



INFORME ENERGÉTICO

ACCIÓN PILOTO DESARROLLADA EN LA FINCA MONTE JULIA

BELVER DEL CINCA HUESCA (España)

OPTIMIZAGUA – Programa LIFE -Medio Ambiente de la Unión Europea –



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

-INFORME ENERGÉTICO - -Monte Julia -

INFORME SOBRE LOS NIVELES DE AUTONOMÍA EN BASE A FUENTES ENERGÉTICAS RENOVABLES



1. **Introducción**

Dentro de las diferentes acciones que engloban el proyecto OPTIMIZAGUA se ha integrado el uso de energías renovables con el fin de alimentar el sistema de control de riego que rige cada una de las experiencias. Más concretamente, en la actuación ubicada en la finca Monte Julia (Huesca) se ha incorporado un sistema de suministro basado en la energía solar como fuente energética.

El presente informe se redacta con el objetivo de analizar la funcionalidad del sistema energético implementado. Esto es, reflexionar sobre el papel que la energía solar puede jugar dentro del abastecimiento energético de un sistema de riego inteligente. De esta manera se está actuando, a partir de un mismo prototipo, sobre la problemática hídrica y energética.

Antes de abordar el siguiente apartado, recordar que tanto en el Informe como el Manual de Usuario de esta actuación puede consultarse los equipos que integran el sistema solar.

2. **Análisis de la producción energética del equipo solar de Monte Julia**

Los datos sobre la energía producida y consumida por el sistema, para el intervalo de tiempo comprendido entre octubre del 2004 y octubre del 2005, se adjuntan a lo largo de las tablas que acompañan el presente documento.

Puede observarse la obtención de un rendimiento promedio del 106 % de las necesidades de consumo del sistema de control de riego. Éste se debe, por un lado, a las tareas de obtención, procesamiento y envío de datos que realiza el sistema cada 15 minutos. Por otro, a la gestión y control rutinario que realiza por GPRS el usuario del parque. De aquí que se observe un consumo constante del equipo con unos valores mensuales que varían solamente en función del número de días que tiene cada mes. (Tabla 1)





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

-INFORME ENERGÉTICO - -Monte Julia -



Mes	Consumo mensual del equipo (Kwh/mes)
oct-04	12,89
nov-04	12,48
dic-04	12,89
ene-05	12,89
feb-05	11,64
mar-05	12,89
abr-05	12,48
may-05	12,89
jun-05	12,48
jul-05	12,89
ago-05	12,89
sep-05	12,48
oct-05	12,89

Tabla 1: Consumo energético del sistema



La producción energética del panel fotovoltaico es directamente proporcional a la radiación incidente y a la potencia instalada. Tal y como se observa en la siguiente tabla (Tabla 2), existe una variabilidad importante de dicha radiación en función de la época del año en la que nos encontremos.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

-INFORME ENERGÉTICO - -Monte Julia -



Mes	Total mensual de insolación (MJ/m ²)	hsp/mes (horas pico de sol/mes)	Energía neta producida mensual (KWh) (100 W instalados)
oct-04	347,9	96,64	9,66
nov-04	208	57,78	5,78
dic-04	186,6	51,83	5,18
ene-05	247	68,61	6,86
feb-05	281,6	78,22	7,82
mar-05	521,5	144,86	14,49
abr-05	614,8	170,78	14,52
may-05	775,7	215,47	21,55
jun-05	813	225,83	22,58
jul-05	833,9	231,64	23,16
ago-05	748,5	207,92	20,79
sep-05	520	144,44	14,44
oct-05	345,4	95,94	9,59

Tabla 2: Generación de energía por el sistema



De los consumos del sistema de control del equipo de riego inteligente y la producción energética puede calcularse el promedio de autonomía obtenido. Éste valor –de promedio del 106,92%- queda reflejado en la siguiente tabla (Tabla 3). Se observa que los meses de máxima autonomía coinciden con aquellos en los que los niveles de radiación son también mayores.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

-INFORME ENERGÉTICO - -Monte Julia -



Mes	Autonomía del sistema
oct-04	74,97
nov-04	46,30
dic-04	40,21
ene-05	53,22
feb-05	67,18
mar-05	112,36
abr-05	116,38
may-05	167,13
jun-05	181,01
jul-05	179,67
ago-05	161,27
sep-05	115,78
oct-05	74,43
Promedio	106,92



Tabla 3: Niveles de autonomía del sistema energético

Para finalizar este apartado, se expone una gráfica (Gráfica 1) en la que se compara el consumo energético frente a la producción del equipo. En dicha, se plasman visualmente los datos expuestos en la anterior tabla.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

-INFORME ENERGÉTICO - -Monte Julia -

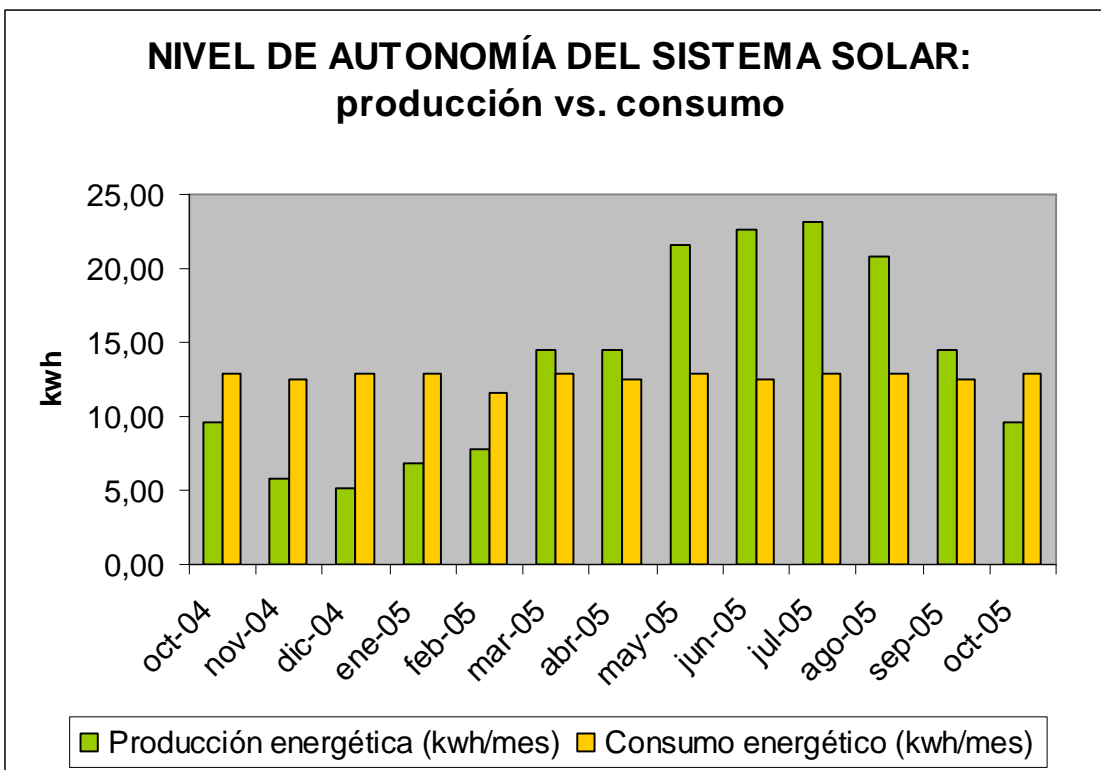


Gráfico 1: Nivel de autonomía del sistema energético



Gobierno de La Rioja | Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial

3. Consideraciones y conclusiones

Antes de exponer las conclusiones sobre la presencia del sistema solar dentro del prototipo integrado en Monte Julia cabe desarrollar una serie de consideraciones. Por una parte, es conveniente citar que la productividad (y, por tanto, consiguiente grado de autonomía de un sistema solar) está ligado a la potencia y superficie de módulos fotovoltaicos instalados así como también a la radiación de la zona en cuestión. Monte Julia, en lo que se refiere a la radiación, reúne las condiciones necesarias para ser un buen emplazamiento donde instalar un sistema solar.

Por otro lado debe recordarse que la instalación solar en Monte Julia ha sido integrada respondiendo a dos criterios diferentes. Por un lado, por supuesto, la producción energética a partir de una fuente renovable. Y, por otro, la intención de compaginar un sistema de riego inteligente con un sistema solar. Es decir, integrar el funcionamiento de estos dos equipos para





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

analizar su grado de compatibilidad. Es, por esta razón, por la que no debe ser supeditado este último argumento al criterio de productividad.

-INFORME ENERGÉTICO – -Monte Julia -



Tras haber realizado estas consideraciones, el presente Informe ya está capacitado para exponer la principal conclusión que de él se extrae. Tanto desde un punto de vista tecnológico como energético, ambiental y económico, es favorable que el prototipo de riego inteligente se abastezca de una fuente renovable como es el caso de la energía solar.



- Tecnológicamente es viable porque, una vez instalado un sistema solar, su mantenimiento es muy bajo. Además, con la experiencia de la finca de Monte Julia se ha comprobado que la tecnología fotovoltaica es totalmente compatible con la tecnología del propio sistema de riego inteligente.
- Energéticamente es viable puesto que se abastece de una fuente, el Sol, que es inagotable a escala humana y de la que Bellver de Cinca, y España en general, es una gran beneficiada. Relacionado con este punto resulta interesante recordar que los Planes Energéticos, tanto a nivel europeo como estatal, han fijado como objetivo alcanzar, para el 2010, un abastecimiento energético del 12% procedente de fuentes renovables
- Ambientalmente es viable porque esta producción energética está libre de emisiones de CO₂, NO_x y SO₂, y consecuentemente, de las externalidades que comporta el uso de fuentes no renovables (Cambio Climático, lluvia ácida, producción de residuos radiactivos...).
- Económicamente, su viabilidad se debe a que la energía solar es una fuente energética gratuita. Por lo tanto, una vez hecha la inversión que contempla la instalación de la tecnología solar, los únicos *gastos energéticos* a considerar se relacionan con el mantenimiento del equipo – que, como ha sido especificado, es muy bajo-.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

-INFORME ENERGÉTICO - -Monte Julia -

Tal y como demuestran las distintas actuaciones en las que se ha implementado la tecnología de riego inteligente del Proyecto Optimizagua, existe un gran campo de aplicación donde beneficiarse de sus potencialidades. Desde parques y jardines públicos o privados hasta campos de cultivo se expanden los límites de las aplicaciones del prototipo del sistema de riego inteligente. Desde un punto de vista energético, es interesante analizar estos sectores descritos con el fin de argumentar y validar la presencia de un sistema de energía solar.



Respecto a los parques y jardines tanto públicos como privados cabe mencionar que, a pesar de que la red de abastecimiento energético suele llegar hasta ellos, es interesante la presencia de un sistema de energía solar por distintas razones. Algunas de ellas son: asegurar el consumo eléctrico cuando hay cortes en la red o bien recurrir a una fuente *gratuita* y limpia de producción energética y aprovechar la ubicación de la instalación para la demostración y divulgación del uso de energías alternativas para fines concretos.



Respecto a la situación energética de los campos de cultivo es conocido el frecuente aislamiento de la red eléctrica. Frente a esta situación, la mayor parte de agricultores han recurrido al uso de grupos electrógenos para abastecer sus consumos, siendo en este sector donde cabe ubicar las grandes potencialidades de un sistema de riego abastecido por fuentes renovables; refrendado por el progresivo encarecimiento de los hidrocarburos que facilita la amortización de implementar una tecnología limpia de forma más rápida y la mejora del ratio coste / beneficio ambiental.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

-INFORME ENERGÉTICO – -Monte Julia -

ANEXO: Memoria de cálculo



El presente anexo pretende detallar con mayor profundidad el procedimiento seguido para el cálculo del grado de autoabastecimiento energético en base a energías renovables que se ha obtenido en los prototipos instalados en el marco del Proyecto Optimizagua.



- Cálculo de la energía producida

Para el cálculo de la energía producida por los sistemas solares, se consideran los datos de partida que proporcionan las estaciones climáticas de los prototipos: cantidades mensuales totales de radiación incidente (en MJ/m²), medidas con células fotovoltaicas debidamente calibradas y diseñadas para ello. Por ejemplo, durante el mes de abril se registró en la estación climatológica un total de 614'8 MJ/m².



El resultado final se pretende dar en KWh, unidad energética comúnmente utilizada. Para ello hay que introducir una nueva unidad energética, factor de conversión intermedio, denominado *hora solar pico (hsp)*. Esta unidad, como indica su nombre, es el tiempo que correspondería a una hipotética irradiación constante del Sol de 1000 W/m². Se utiliza al ser este valor de irradiación el valor de referencia y de calibración en la producción de paneles fotovoltaicos. La equivalencia en este caso es la siguiente:



$$3'6 \text{ MJ} = 1 \text{ hsp}$$



Para el ejemplo del mes de abril,



$$614'8 \text{ MJ/m}^2 \cdot 1 \text{ hsp}/3'6 \text{ MJ} = 170'78 \text{ hsp}$$



Una vez convertidos todos los valores de radiación a hsp, se procede al cálculo de la energía producida en función de la potencia de los paneles solares instalados en cada actuación. En el caso de Monte Julia, el panel instalado es de 100 Wp, por lo tanto:



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

$170'78 \text{ hsp} \cdot 100 \text{ W} = 17078 \text{ Wh} = 17'08 \text{ KWh}$ de energía producida durante el mes de abril en esta localización.



Por último, este resultado corresponde a la energía neta producida, a la que se aplica un factor de rendimiento, dependiendo de las características de la instalación. En nuestro caso, la eficiencia del sistema instalado se ha estimado en un 85 %, por lo tanto el valor final de producción energética para el ejemplo del mes de abril es:



$$17'08 \text{ KWh} \cdot 0'85 = 14'52 \text{ KWh de producción neta de energía}$$

- Cálculo del consumo de energía



Para esta operación, se descompone el cálculo en dos partes, según si el consumo es el habitual para el sistema de control (consumo en condiciones de trabajo) o un consumo inferior por inactividad del sistema, que corresponde al estado de *stand by* del PC de la Estación Concentradora. La justificación de este procedimiento se expone a continuación.



El consumo en condiciones de trabajo corresponde a aquellas operaciones del sistema de control de riego que se repiten periódicamente para su seguimiento y control. Como se ha comentado, se ha contabilizado el tiempo que destina el sistema a las tareas de obtención, procesamiento y envío de datos teniendo en cuenta que esta operación se repite cada 15 minutos. Además, se contabiliza el tiempo dedicado a la gestión y control rutinario que realiza por GPRS el usuario del parque. La suma de estos tiempos resulta en el total de minutos al día durante los cuales el sistema de control (el PC de la Estación Concentradora) trabaja al 100 %, en pleno funcionamiento, y por lo tanto durante los cuales el consumo energético es mayor. Ello supone un 23'3 % del tiempo de un día.



Por otra parte, el resto del consumo corresponde al tiempo durante el cual el PC del sistema de control permanece inactivo, y por lo tanto en estado de *stand by* y tiene un consumo energético considerablemente inferior. En *stand by* el consumo del sistema se reduce hasta más de $\frac{3}{4}$ partes del consumo condiciones normales de trabajo. El tiempo de funcionamiento en este estado supone el restante 76'7 % del día.





-INFORME ENERGÉTICO – -Monte Julia -

OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

Así, en el ejemplo del mes de abril, el consumo debido al funcionamiento al 100 % del sistema (23'3 % del tiempo de un día, que podemos trasladar al tiempo de todo el mes) es de 8'45 KWh, mientras que el consumo del sistema en *stand by* (el restante 76'7% del tiempo) es de 4'16 KWh. Se obtiene un total de 12'61 KWh. Esta cifra es muy parecida en el resto de los meses, variando solamente en función de los días que tiene cada mes.



- Nivel de autoabastecimiento energético

Para el cálculo del nivel de autonomía del sistema se divide la energía producida por la energía consumida por el equipo, y se multiplica por cien para obtener valor en porcentaje. Con este proceso no se tiene en cuenta la capacidad de almacenamiento de la batería (su tiempo de descarga) para situaciones climatológicas desfavorables, que se estima de tres días de autonomía. Consecuentemente, se simplifica el cálculo y se obtienen unos resultados de autonomía energética ligeramente inferiores a los reales para los meses más desfavorables en lo que respecta a la radiación incidente.

Para el ejemplo del mes de abril, partiendo de una producción de 14'52 KWh y un consumo de 12'68 KWh, el grado de autonomía –sin considerar la capacidad de acumulación-, es de:

$$(14'52/12'68) \cdot 100 = 116'35 \%$$

Se demuestra así que el grado de autoabastecimiento por energía solar es completo, como se concluye con este informe.

