medir la altura desde la base del talud exterior hasta la coronación e identificación de infraestructuras aguas abajo, toma de fotografías y coordenadas.
- Cumplimentación de fichas con toda la información.

La normativa de aplicación es el Reglamento de DPH (Real decreto 849/86, de 11 de abril), que indica que han de solicitar clasificación y registro aquéllas de altura mayor de 5 m o cuyo volumen sea mayor de 100.000 m³ (art.367.1), y que tendrán consideración de gran presa (art.358.a) aquéllas con altura mayor de 15 m, ó altura entre 10 y 15 m y volumen mayor a 1 Hm³. El resto serán pequeñas presas.

Entre todas, se han identificado 21 balsas que tienen más de 5 m de altura.

4.1.1.2 Inventario de balsas

Apoyado por trabajos de campo y utilizando con base la Ortofotografía actual del PNOA e imágenes del satélite SPOT del verano de 2013 (resolución 10 m x 10 m) se han digitalizado todas las balsas e infraestructuras de almacenamiento de agua que se han identificado.

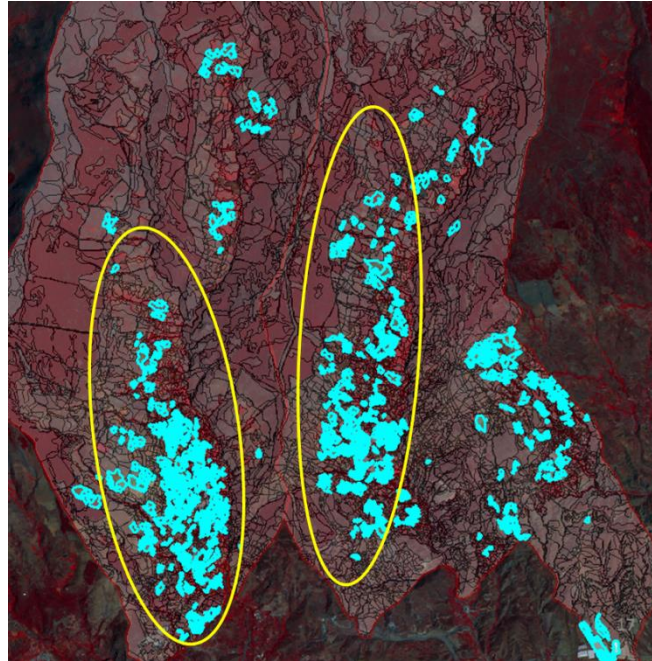
En ambas cuencas de la zona del proyecto se alcanza el número de 593.

4.1.1.3 Revisión de los expedientes de aprovechamiento de agua

Se ha llevado a cabo la puesta al día y revisión de todos los expedientes de concesiones y aprovechamiento de aguas en la zona del proyecto y su actualización en el tramitador AGUACERO.

4.1.1.4 Superficies de riego

Igualmente se han estudiado las superficies de riego partiendo de imágenes satélite SPOT (resolución 10 m x 10 m) de los veranos de 2013 (24/julio/13) y 2012 (10/julio/12), Índice de vegetación normalizado NDVI, Fotografías aéreas de verano de 2013 (junio) y de 2010-2011, y apoyándose en la capa de polígonos de SIGPAC y de SIOSE (Sistema de información sobre Ocupación del Suelo de España).

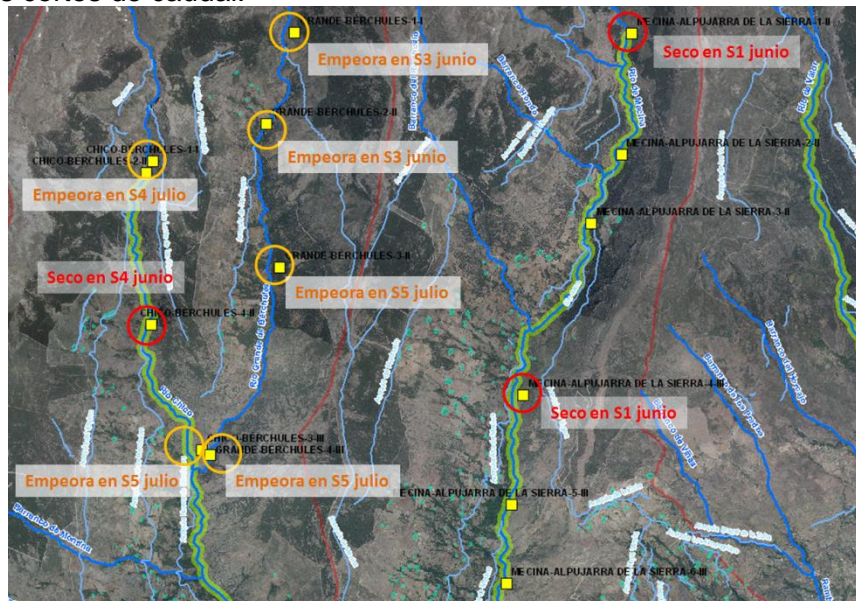


Digitalización de superficies de riego sobre imagen SPOT (verano 2013)

Se observa que las laderas de las márgenes derechas de ambos ríos son las que presentan mayor superficie de cultivo en regadío.

4.1.1.5 Procesado de la campaña estival de control de caudales del Espacio Natural Sierra Nevada

Se van volcado los datos de todas las visitas de control que han realizado los Agentes del Espacio Natural en la zona del estudio. Se han geolocalizado y comprobado los posibles orígenes de los cortes de caudal.



Localización de puntos de control de caudal estival

En apoyo a futuras campañas se ha decidido dotar de escalas limnimétricas los puntos de control periódico en los circuitos de control que realizan los agentes del Espacio Natural.

4.1.1.6 Red de control de caudales

Para apoyar los trabajos de investigación hidrogeológica se ha diseñado una red de control foronómico para registro de niveles y su transformación en caudales.



Registrador de nivel de tipo capacitivo

Los dispositivos adquiridos son registradores de nivel capacitivos de la casa ODYSSEY DATAFLOR SYSTEMS. La selección de los lugares se ha realizado buscando puntos estratégicos que cumplan las condiciones de medición y que permitan el seguimiento de las maniobras. Para su instalación se ha minimizado el impacto en la zona.



Registrador de nivel capacitivo instalado en cauce natural con escala limnimétrica

De este modo se alcanzará el conocimiento del reparto de caudales por la zona de estudio, según las maniobras de manejo en las acequias y de las entradas al sistema (precipitación y deshielo).



Registrador de nivel capacitivo instalado en acequia

Con los registros continuos se alimentarán los modelos y permitirán tener un conocimiento muy interesante para seleccionar estrategias de gestión en los años venideros.

4.1.1.7 Puntos de control de humedad del suelo y radiación

De la casa ODYSSEY DATAFLOR SYSTEMS se han adquirido también otros dos tipos de dispositivos para completar los datos de campo.

Por un lado sensores – registradores de humedad del suelo para obtener datos continuos del comportamiento de los niveles edáficos y su respuesta tras episodios de lluvias. Estos sensores se instalarán en dos tipos de cobertura de suelo, preferentemente en la zona de pinar de repoblación y en parcelas de pastizal.



Sensor– registrador multiperfil de humedad del suelo

Y por otro lado, se han adquirido sensores de radiación fotosintética actica (PAR por sus siglas en inglés) para correlacionar la actividad de la vegetación, con la radiación y con el consumo de agua.



Sensores registradores de radiación fotosintética activa

4.1.2 INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA

Para la investigación hidrogeológica la Agencia de Medio Ambiente y Agua de la Junta de Andalucía, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha formalizado el contrato “Servicio de Investigación hidrogeológica de acuíferos de alta montaña sometidos a explotación intensiva del agua subterránea. Cabeceras de los ríos Grande Bérchules y Mecina (Granada)” con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Organismo Público de Investigación, del Ministerio de Economía y Competitividad.

4.1.2.1 Fase 1: Estudio Preliminar

En una primera fase, se han aplicado dos códigos agregados de simulación del caudal en ambas cuencas, lo que ha permitido realizar un balance hídrico preliminar, partiendo de la recopilación de toda la información hidrometeorológica disponible, entre la que destacan los datos precipitación y temperatura de las estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología y de la Red de Estaciones Agroclimáticas de la Junta de Andalucía.

Esta información ha sido volcada en un código específico para el tratamiento y completado de datos meteorológicos. Al mismo tiempo, se ha realizado, en soporte GIS, un tratamiento de la información del Modelo Digital de Elevaciones con objeto de delimitar cuencas vertientes, longitud de cauces superficiales, y pendientes. Esta información junto con las capas de información de usos del suelo y de geología ha permitido discretizar las cuencas en diferentes dominios “homogéneos”, que serán considerados en la modelización hidrológica.

En la elaboración del informe preliminar se han aplicado dos modelos de precipitación - escorrentía agregados. En primer lugar, el modelo de Témez, que ha sido modificado para tener en cuenta el efecto de precipitación en forma de nieve y su posterior derretimiento. En segundo lugar, se ha aplicado el código HBV, que consiste en un modelo agregado - semidistribuido de uso muy extendido en cuencas hidrológicas donde se produce un aporte importante de la precipitación en forma de nieve.

Ambos códigos permiten la descomposición del hidrograma de la cuenca en las componentes nival, de escorrentía superficial y de escorrentía subterránea. Se entiende que los resultados de la aplicación de estos modelos y su posterior comparación con las detracciones realizadas para el riego y los abastecimientos, permiten hacer un primer balance de la cuenca que deberá ser mejorado en posteriores fases del Proyecto.

La no disponibilidad de datos de aforo en la cuenca del río Mecina ha impedido realizar una calibración de las aportaciones en la misma, por lo que los resultados de los parámetros de calibración conseguidos en la cuenca de cabecera del río Grande de Bérchules han sido extrapolados, con las convenientes modificaciones, a la cuenca vecina.

Se ha trabajado con 570.530 datos diarios brutos de precipitación y temperatura correspondientes a 19 estaciones meteorológicas. El tratamiento de estos datos ha permitido el completado de las series, el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) y la evaluación de la lluvia útil y de la evapotranspiración real (ETR) con diferentes valores de reserva útil de agua en el suelo. Asimismo, se han podido determinar los gradientes altitudinales de precipitación, temperatura y ETP; coeficientes que son necesarios para la consideración de la dinámica nival. La precipitación media anual del periodo comprendido entre enero de 1970 y diciembre de 2013, en las cuencas de los ríos Bérchules y Mecina es de 810 y 761 mm/año, respectivamente. La temperatura y la evapotranspiración potencial medias son de 13 °C y 1040 mm/año, respectivamente. Por otro lado, los valores de escorrentía total o lluvia útil que resultan en la cuenca del río Bérchules al considerar reservas útiles de agua en el suelo comprendidas entre 50 y 300 mm, son de 377 y 148 mm/año (25 y 10 hm³/año), respectivamente afloran en la cuenca, y advierte de la necesidad de mejorar el conocimiento hidrogeológico de este tipo de sistemas.

Los resultados conseguidos con el modelo de Temez- Grado-día en la cuenca del río Bérchules son muy parecidos a los del modelo HBV. Las aportaciones totales medias de la cuenca del río Bérchules calculadas, con este modelo, son de 16,3 hm³/año, con una componente subterránea del 80%. La dinámica nival simulada indica que el 30 % de los recursos hídricos de la cuenca provienen de la fusión nival.

Para hacer una primera estimación de los recursos hídricos, en régimen natural, de la cuenca del río Mecina, y dado que en la misma no se dispone de estación de aforo, se ha procedido aplicando los dos códigos utilizados en el río Bérchules, con los mismos parámetros de calibración. En estas simulaciones se ha utilizado el área correspondiente a la superficie de la cuenca del río Mecina y los datos meteorológicos de la estación meteorológica de la AEMET de la citada localidad. Los recursos medios que resultan, con los datos meteorológicos correspondientes al periodo 1970-2013 están comprendidos entre 10,4 y 11,5 hm³/año. El hidrograma resultante también presenta una morfología pluvionival. En este caso los aportes por el deshielo implican un 21-23% del total. La componente subterránea está comprendida entre el 81 y el 87% del total. La ausencia de medidas de caudal en el río impiden la calibración del modelo, aspecto que pone de manifiesto la incertidumbre de los resultados conseguidos en el río Mecina.

4.1.2.2 Fase 2: Estudio Distribuido y Modelización

Pese a los buenos resultados conseguidos, para conocer cómo influye el manejo del uso del agua que se realiza en las cuencas de los ríos Bérchules y Mecina, y en general en La Alpujarra de Granada, se requiere la investigación hidrogeológica individual de cada cuenca hidrológica. Por lo tanto, la modelización del flujo mediante códigos distribuidos, y la adquisición distribuida de información hidrogeológica (profundidad de la zona de alteración, piezometría, permeabilidad, coeficiente de almacenamiento) permitiría conocer cuál es el efecto de retardo que se produce de forma natural en el acuífero y cuál es el que se debe al manejo del agua que el hombre viene haciendo desde antiguo en La Alpujarra. Calibrado este modelo, se podrán simular diferentes escenarios de uso del agua con los que optimizar la mejor solución para garantizar los riegos, mantener los ecosistemas, y los caudales mínimos en los ríos durante el estiaje.

Para abordar esta segunda fase se ha comenzado con la geofísica de la zona del estudio. Concretamente se han realizado tomografías eléctricas en la cuenca del río Grande de Bérchules, y se continuará con ensayos de trazadores cuando se realicen los careos y otras técnicas de geofísica no invasiva.

Otro punto esencial es el conocimiento de los caudales circulantes por la red natural (cauces y barrancos) y artificial (acequias). Para un conocimiento lo más exhaustivo posible se han instalado sensores de nivel para el registro continuo de niveles en puntos estratégicos. Estos

dispositivos están integrados en una sencilla instalación de nulo impacto en la zona, que va acompañada de una escala que servirá de apoyo en las visitas de los Agentes para facilitar que puedan aportar el dato cuantitativo y contrastarlo con el almacenado en los dispositivos. Asimismo se ha comenzado la campaña de aforos para la elaboración de curvas de gasto de cada uno de estos puntos.

Las tareas de esta segunda fase se completan con estudios piezométricos, ensayos de bombeo, geofísica sísmica y de resonancia.

Esta información se utilizará para las distintas entradas de los modelos de la etapa final.

En concreto se realizará una modelización de la recarga incorporando datos distribuidos (superficies de cultivo, caudales, parámetros hidráulicos de los acuíferos, etc) en GIS BALAN, finalmente se modelizará el flujo subterráneo de la zona saturada con MOD FLOW.

4.1.3 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DE LA VEGETACIÓN

De manera simultánea, en colaboración con el Departamento de Producción Ecológica y Recursos Naturales del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA – Alameda del Obispo, Córdoba), se está realizando el estudio de caracterización de la vegetación y sus necesidades hídricas a lo largo del año hidrológico.

Estos trabajos de estimación del consumo de agua de la vegetación basados en sensores remotos se sustentan en el modelo dual de evapotranspiración propuesto por la FAO. Se estudia la respuesta espectral de imágenes satélite e índices de vegetación para la transpiración y el balance de agua en el suelo para la evaporación. Así, se trabaja con datos diarios de Precipitación, Radiación solar, Temperatura, Humedad, Velocidad del viento. Igualmente en lo que respecta a propiedades físico-químicas del suelo, se trabaja con datos de Textura del suelo, Capacidad de campo y Punto de Marchitez Permanente.

Para ello se han adquirido y procesado 20 imágenes satélite del sensor OLI-Landsat8 entre el 8 de junio de 2013 y el 15 de septiembre de 2014 que se han corregido atmosféricamente mediante el modelo MODTRAN4.

Con ello se ha estudiado la evolución de la fracción de cobertura de vegetación.

Las necesidades hídricas se simulan con cálculos diarios de riego sin que la planta pase a situación de estrés hídrico.

4.2 LA COMPONENTE LOCAL DE GESTIÓN Y MANEJO DEL AGUA

En lo que respecta al conocimiento de las técnicas de manejo y gestión del agua que se lleva a cabo en la zona, la estructura de los trabajos es la siguiente:

4.2.1 ENTREVISTAS CON LAS COMUNIDADES DE REGANTES

Se han celebrado sendas reuniones con las tres Comunidades de Regantes del ámbito del estudio: Bérchules, San Isidro y Yegen, que tuvieron lugar los días 29/07/2014, 31/07/2014 y 12/08/2014, respectivamente.

En cada una ellas se ha realizado una revisión en gabinete de la red de acequias y de los usos que se hacen de cada una de ellas, las superficies de cultivo y la temporalidad de los riegos, el estado constructivo en que se encuentran y demás información relacionada con la gestión del agua.

	S _{regada}	S _{regable}
C.R. San Isidro:	500 ha	723 ha
C.R. Yegen:	262 ha	356 ha
C.R. Bérchules:	510 ha	605 ha

4.3 LA COMPONENTE SOCIAL

La componente social de La Alpujarra en general, y de los municipios de este estudio en particular, tiene una ineludible importancia que ha de ser tenida en cuenta para, por un lado, comprender las tendencias en la gestión del agua en la zona y, por otro, para encontrar sinergias en la búsqueda de soluciones.

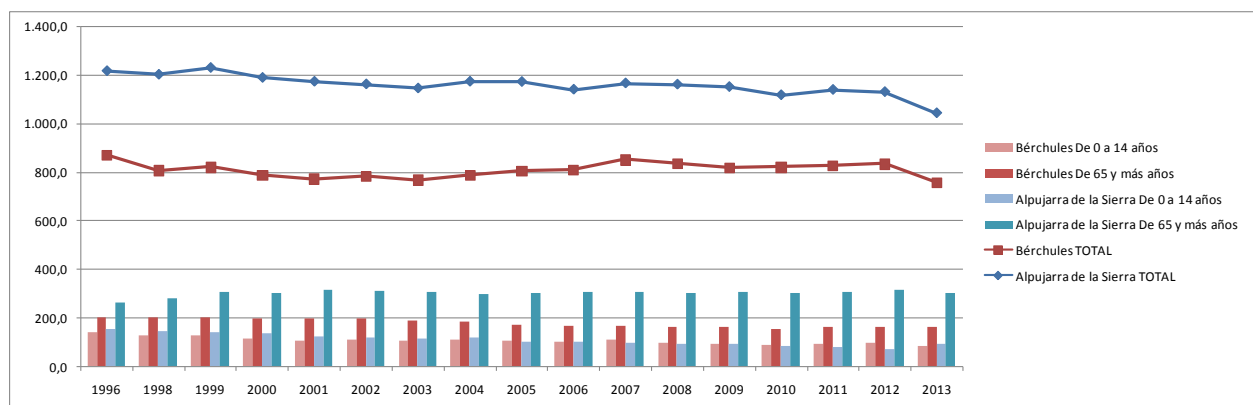
Se trata de una zona caracterizada por su aislamiento de las capitales de provincia más próximas, por tener unas condiciones meteorológicas duras y por estar sufriendo despoblamiento y envejecimiento de la población.

Sirva de ejemplo que en el año 1950 Bérchules tenía una población superior a los 3000 habitantes, en 1970 próxima a los 2000 habitantes, y en 2011 por debajo de los 1000 habitantes (datos censales de www.ine.es).

	Censo	1842	1857	1860	1877	1887	1897	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1991	2001	2011
Población de Hecho	..	2562	2512	2490	2490	2065	2107	1900	2460	2326	2742	3145	2868	1971	1525	864			
Población de Derecho	2285	..	2525	2624	2189	2351	1936	2483	2366	2800	3165	2882	2126	1625	881	754	811		
Hogares	503	580	585	611	621	524	555	407	565	527	586	704	629	499	458	320	305	325	

Evolución demográfica de Bérchules. Gráfica a partir de datos de censos del Instituto Nacional de Estadística

Se observa el continuo descenso poblacional así como el envejecimiento.



Evolución demográfica en los municipios del proyecto. Gráfica a partir de datos del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía)

Por todo ello se ha considerado clave la decisión de llevar a cabo un trabajo de participación social contando con los diferentes agentes implicados en la gestión del agua en la zona del estudio. Así, se convocaron tres grupos de trabajo, o talleres, de forma sectorizada: el primero de ellos integrado por las Administraciones; el segundo, por entidades, asociaciones y

organismos con actividades relacionadas con el agua; y el tercero, compuesto por el colectivo de agricultores.

La primera fase, correspondiente a la cuenca del río Grande de Bérchules ya se completado con la celebraron de los talleres los días 4 y 5 de noviembre de 2014.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con esta actividad son:

- Dar voz a todos los colectivos implicados en la gestión del agua.
- Mejorar el entendimiento del sistema hidrogeológico a partir del conocimiento que atesoran los actores gestores del agua en el territorio.
- Proporcionar un entorno de colaboración cuyo objetivo sea propiciar una interrelación de los distintos usuarios del agua, la optimización de la gestión de agua, su garantía a lo largo del año hidrológico, y la aplicación de enfoques constructivos a la hora de resolver problemas.
- Lograr una consciencia de las necesidades de cada colectivo por parte del resto.
- Identificar las acciones prioritarias y buscar entre todas las medidas sostenibles que garanticen una gestión equilibrada.
- Dar soluciones a las necesidades de asesoramiento, buenas prácticas y refuerzo de determinados recursos demandados por los distintos colectivos.
- Fomentar la confianza y compromiso de todas las partes.

Para ello es preciso centrarse en los siguientes aspectos:

- Chequear si los problemas que perciben los participantes en los talleres de participación coinciden con los detectados en los estudios realizados.
- Para ayudar en la dinámica, tener presente la necesidad de identificar cuatro cuestiones:

¿Qué sabemos? ¿Qué no sabemos? ¿Qué intuimos? ¿Qué prevemos?
- Identificar, si las hubiera, nuevas variables que intervienen no definidas con anterioridad.
- Definir soluciones y plazos de actuación.

El proceso participativo se estructura según la siguiente metodología y orden cronológico:

1º Bienvenida institucional y presentación del marco de actuación del proceso participativo (10 minutos). Valoración de mayor a menor importancia de los problemas definidos en la cuenca.

Ponente: Técnico competente

2º Explicación del funcionamiento de la mesa de participación y sus objetivos. (15 minutos) y aclaraciones (20 minutos)

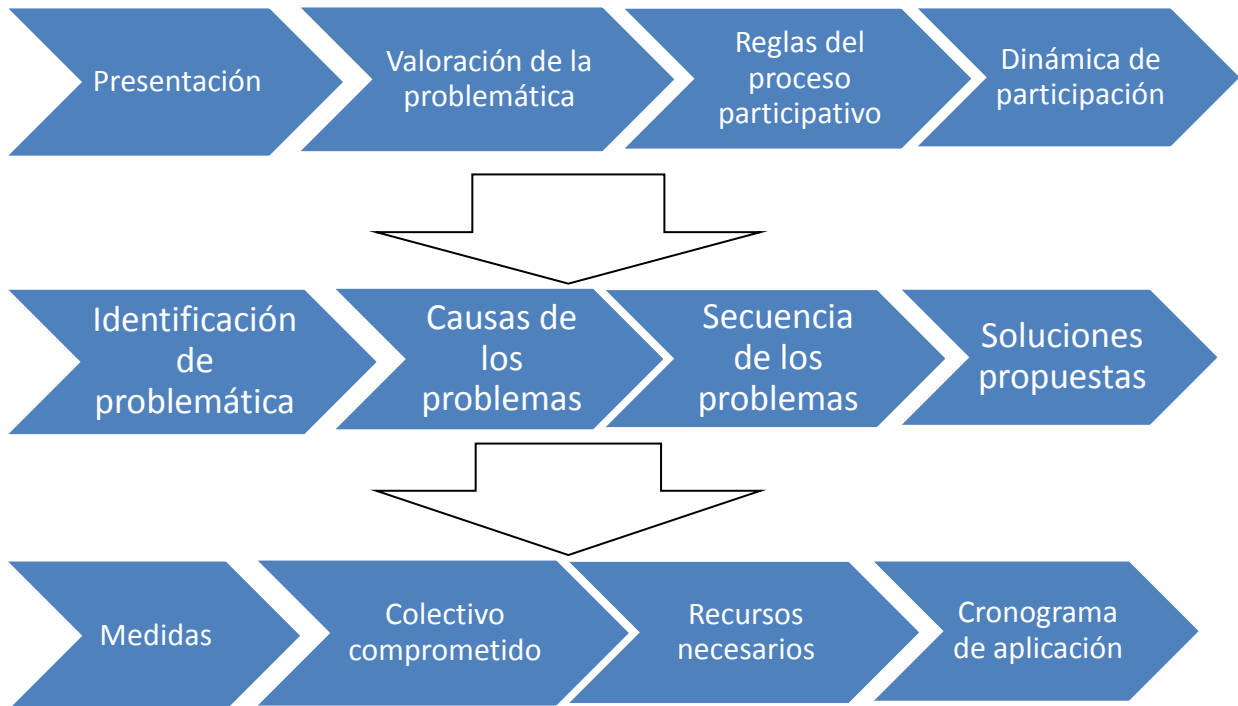
Ponente: Dinamizador

3º Desarrollo de la sesión de trabajo propiamente dicha. (1'45 horas)

Ponente: Dinamizador

Por tanto, se contempla una duración total de unas 2 horas y 30 minutos

En resumen, la dinámica del taller se divide en las siguientes acciones:



El desarrollo de cada sesión de trabajo se estructura de la siguiente forma:

- (a) Presentación institucional y explicación de la dinámica del taller, con un enfoque motivador y activo, remarcando el valor de este proyecto piloto. El moderador marcará los tiempos de cada actividad e intervención para que el taller se finalice de modo que se obtengan los objetivos marcados.
- (b) A cada participante/grupo sectorial se le hace entrega de 5 tarjetas para que anoten la problemática, inquietudes y demás aspectos relevantes que le sugiere la gestión del agua con su actividad.



Taller con las distintas administraciones competentes

- (c) Se recogen todas las tarjetas y se exponen visibles a todos los presentes: Una vez expuestas todas las tarjetas, se pregunta si se echa en falta algún aspecto importante.

Se da la opción de sumar más tarjetas. Inicialmente se deja abierta la temática y al cabo de un tiempo se muestra la clasificación de los distintos aspectos de interés por si hubiera alguna aportación más. La persona de apoyo irá recogiendo, asimismo, las aportaciones, dudas, sugerencias de los participantes. Si faltaran aspectos que se tengan detectados por parte de la organización, se incorporarán junto con el resto.

- (d) Todas las tarjetas se ordenan en temáticas. Se colocan las tarjetas en tantos bloques como ámbitos. Después, se aglutinan aquellas que parecen repetidas y se matizan aquellas que ofrecen alguna confusión.

En este sentido se determinan los siguientes ítems:

Sesión 1: Administraciones competentes

- Relaciones entre administraciones
- Abastecimiento de agua
- Protocolos de uso y gestión
- Regulación administrativa
- Sanciones administrativas

Sesión 2: Asociaciones varias con intereses en la regulación de la cuenca

- Conservación de la fauna y flora
- Uso público del espacio natural
- Calidad del recurso
- Uso recreativo: Pesca
- Usos sostenible del agua

Sesión 3: Agricultores

- Regulación de los caudales de riego
- Reparación y estado de las acequias
- Gestión de los careos
- Regulación y uso de balsas de riego
- Gestión de los residuos agrícolas
- Tipos de cultivo y prácticas agrícolas

A continuación se vuelve a consultar a los participantes acerca de las soluciones a los problemas detectados. Para ello se pide a cada grupo de interés que rellenen unas nuevas tarjetas (5) con las medidas a implementar para dar solución al problema, con especial énfasis en *¿qué puede hacer mi colectivo para mejorar la situación?*



Vista del panel con las soluciones propuestas en uno de los talleres

Para llevar a cabo el proceso de ponderación de las medidas propuestas de una manera equilibrada, estructurada, visual y eficiente, cada grupo de interés recibe 5 pegatinas verdes para votar 5 asuntos diferentes, siendo obligatorio utilizar las 5 pegatinas y no pudiéndose votar más de una vez un mismo tema por un mismo grupo de interés. También se distribuyen dos pegatinas rojas y otras 2 naranjas por grupo por si se considera necesario eliminar algún asunto del esquema de temas importantes (en el caso de la pegatina roja) o bien se está dispuesto a negociar (en el caso de la naranja). Estas dos pegatinas por grupo son de uso voluntario. Los votos rojos restan a los votos verdes y los votos naranjas aparecen como puntos susceptibles de consenso. De forma visual, se anulan las pegatinas verdes con las pegatinas rojas.



Proceso de votación de las soluciones propuestas

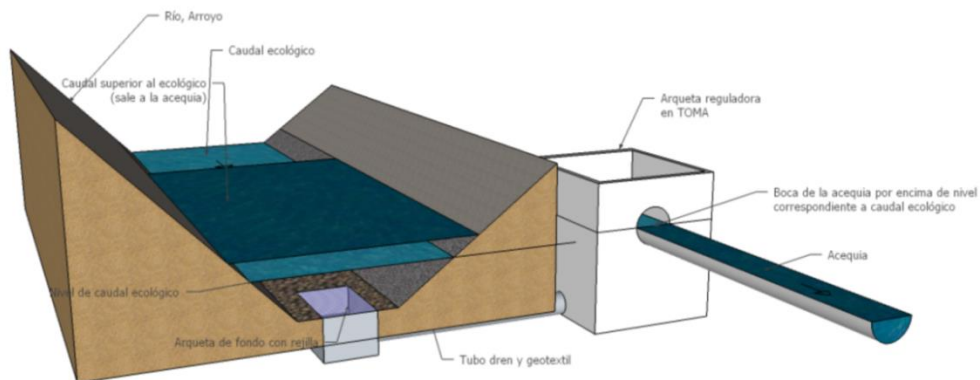
El moderador afinará para promover las implicaciones de los grupos en las soluciones propuestas, recogiendo la aportación de cada colectivo, su grado de compromiso y los recursos necesarios para la implementación de aquellas que hayan tenido mayor aceptación.

Los resultados de los talleres permitirán al equipo de redacción del Plan de Gestión tener presentes todas medidas propuestas, su grado de acogida y en caso de ser seleccionadas, aplicarles un orden de puesta en funcionamiento de modo que se marquen claramente las prioridades y las interrelaciones entre medidas.

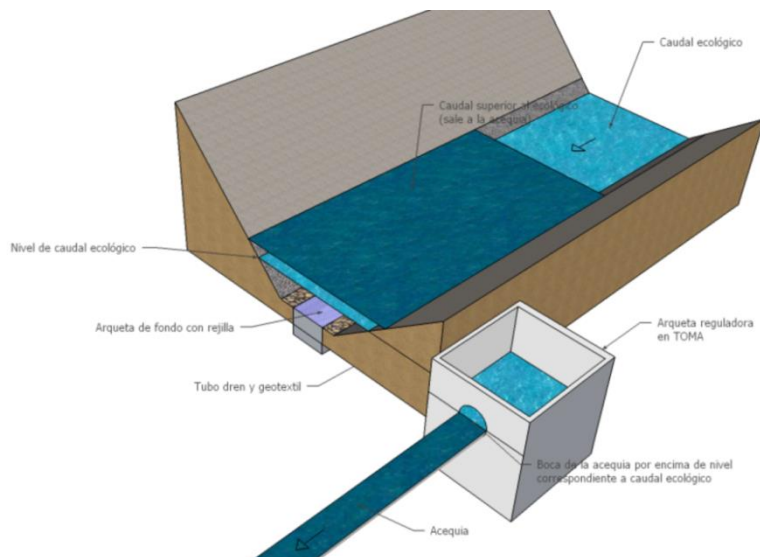
4.4 INGENIERÍA

De forma paralela se están estudiando diferentes soluciones que pudieran permitir, con un bajo coste y mínimo impacto, una gestión de las maniobras en las acequias de modo que se garanticen los caudales ecológicos en los ríos de la zona de estudio.

Se trataría de “partidores” de caudal de los ríos a las acequias, que derivarían el agua sobrante del caudal ecológico por estas últimas.



Esquema de propuesta de “partidor” que garantice caudales ecológicos



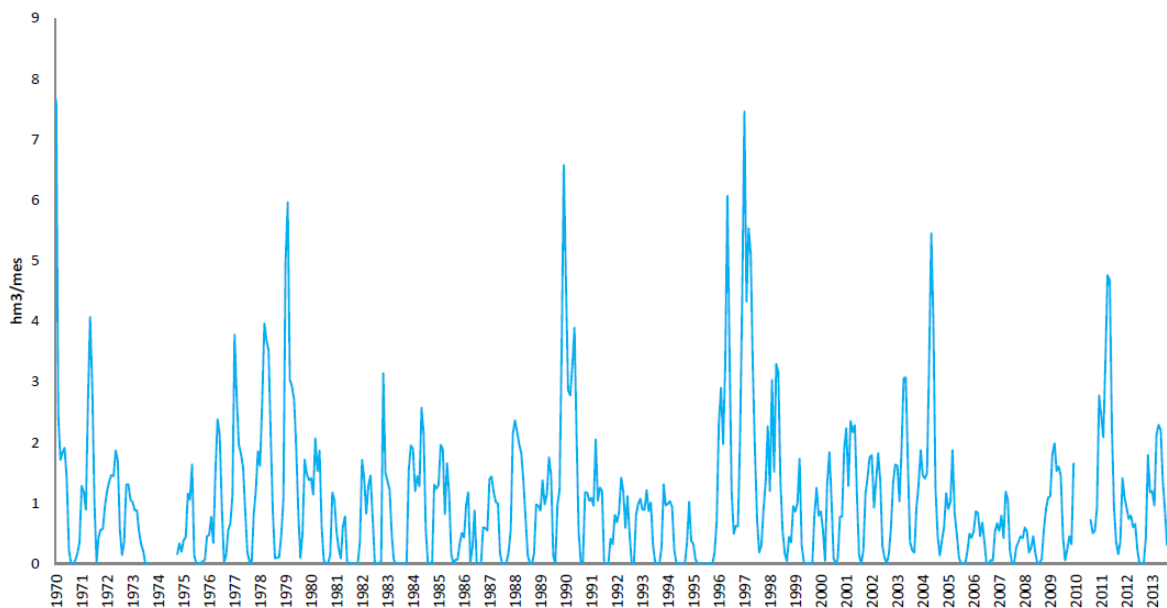
Esquema de propuesta de “partidor” que garantice caudales ecológicos

5. RESULTADOS ALCANZADOS HASTA LA FECHA

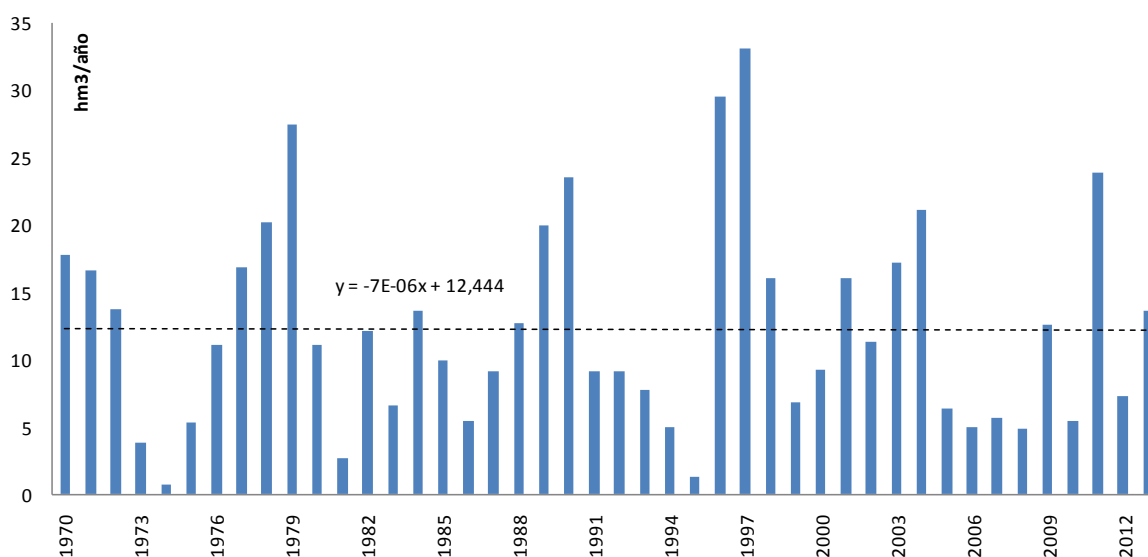
5.1 HIDROGEOLOGÍA Y COBERTURA VEGETAL

Hasta la fecha, en una primera fase del proyecto se han alcanzado gran parte de los resultados planificados.

Se ha obtenido el hidrograma de salida en la estación de Narila comprobándose la variabilidad interanual y la tendencia estable el periodo de estudio entre 1970 y 2013.

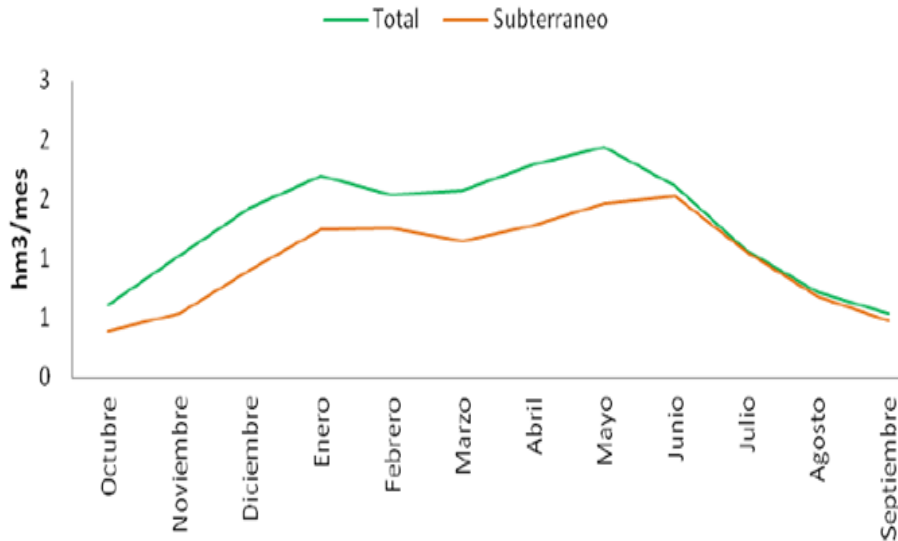


Hidrograma del periodo del estudio en la estación de aforo de Narila



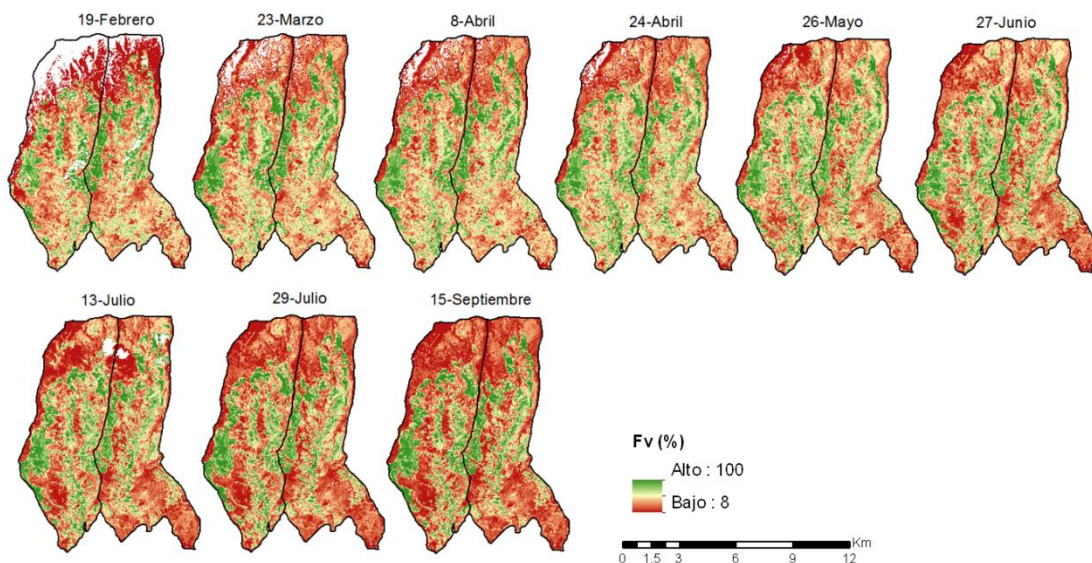
Caudales anuales en la estación de aforo de Narila

Se han resuelto los dos modelos preliminares (Grado día-Témez y HBV). En los modelos agregados se ha descompuesto el hidrograma en componente superficial y subterránea, apreciándose entre el 77 y 86% de componente subterránea.



Componente subterránea en el hidrograma medio del Río Grande de Bérchules, según el modelo de Grado día – Témex

A partir del procesado de las imágenes satélite se comprueba la variación de la cobertura a lo largo de los meses.



Evolución de fracción de cobertura de la vegetación derivada de imágenes satélite

5.2 POBLACIÓN, MANEJO Y ASPECTO SOCIAL

De las entrevistas mantenidas con las Comunidades de Regantes se obtenido mucha información sobre el uso de las acequias y su estado, que será volcada en un SIG.

De la campaña de control de caudales estival realizada por los Agentes del Espacio Natural se han identificado 3 puntos de especial criticidad:

- Chico-Bérchules-4-II: está justo en la toma de la acequia de riego Real de Bérchules (C.RR. Bérchules). Fundamentalmente de riego aunque tiene una sima próxima a la

localidad de Bérchules. Las tandas son de 20-40 días. Riega unas 130 ha de pradera, tomate y judía.

La causa principal del secado del río en época estival se produce por la derivación del agua para riego por parte de la Comunidad de Regantes en esta acequia Real de Bérchules. Existen actas de denuncia por este motivo por parte de los Agentes de Medio Ambiente.

A su vez, otros motivos de la misma, son por la derivación del caudal unos 50 m. aguas arriba de este punto por parte de esta CCRR en la Acequia del Espino así como la captación para abastecimiento del Ayuntamiento de Bérchules, lo que reducen el caudal del cauce.

En cualquier caso, no existe en ninguno de estos casos elementos de control de caudal para cuantificar el caudal derivado.

- Mecina-Alpujarra de la Sierra-1-II: está en la cabecera del Mecina, justo a la altura donde el camino forestal cruza mediante un puente el río Mecina. Tan solo hay una toma de acequia a 2,5 km aguas arriba, la Acequia del Horcajo, de careo (C.RR. San Isidro/Mecina). Las razones de la sequedad del cauce parece que son principalmente causas naturales, por la falta de caudal circulante en la estación veraniega. Además, este punto coincide con la separación entre el Parque Natural y el Parque Nacional de Sierra Nevada.

También, se pueden deber en las circunstancias particulares que se producen en este punto, por la estrechez de la sección existente y por encontrarnos con una serie de rellenos asociados a la construcción del puente, que pueden producir la infiltración de parte del caudal del cauce.

Existe una toma de la Acequia del Horcajo, de careo (C.RR. San Isidro/Mecina) a 2,5 km aguas arriba del punto, que parece que no funciona en la época estival.

- Mecina-Alpujarra de la Sierra-4-III: está aguas abajo de la toma de la acequia de riego Acequia Alta de Mecina (C.RR. San Isidro/Mecina), es de tierra aunque con tramos hormigonados. Riega unas 144 ha de frutales y olivos a manta, y 1 ha por goteo de tomates y judías. Las tandas en verano son 20-30 días.

El punto de control en estudio se encuentra en un tramo del río Mecina de unos 100 m. de longitud que históricamente reduce mucho su caudal en la época estival, parece ser por las características particulares del terreno que atraviesan, que producen una infiltración mayor de lo normal en el terreno. Esta circunstancia, la han comprobado los Agentes de Medio Ambiente mediante una prueba realizada en el mes de junio, en la que se detuvo la derivación del agua que realiza la CCRR San Isidro/Mecina y la de abastecimiento.

A su vez, este punto de control está aguas abajo de la toma de la acequia de riego Acequia Alta de Mecina cuya derivación realiza la C.RR. San Isidro/Mecina, disminuyendo el caudal del río. En este mismo sentido, en este punto existe la captación para el abastecimiento de Mecina Bombarón por parte del Ayuntamiento mediante una tubería de drenaje, que produce los mismos efectos.

También hay que destacar, que previamente a este punto se producen la derivación del agua para las acequias de Yegen y Haza de la Comadre.

Se han completado con éxito los tres talleres en la Cuenca del río Grande Bérchules. La participación ha sido proactiva en todos ellos. Los integrantes de cada uno se han mostrado muy colaborativos y han mostrado una actitud constructiva a la hora de abordar la problemática y la búsqueda de soluciones.

Además de seguir las pautas marcadas por el moderador de los talleres, se han producido diálogos y conversaciones muy interesantes desde el punto de vista de la búsqueda de sinergias para alcanzar soluciones que satisfagan a todas las partes.

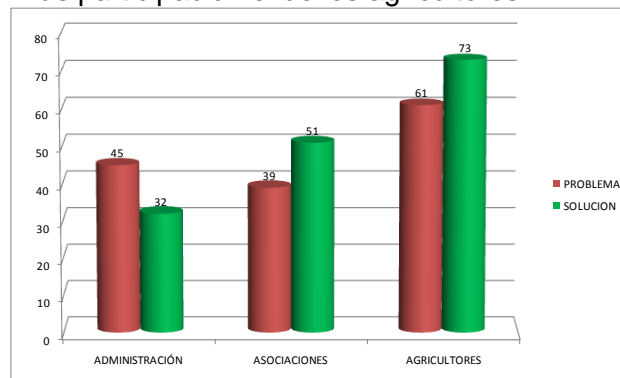
En este respecto se muestran a continuación algunos resultados:

SECTOR	PROBLEMA	SOLUCION	Total general
ADMINISTRACIÓN	45	32	77
ASOCIACIONES	39	51	90
AGRICULTORES	61	73	134
Total general	145	156	301

Resumen de los tres talleres en Bérchules

En términos globales se ha comprobado la activa participación de los asistentes en los tres grupos de trabajo, con un total de 145 problemas o inquietudes manifestadas frente a 156 soluciones propuestas por los participantes.

En el gráfico siguiente se observa la proporción entre soluciones y problemas, y se aprecia que destaca como taller con más participación el de los agricultores.



Resumen de los tres talleres en Bérchules

En el gráfico radial se muestra claramente cómo el peso se inclina claramente hacia la jornada de trabajo llevada a cabo con el sector de los agricultores, frente a las otras dos.

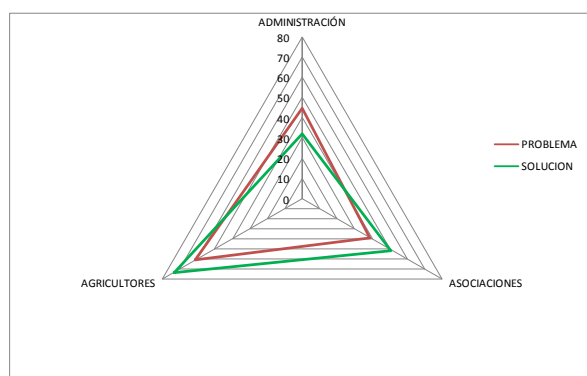


Gráfico radial de resumen de los tres talleres en Bérchules

La distribución de todas las inquietudes referidas a la problemática que suscita la gestión del agua en la zona del estudio, queda reflejada en la siguiente tabla donde se agrupan por temáticas.

ESTUDIO PILOTO PARA LA ORDENACIÓN HIDROLÓGICA EN LOS VALLES DE LOS RÍOS GRANDE DE BÉRCHELES Y MECINA

SECTOR	GRUPO	Total
ADMINISTRACIÓN	Demanda de agua	11
	Protocolos y Usos de Gestión	9
	Regulación administrativa	4
	Relación entre administraciones	14
	Sanciones administrativas	7
Total ADMINISTRACIÓN		45
ASOCIACIONES	Calidad de recursos agua	7
	Conservación de fauna o flora	9
	Conservación de uso público	9
	Uso recreativo: pesca	5
	Uso sostenible	9
Total ASOCIACIONES		39
AGRICULTORES	Balsas de riego: regulación y usos	10
	Estado acequias / Reparación	13
	Gestión de Residuos agrícolas	8
	Problemática gestión CAREOS	7
	Regulación caudales riego	9
	Tipos de cultivo y prácticas agrícolas	14
Total AGRICULTORES		61
Total general		145

Distribución de problemática detectada por talleres y temáticas

En términos de peso sobresalen las problemáticas asociadas a la “Relación entre Administraciones”, al “Estado de las Acequias y su Reparación” y a los “Tipos de Cultivos y Prácticas Agrícolas”. Le siguen las preocupaciones relacionadas con la “Demanda de Agua”, “Conservación de Fauna o Flora”, “Conservación de Uso Público” y “Balsas de Riego”.

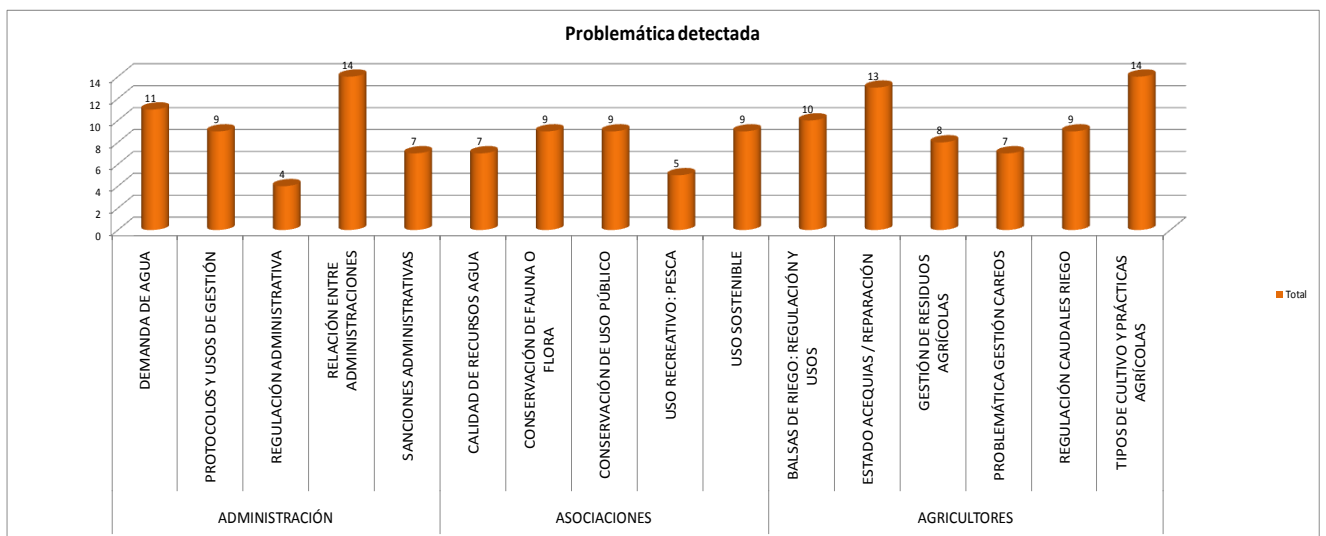


Gráfico de problemática detectada

Las propuestas con mayor acogida entre los participantes en los talleres son aquellas con más votos a favor (votos verdes).

ESTUDIO PILOTO PARA LA ORDENACIÓN HIDROLÓGICA EN LOS VALLES DE LOS RÍOS GRANDE DE BÉRCHULES Y MECINA

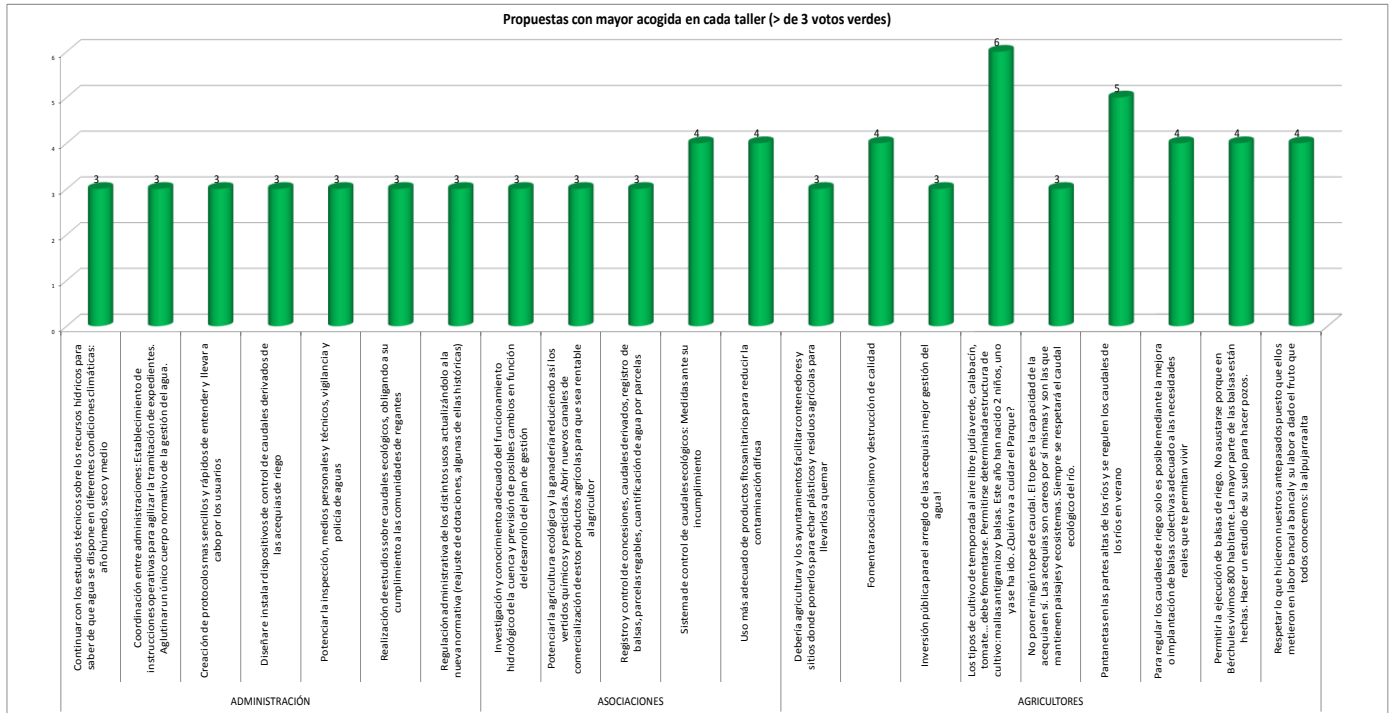


Gráfico de propuestas con mayor acogida en las votaciones

Las propuestas con menor acogida entre los participantes en los talleres son aquellas que recibieron más votos en contra (votos rojos).

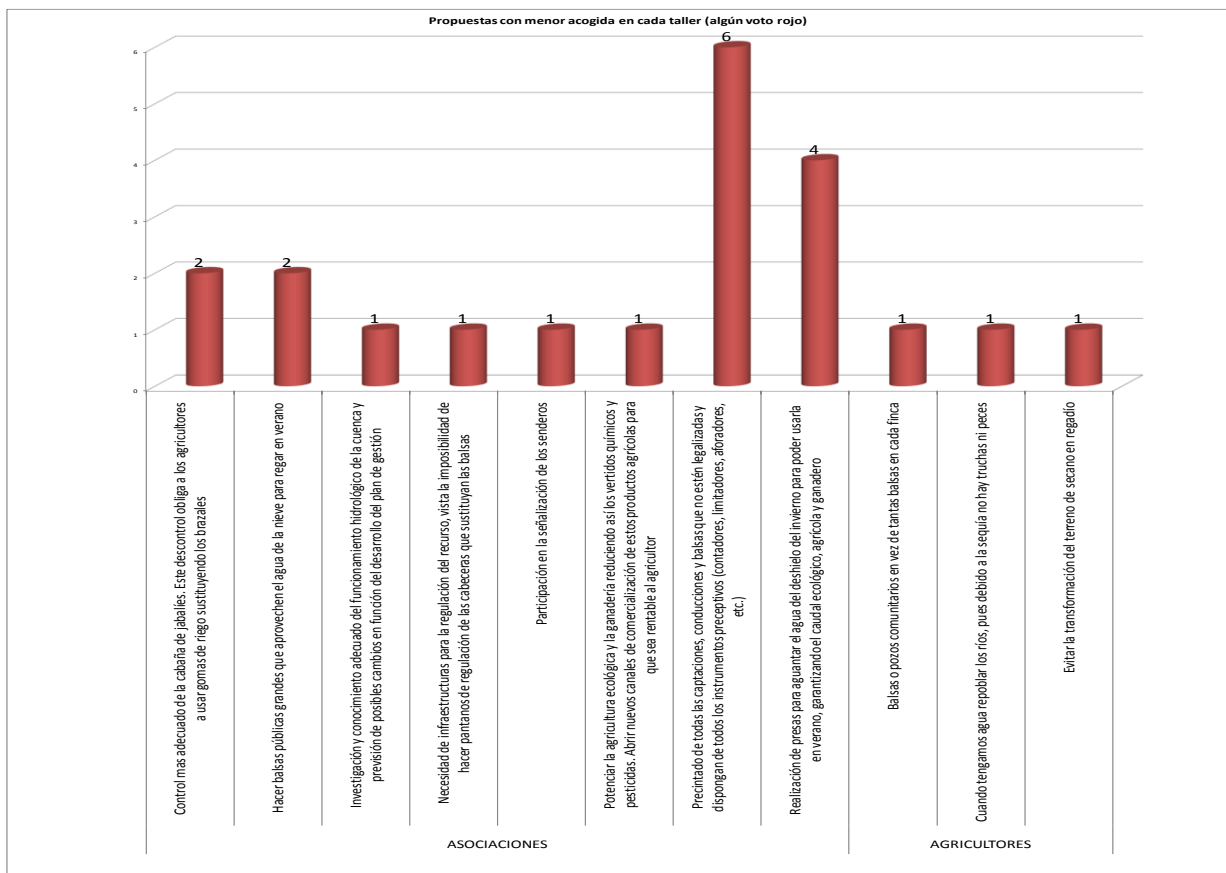


Gráfico de propuestas con menor acogida

6. CONCLUSIONES Y SIGUIENTES FASES

Hasta la fecha se ha mejorado el conocimiento de la hidrogeología de la zona del proyecto.

La precipitación media, del periodo comprendido entre 1970 y 2013, en la cuenca del río Bérchules es de 810 mm/año, con un valor de 360 mm/año en el año de tipo seco, y 2045 mm/año en el año de tipo húmedo. En la cuenca del río Mecina es de 761 mm/año, con un valor de 300 mm/año, en el año seco, y, 1935 mm/año, en el año húmedo. La precipitación total en ambas cuencas depende del gradiente altitudinal, que en la zona de estudio ha resultado ser de 20,29 mm/100 m.

La regulación de los recursos hídricos en la cuenca del río Bérchules se debe fundamentalmente al aporte subterráneo (con el modelo HBV se estima en un 83% la componente subterránea y con el modelo Grado-día – Témez en un 80 %), y a la dinámica nival (con HBV se determina que un 27 % de las entradas a la cuenca del río Bérchules se producen por la fusión de la nieve; el modelo Gradodía – Témez eleva esta aportación resulta del 30 %).

El balance de agua en el suelo calculado en la cuenca del río Bérchules, con diferentes valores de capacidad de retención de agua en el suelo (CRAS), ha determinado que con una CRAS de 200 mm se obtiene una escorrentía total de 225 mm/año, lo que se corresponde con un aporte aproximado de 15,25 hm³/año. Del mismo modo, con un valor de la CRAS de 200 mm, la escorrentía total de la cuenca del río Mecina es de 199 mm/año (10,9 hm³/año).

Las siguientes fases de los trabajos implican recogida de información de campo: geofísica, piezometría, ensayos de bombeo, aforos y mantenimiento y manejo de los registradores de diversas variables (niveles, humedad del suelo, radiación).

Los consumos de agua por parte de la vegetación natural y los cultivos se introducirán en el modelo distribuido.

La modelización de la recarga y la modelización del flujo subterráneo permitirán incluir diferentes inputs que podrán ser variados para ver su afección en las respuestas aguas abajo. Entre estos inputs destacarán seguramente los careos, las superficies de cultivo y las maniobras de derivación de las acequias.

Este documento es el germen del futuro Plan de Gestión, que tendrá la siguiente estructura:

1. Introducción
2. Motivación
3. Objetivos a plantear
4. Metodología
5. Descripción de los trabajos
6. Identificación de puntos críticos
7. Actuaciones concretas

El principal punto del Plan de Gestión es obviamente el que describa las “Actuaciones concretas”. Una vez completados los trabajos de geofísica e incluidos todos los elementos en

las modelizaciones se argumentarán distintas estrategias y actuaciones para asegurar los caudales ecológicos durante los periodos críticos.

En cualquier caso, a priori, estas estrategias pasarán seguramente por:

- Realizar un manejo de los careos aumentando el volumen infiltrado en las simas lo máximo posible durante los meses con excedente de caudal y así aumentar la componente subterránea en los meses de estío.
- Realizar un control de los aprovechamientos de agua. Caudales, Contadores, etc.
- Realizar un control de las balsas de riego y regular su llenado y regulación.
- Realizar un control de los tendidos de gomas que captan agua de los cauces.
- Realizar un control de las superficies de riego.
- Realizar un manejo de la vegetación forestal, para mejorar la infiltración y minimizar la interceptación y evaporación: El Proyecto de Ordenación de Montes Públicos de la Alpujarra (Granada) ya incluye entre sus actuaciones clareos y claras para apertura de rodales (tratamientos selvícolas de mejora y no prevé actuaciones de regeneración sobre la masa de pinar actual.
- Realizar una serie de acciones formativas encaminadas a la aplicación de buenas prácticas en la gestión de los regadíos en cultivos de montaña y de gestión de residuos agrícolas.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA