



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO



INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO



Índice

PRESENTACION	1
1 OBJETO	3
2 CONSIDERACIONES GENERALES	3
3 SÍNTESIS DEL PROYECTO Y OBJETIVOS PERSEGUIDOS (LF)	3
4 LABORES PREVIAS AL DESARROLLO DE LA LOGICA DE FUNCIONAMIENTO.....	4
5 CRITERIOS DE SELECCIÓN TECNOLÓGICA APLICADOS.....	4
6 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REALIZADOS (END)	4
7 ROL DE INTERNET EN EL DESARROLLO DE LA (LF).....	5
8 TECNOLOGÍA APLICADA Y DESCRIPCIÓN DE LA LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO	5
9 EJEMPLO DE DISPOSICIÓN DE DISPOSITIVOS EN ZONA DE ACTUACIÓN	9
10 DESCRIPCIÓN LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO	10
10.1 Ciclo conexión (modalidad automática):.....	10
10.2 Ciclo desconexión (modalidad automática):.....	10
10.3 Ejemplo de funcionamiento.....	11





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO

1 OBJETO

El objeto del presente informe es definir de manera clara y concisa la lógica de funcionamiento del prototipo, tecnología aplicada y ciclos de conexión y desconexión contemplados.



2 CONSIDERACIONES GENERALES

De forma complementaria a los puntos anteriormente mencionados y con el objetivo específico de facilitar su comprensión, resulta necesario exponer brevemente los siguientes puntos:

- Objetivos perseguidos por la lógica de funcionamiento (LF).
- Labores previas al desarrollo de la (LF).
- Criterios de selección tecnológica aplicados.
- Ensayos no destructivos realizados.(END)
- Rol de Internet para el desarrollo de la (LF).



3 SÍNTESIS DEL PROYECTO Y OBJETIVOS PERSEGUIDOS (LF)

El proyecto pretende demostrar ahorros significativos de agua (horquilla entre 35/50%) en diferentes usos de riego a través de la experimentación de modelos basados en prototipos que combinan e integran aplicaciones inteligentes, dispositivos de energías limpias (eólica y solar para alimentación de dispositivos) y sistemas tradicionales de regulación hídrica con tradición histórica.

La experimentación de dichos modelos se hará efectiva a través de cuatro acciones piloto orientadas a testar y validar los prototipos, sistemas y aplicaciones en función de diferentes usos de riego (agricultura, zonas verdes públicas y zonas verdes privadas), necesidades hídricas por tipos de cultivos (evapotranspiración), pluviometrías medias y dimensionamientos por superficies.

La tecnología aplicada y su lógica de funcionamiento se dirige tanto a optimizar la captación y regulación hídrica óptima de aguas pluviales para usos de riego (sistemas de recogida y almacenamiento con tradición histórica), como a corregir desvíos de aportes hídricos superiores a necesidades hídricas por cultivos, así como a optimizar consumos suprimiendo riegos ineficientes en condiciones climatológicas adversas y en función de las demandas de aportes hídricos existentes en cada momento.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO

4 LABORES PREVIAS AL DESARROLLO DE LA LOGICA DE FUNCIONAMIENTO

Para la configuración y desarrollo del prototipo base y lógica de funcionamiento se han establecido diferentes áreas tecnológicas de estudio ; autómatas programables –PLC- , dispositivos de clima , dispositivos de energías alternativas, sistema de acumulación de aguas pluviales , sondas de nivel , contadores y transmisión de datos (red radio).

Se han acotado las bases de testado, definido los parámetros agronómicos, necesidades hídricas, duración del ciclo de vida de los cultivos, definición de la calidad óptima de los cultivos, dimensionamiento de la superficie de captación de pluviales, cubicaje de los aljibes partiendo de la pluviometría media de la zona, identificación y minimización del despilfarro hídrico del sistema de riego propuesto o existente en las zonas experimentales definiendo como puntos críticos; la precisión del riego, uniformidad, escurrientías y eficiencia global.

Finalmente se ha desarrollado software capaz de informar y calcular:

- Necesidades hídricas netas de los cultivos (césped, trigo y maíz) a través del cálculo de la evapotranspiración (ecuación de Penman)
- Cálculo de las necesidades brutas de riego.
- Cálculo de las necesidades netas de riego.
- Generación de calendarios de riego e informes (alarmas, eventos..)
- Gráficas de datos meteorológicos.

5 CRITERIOS DE SELECCIÓN TECNOLÓGICA APLICADOS

Identificadas las áreas tecnológicas participantes en el desarrollo del prototipo base y lógica de funcionamiento se ha procedido al análisis y testado de las mismas aplicando como criterios de selección; compatibilidad entre dispositivos-elementos y sistema, interacciones funcionales y físicas entre elementos, flexibilidad, complejidad operativa, eficiencia en rendimientos y consumos, ratio coste beneficio medioambiental.

6 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS REALIZADOS (END)

Las pruebas realizadas en el taller de integración han reflejado un elevado nivel de eficiencia y consumo del prototipo, tanto los dispositivos de clima como la estación meteorológica y la red de radio funcionan plenamente a través de energías renovables. Los resultados de los ensayos no destructivos (pruebas de flexibilidad y simulación de situaciones extremas) son satisfactorios. El prototipo en su conjunto posee un elevado nivel de integración, fiabilidad y optimo ratio coste beneficio ambiental.



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO

7 ROL DE INTERNET EN EL DESARROLLO DE LA (LF)

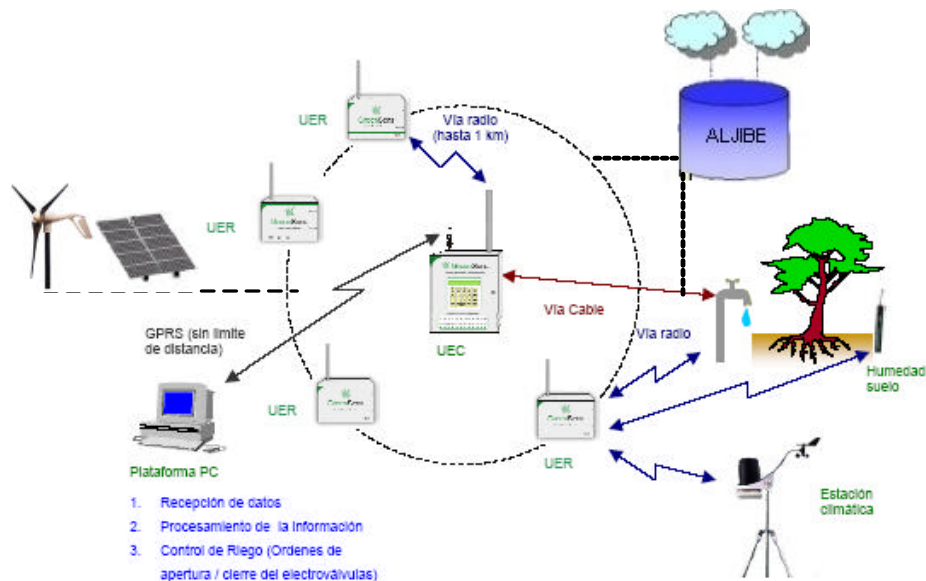
Gracias a las últimas tecnologías de transmisión (GPRS, GSM,SMS) el prototipo es capaz de transmitir de forma transparente y permanentemente datos (24 horas). Con el objetivo específico de mejora de resultados y optimización del ratio coste/ beneficio medioambiental se han desarrollado herramientas informáticas que permiten desde la página web www.life-optimizagua.org las siguientes acciones:

- Visualización del valor de los sensores en tiempo real.
- Acceso remoto para la emisión de informes (gráficas, informes).
- Visualización gráficos históricos.
- Exportación de información a excel.
- Gestión de alarmas para envío por SMS y e-mail.
- Configuración de los parámetros umbrales de funcionamiento.

8 TECNOLOGÍA APLICADA Y DESCRIPCIÓN DE LA LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO

Los productos tecnológicos participantes son :

- Unidades estaciones remotas (UER)
- Estaciones concentradoras (UEC) de las comunicaciones de última generación (vía radio y GPRS)
- Programadores locales integrados en las UEC
- Estación central a través de un servidor de la empresa.





Unidad Estación Remota (UER)

Unidad remota para el control de 8 electroválvulas y la adquisición de datos de clima y suelo:

- **Clima:** temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar, etc.
- **Suelo:** humedad del suelo y temperatura del suelo.

Características principales:

- Control de hasta 8 electroválvulas.
- Hasta 8 entradas analógicas y 8 digitales.
- Comunicación vía radio, sin licencia, a las frecuencias de 433 MHz.
- Alimentación mediante placa solar.
- Memoria interna: 256 registros (para cada variable).
- Frecuencia de muestreo: variable de 2 a 59 segundos.
- Reloj en tiempo real con alarma programable.
- Lectura de datos manual o automática.
- Modo en reposo: con conexión programable y desconexión automática.
- Posibilidad de trabajo en red de hasta 99 estaciones (ampliable).
- Indicado on/off de funcionamiento (piloto naranja de “espera orden o ejecutar”).



Unidad Estación Concentradora (UEC)

La estación concentradora es una unidad de enlace entre la estación central (servidor) y las estaciones remotas. Estas estaciones se encargarán de la gestión y control de las estaciones remotas y de la comunicación con la estación central (servidor). En la estación concentradora están integrados el programador de electroválvulas y la consola del programador que permite controlar la apertura o el cierre de 24 electroválvulas.

Características principales:

- Basada en PC embebido



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

- Comunicación con la EC (servidor) vía GPRS (internet).
- Comunicación con las estaciones remotas vía radio a 433 MHz o cable RS-232.
- El programador de electroválvulas y su consola están integrados en la UEC.
- Controla la apertura o el cierre de las 24 electroválvulas.
- Reloj en tiempo real con alarma programable.
- Memoria para dos horarios (diarios o modificables por el usuario) de riego independientes para cada electroválvula



Estación Meteorológica

La estación meteorológica compacta forma un conjunto de sensores integrados que combina pluviómetro de cazoletas, sensor de presión atmosférica, sensor de temperatura y humedad, anemómetro de viento (dirección y velocidad), sensor de radiación solar en un solo kit.

Características principales:

- Sensores:

- Viento: 0.9-78 m/s
- Radiación solar: 0-1500 W/m²
- Temperatura aire: - 45, 60 °C
- Humedad relativa: 0-100 %
- Presión atmosférica: 880- 1080 hPa
- Precipitación: 0,2 mm/pulso

- Memoria interna: 256 registros (para cada vari
- Frecuencia de muestreo: variable de 2 a 59 segundos
- Lectura de datos manual o automática.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO

Sonda de humedad de suelo

Sonda capacitiva para lectura del contenido volumétrico de agua en suelo. La relación se presenta en relación 0 – saturación, ésta depende del tipo de suelo y puede oscilar entre el 30% y el 50 %.

La sonda permite conocer la capacidad real de retención hídrica del suelo, con lo que obtenemos la influencia real en los riegos aplicados.

Características principales:

- Intervalos de medida: 0 – saturación en contenido volumétrico de agua
- Tiempo de respuesta: 10ms
- Precisión: $\pm 3\%$ típico / $\pm 1\%$ con la calibración de suelo
- Resolución: 0.002m³/m³
- Tensión de salida: Suelo seco: 375 - 1000mV
Aire: 255-260mV
- Voltaje de entrada: 2VDC @ 3mA / 5VDC @ 7mA
- Voltaje de salida: 10-40% de tensión de entrada (250-1000mV si la tensión de entrada es 2500mV)
- Temperatura de funcionamiento: 0-50°C
- Dimensiones:
Modelo EC1: 10"(25.4cm) Largo x 1.25"(3.17cm) Ancho x 1.5mm Grosor.
Modelo EC-10: 5"(15.5cm) Largo x 1.25"(3.17cm) Ancho x 1.5mm Grosor.
- Longitud de cable: 3.28m standard



Estación Central

La estación central está formada por la plataforma PC y un receptor (modem GPRS). La plataforma PC está basada en un ordenador PC (con sistema operativo Windows 98, NT, 2000 o XP) y el software de Programación y Gestión de Riego. Sus características principales son :

- Ofrece 3 modalidades de programación:

Manual: Permite seleccionar manualmente la apertura o el cierre de electroválvulas.

Automática: Permite actuar inteligentemente el riego según el calendario de riego propuesto por el sistema obtenido a partir de los parámetros



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

climáticos (temperatura de ambiente, precipitación, etc.) y la ecuación Penma.

- Registro de históricos configurable.

- Control para evitar riego innecesario (interrumpirá el riego cuando llueva o cuando la humedad de suelo supere a un nivel de saturación).

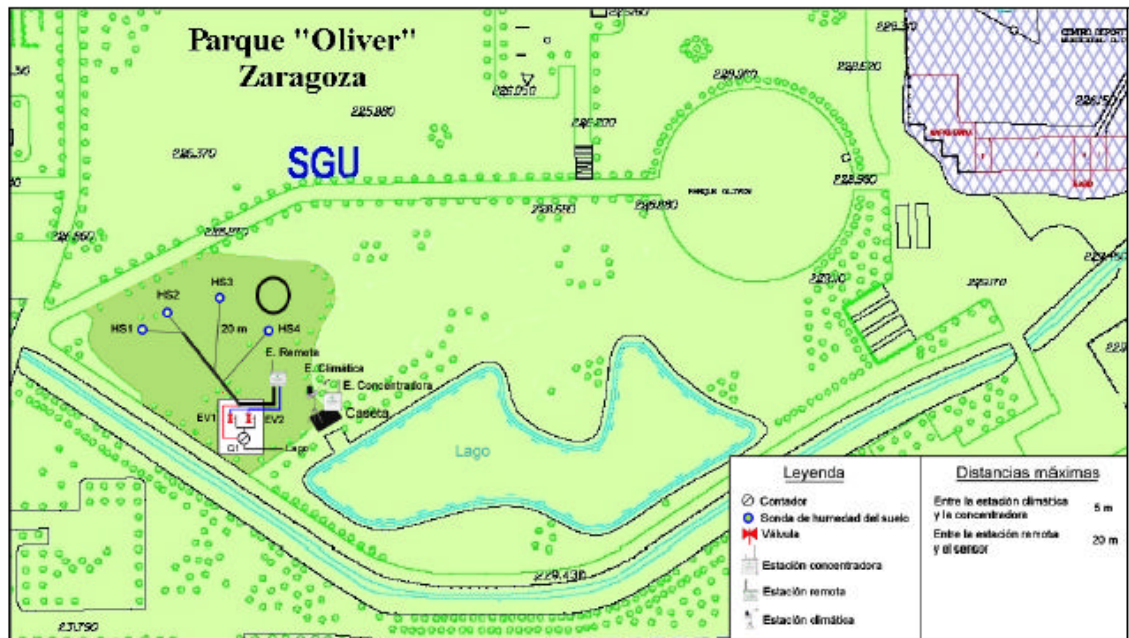
Opción Servidor Web: control mediante navegador con la posibilidad de restringir las monitorizaciones para cada usuario.

-Alarmas y eventos.

Unidad remota control de aljibe

Electroválvula que permite la apertura y cierre del aljibe. Los valores off/on se configuran desde la EC.

9 EJEMPLO DE DISPOSICIÓN DE DISPOSITIVOS EN ZONA DE ACTUACIÓN



Parque Oliver Zaragoza



10 Descripción lógica de funcionamiento (modalidad automática)

La lógica de funcionamiento desarrollada permite gestionar eficientemente el riego según el horario de riego obtenido a partir de los parámetros climáticos (humedad relativa, temperatura, presión, etc.) y de los parámetros previos obtenidos a través de la ecuación de Penman.

La LF se desarrolla en dos fases: en la primera de ellas se realiza un análisis continuo de las condiciones exteriores (temperatura, precipitación, velocidad y dirección del viento) a través de la estación climática (EC). En la segunda fase la EC contrasta los resultados de las estimas de riego (necesidades hídricas) ofrecidas por la ecuación de Penma. De forma continua, vía cable o radio según convenga la estación de clima y la (UER) envían señales a la estación central (EC), seguidamente los valores son procesados y en función del resultado (ecuación Penma y sensores) se activa el ciclo de conexión ó el ciclo de desconexión. Estas decisiones de conexión y desconexión de riego son llevadas a cabo por las (UER).

10.1 Ciclo conexión (modalidad automática):

En condiciones normales (ausencia de restricciones impuestas) la Estación Central (EC) activará el ciclo de riego siempre que los valores aportados se ajusten a la siguiente lógica:

El resultado de la ecuación de Penma haya proyectado la necesidad de realizar un aporte hídrico, los registros de temperatura (riesgo de helada, evaporización excesiva, efecto lupa), viento (velocidad y dirección) y precipitación (ausencia de lluvia), sean idóneos. Cuando estas condiciones coincidan, la Estación Central (EC) solicitará información respecto a la cantidad de recurso hídrico disponible en aljibe, si existe recurso hídrico almacenado tomará primero de él y comenzará la actividad de riego; si éste resultase insuficiente finalizará la actividad del riego con recursos hídricos procedentes de la red de riego habitual. De forma continua la sonda de humedad informara a la EC el valor real de retención hídrica del suelo, con lo que en todo momento se conocerá la influencia real en los riegos aplicados y su ajuste con las estimaciones realizadas bajo la ecuación de Penma.

10.2 Ciclo desconexión (modalidad automática):

En condiciones normales (ausencia de restricciones impuestas) la estación central (EC) activará la desconexión del riego, siempre que:

La sonda de humectación corrobore que el registro es el mínimo requerido



(nivel de saturación); de igual modo se producirán desconexiones en el instante que cualquiera de las variables establecidas (temperatura, viento, humectación o precipitación) no respeten la lógica preestablecida.

10.3 Ejemplo de funcionamiento

1º- Supongamos una temperatura ambiente de 15°C, velocidad del viento igual a 4 km/h, ausencia de lluvia, reservas hídricas en aljibe de 5 metros cúbicos, césped, ETP = 6 l/m² y día.

2º Las consignas de funcionamiento impuestas a través de la consola del programador de riego, interface sondas de humedad e interface estación climática son :

DISPOSITIVOS	PARÁMETROS	VARIABLE DESIGNADA	CONSIGNA DE FUNCIONAMIENTO
Sonda de temperatura	Temperatura ambiente	Ta	> 8°C y < 25°C
Anemómetro	Velocidad del viento	Vv	< 15 km/h y > 0 = a 0 Km/h
Veleta	Dirección del viento	Vd	
Sensor de lluvia	Precipitación	Pp	1= Precipitación 0= Ausencia de precipitación
Sensor de nivel	Nivel de agua en aljibe	Na	1= Existencia de recurso hídrico 0= Ausencia de recurso hídrico
Sonda de humectación	Humectación de la tierra	*Hc	1= Saturación 0= 30 %
Nivel aljibe	Reservas hídricas	Na	1= Existencia de reservas hídricas 0= Ausencia de reservas hídricas

*Con el objetivo de recoger plenamente la variabilidad sujeta a la experimentación se instalará una sonda de humectación por cada sector de riego, previamente acotado en función del cultivo, necesidades hídricas, tipo de riego y características morfológicas de la subzona. Para el ejemplo supongamos 1 único sector (0) y 1 única sonda de humectación.

1º Fase (Análisis de las condiciones exteriores)

-La estación climática (EC) de forma continua contrastara los registros con los valores de consigna, continuando con el supuesto imaginemos los siguientes valores :



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME TECNICO SOBRE LÓGICAS DE FUNCIONAMIENTO

- $T_a = 15^{\circ}\text{C}$
- $V_v = 4 \text{ Km/hora.}$
- $P_p = 0$



Seguidamente la estación central (EC) activara la **2º Fase (necesidades hídricas del cultivo)**, para ello contrastara el valor de la estimas de evapotranspiración (ecuación de Penma) y elaborara el calendario de riego. Supongamos una (ET) de 6 litros/metro cuadrado y día. Seguidamente el sistema calculara el tiempo de riego y caudal necesario para satisfacer la ET del cultivo previamente estimada y lo fijara dentro del calendario de riego. En el siguiente paso la Estación Central (EC) preguntara a la Unidad Remota de Aljibe (URA), supongamos para el presente ejemplo que la $URA = 1$, por consiguiente la EC activará el riego tomando primeramente el agua del aljibe, si se da que con los 5 metros cúbicos no son satisfechos las necesidades hídricas (evapotranspiración, tiempo de riego, caudal..), el sistema continuara el riego tomando el agua de la red convencional. El riego se desactivara según calendario de riego, es decir, las necesidades hídricas mínimas del cultivo han sido satisfechas.

De forma continua la sonda de humedad y la Estación Climática informan a la Estación Central (EC), en el instante en que una de las consignas predefinidas es superada la Estación Central (EC) activara el ciclo de desconexión. De esta forma se imposibilita la generación de los despilfarros más comunes asociados al riego (riego con precipitación, riego con vientos superiores a 20 km/h, efecto lupa, cambios de dirección de viento (aspersión)...). La EC registrara las causas de la activación del ciclo de desconexión, mostrara alarmas y realizara informes.

