



ASOCIACIÓN PROFESIONAL AGRARIA
XÓVENES AGRICULTORES



*SWAP: Sistema de Telemetría basado en redes WSN para
Agricultura de Precisión en Galicia*

Memoria Descriptiva

Expediente: PR519A - 2010 - 618
Axudas Empresa Dixital - 2010



Índice

1.	<i>Presentación</i>	3
2.	<i>Descripción</i>	3
3.	<i>Socios do Proxecto</i>	4
4.	<i>Resultados Conseguidos</i>	5
5.	<i>Obxectivos e Retos Tecnolóxicos</i>	6
6.	<i>Máis Información</i>	9

1. Presentación

O proxecto **SWAP** “Sistema de Telemetría baseado en redes WSN para Agricultura de Precisión en Galicia” xurde da necesidade do sector agrícola galego por innovar nos seus procesos produtivos e incrementar as prácticas agrícolas baseadas na agricultura de precisión mediante a incorporación dunha tecnoloxía facilitadora: as redes de sensores sen fíos.

Liderado pola Organización Profesional Agraria Xóvenes Agricultores-ASAJA GALICIA, o proxecto conta con dous socios tecnolóxicos especializados coma o Instituto Tecnolóxico de Galicia (ITG) e a empresa Wireless Galicia S.L., sendo financiado pola Secretaría Xeral de Modernización e Innovación Tecnolóxica da Xunta de Galicia na súa convocatoria de axudas “Empresa Dixital” de 2010.

O sistema SWAP **fará posible que** os datos de evolución de parámetros críticos da explotación agrícola (humidade, luz, radiación solar, temperatura do solo e ambiental, contido de auga do terreo) sexan accesibles polo xestor do cultivo en todo momento e lugar mediante calquera dispositivo con acceso a internet (PDA, móbil, PC,...), puidendo tomar decisións no intre preciso ao tempo que reduce os custos de explotación e mellora a eficiencia do cultivo. E todo iso cun custo de implementación moi reducido en comparación coas solucións de cable tradicionais ou outras tecnoloxías sen fíos como o GPRS.

2. Descrición

O proxecto SWAP diseña e desenvolve unha solución de telemetría baseada en redes de sensores inarámicas (**tecnoloxía WSN**, Wireless Sensor Networks) que facilita as técnicas de **agricultura de precisión**, un tipo de agricultura máis respectuosa co medioambiente, xa que realiza as aplicacións de insumos (fertilizantes, fitosanitarios, auga, etc.) segundo as necesidades do cultivo, o que repercute tamén nun aforro de custos.

O aspecto diferenciador e innovador desta iniciativa é a adaptación da tecnoloxía WSN ás características particulares das explotacións galegas, onde o emprego das técnicas da agricultura de precisión é practicamente nulo debido ás barreiras á innovación que tradicionalmente tivo o sector (falta de información, pouca cultura de innovación, baixa penetración das TIC, escaseza de recursos) e ás particularidades e problemática que presentan as explotacións galegas (tipoloxía de cultivos, complexidade da orografía, dispersión e minifundismo).

A solución tecnolóxica proposta permite obter unha maior eficiencia dos cultivos e da calidade da produción porque é posible medir todo tipo de variables e parámetros cun nivel de detalle que ata agora resultaba imposible acadar. O seu baixo custo de instalación e mantemento permite establecer unha elevada cantidade de puntos de medida do solo, da pranta e do seu contorno e é unha alternativa efectiva para a detección temperá das xeadas, o control de pragas ou a caracterización do clima dunha zona para predecir a calidade dunha colleita.

Esta información, ademáis de obterse en tempo real, é accesible dende calquer lugar vía internet ou mediante dispositivos móbiles, e permite ademais o envío de alertas por mail ou SMS sobre calquera incidencia que teña lugar na explotación.

3. Socios do Proxecto



Xóvenes Agricultores-ASAJA GALICIA, organización profesional agraria que agrupa aos pequenos e medianos empresarios agrícolas, gandeiros e forestais de Galicia, lidera este desenvolvemento dando resposta ás necesidades de todos os seus asociados, dende os propietarios de minifundios que de xeito individual non disporían dos recursos precisos para acometer este investimento, ata os propietarios de explotacións máis grandes, que aínda que sí poderían afrontala, disporán dunha ferramenta máis potente, escalable e flexible ante futuras evolucións do seu negocio.

O firme compromiso desta organización coa superación das barreiras de entrada á innovación no sector (falla de información, escaseza de recursos e baixa penetración das TIC) refórzase con esta iniciativa que se engade aos servizos permanentes que prestan as súas 24 oficinas nas catro provincias galegas en temáticas coma accións formativas, asesoramento legal, fiscal e técnico ou xestión administrativa e asesoramento técnico.

Para acadar os obxectivos marcados, Xóvenes Agricultores-ASAJA GALICIA conta con dous socios tecnolóxicos especializados coma son o Instituto Tecnolóxico de Galicia (ITG), centro tecnolóxico con ampla traxectoria na investigación, desenvolvemento e aplicación de redes WSN de baixo custo en diversos sectores industriais; e cunha PEME galega, WIRELESS GALICIA S.L., que atesora unha dilatada experiencia no eido das comunicacións sen fíos, sendo as redes de sensores inarámicas unha das principais apostas tecnolóxicas dentro das súas liñas de traballo.



Fundado en 1991, o ITG conta cun sólido equipo multidisciplinar de 30 profesionais con experiencia acreditada en diversos ámbitos tecnolóxicos (telecomunicacións, enerxía, medioambiente, edificación e construción, desenvolvemento de software, innovación empresarial e I+D) e cunha

ampla traxectoria na implantación de solucións concretas de monitorización e control en eidos coma a xestión ambiental (contaminación na auga e no aire), a eficiencia enerxética, a calidade do proceso constructivo, o control de parámetros críticos en espazos confinados (humidade, temperatura, calidade do aire) ou a agricultura de precisión, entre outros.

Ademais da súa marcada orientación á satisfacción das necesidades empresariais, ITG é un Centro integrado en redes de traballo nacionais e Internacionais, o que lle permite estar á vangarda do coñecemento e participar en proxectos de I+D colaborativa con entidades nacionais e de países coma o Reino Unido, Italia, Portugal ou Francia.



Pola súa banda a empresa Wireless Galicia, nacida no ano 2004 coma compañía especializada en tecnoloxías sen fíos, centra a súa actividade no deseño, instalación e mantemento de redes para empresas e administración pública, complementando esta actividade co desenvolvemento de software a medida e portais Web. Destaca pola súa prolífica contribución ó I+D+i galego, liderando desde o seu nacemento proxectos en colaboración con centros tecnolóxicos, grupos de investigación e empresas. Cunha activa participación nos principais foros e eventos a nivel nacional e europeo, na actualidade focaliza

os seus esforzos no ámbito da agricultura intelixente, fogar dixital, turismo e E-Health, liderando o grupo TIC-Saúde da plataforma tecnolóxica das TIC Vindeira.

4. Resultados Conseguidos

Como resultado principal se obtivo o deseño e desenvolvemento dunha solución de telemetría baseada en redes sensores inarámicas (*tecnoloxía WSN*, Wireless Sensor Networks), como ferramenta facilitadora de técnicas de *agricultura de precisión (AP)*, para a súa aplicación á mellora do rendemento e eficiencia de cultivos en *explotacións agrarias de Galicia*, contribuíndo así ao desenvolvemento dunha *agricultura sostible*.

Co sistema SWAP desenvolvido é posible que os datos de evolución de parámetros críticos da explotación estean accesibles polo xestor do cultivo en todo momento (tempo real), lugar (remotamente a través de Internet) e a través de calquera dispositivo (PDA, móbil, PC,...), todo iso cun mínimo impacto, baixo consumo e baixo custo (en comparación con outras tecnoloxías sen cables como o GPRS), de maneira que poida tomar decisións a tempo.

O alcance do proxecto comprendeu a validación do desenvolvemento mediante probas en campo en ámbitos típicos de aplicación. As tres entidades participantes nesta validación pertencen á Organización Profesional Agraria de Xóvenes Agricultores (ASAJA GALICIA):

1. **COOPERATIVA CONDES DE ALBAREI.** Situada en Cambados (Pontevedra), pertence á Denominación de Orixe Rías Baixas e agrupa preto de 400 viticultores e 300 hectáreas de viñedos cunha produción media de 2 millóns de botellas.
2. **ADEGAS GUÍMARO.** Situada en Sober (Lugo), pertence á Denominación de Orixe Ribeira Sacra e posúe actualmente unha capacidade de 50.000 litros.
3. **INVERNADOIROS HORSAL (SISÁN).** Referencia do sector hortícola en Galicia con 190 socios repartidos en cinco concellos do Salnés e máis de 190.000 metros cadrados de explotación de invernadoiros.

Resúmense a continuación as principais funcionalidades e innovacións que incorpora o sistema SWAP desenvolvido:

- a. Sensorización avanzada de variables (fisiolóxicas, do substrato, ambientais, meteorolóxicas, xeofísicas, biolóxicas, ...) mediante a integración de redes embebidas de sensores sen cable, WSN, capaces de enviar a información capturada en tempo real á estación base, sen necesidade de cableado, que en situacións é prohibitivo e inviable. Estes novos nodos sensores inarámicos están equipados cun microprocesador que permite a súa operación en modo interactivo a través de algoritmos de comunicación entre sensores e entre estes e a plataforma de monitorización baseada en servizos web.
- b. Visualización e integración de información cos datos capturados pola rede de sensores, mediante o uso dunha arquitectura WOA (Web Oriented Architecture), permitindo realizar análise e representación avanzada dos datos, así como disparo de alertas, a través de navegadores e ferramentas de propósito xeral en contexto Internet.

- c. Arquitectura de captación de datos robusta e eficiente para o despregamento da rede de sensores, apta para soportar os requirimentos de autonomía, autoconfigurabilidade e autosuficiencia enerxética no contexto de aplicación indicado.
- d. Arquitectura de comunicacións End-to-End que permite acceso en tempo-real á información mediante conexión da rede WSN a redes públicas móbiles e/ou fixas, empregando tecnoloxías de radiofrecuencia (Wi-Fi, Wimax Fixo/Móbil, GPRS -3 G) que dependen das características concretas de aplicación (dispoñibilidade de redes de operadores para acceso a Internet).

Cabe destacar o importante labor de difusión, formación e transferencia tecnolóxica realizada a través de diferentes accións e medios: *Publicacións Técnicas (Congresos e Webs)*, *Prensa (Voz de Galicia)*, *Televisión (TVG)*, *Internet e Presencial (Xornadas e Reunións)*.

5. Obxectivos e Retos Tecnolóxicos

Como resultado final obtívose unha "solución de telemetría baseada en redes sensores inarámicas (**tecnoloxía WSN**, *Wireless Sensor Networks*), como ferramenta facilitadora de técnicas de **agricultura de precisión (AP)**, para a súa aplicación á mellora do rendemento e eficiencia de cultivos en **explotacións agrarias de Galicia**", contribuíndo así ao desenvolvemento dunha **agricultura sostible**", sendo este o obxectivo principal perseguido.

Para iso cumpríronse os obxectivos concretos formulados na solicitude:

5.1. Caracterización de Explotacións Agrarias. Ámbito de Aplicación

Levou a cabo unha análise das explotacións galegas dende o punto de vista da Agricultura de Precisión baseada en técnicas de telemetría, obtendo unha metodoloxía para caracterizar as mesmas en canto a tamaño, variabilidade do terreo e tipoloxía de cultivo, co obxecto de abordar aspectos como o tipo de parámetros a monitorizar e a zonificación ou división do terreo cultivado en unidades de medida.

Analizouse ademais o papel das cooperativas agrarias na implantación desta tecnoloxía, concluíndo que o seu rol é clave en aspectos como a toma de decisión e a achega de recursos, sobre todo nunha rexión como Galicia caracterizada polo pequeno tamaño das explotacións. A rendibilidade da solución tecnolóxica é moito maior se se adopta dende unha perspectiva global (conxunto de explotacións con características similares) que dende a individual (parcelas dun único propietario), debido a que se reducirían custos de investimento, explotación e mantemento, posto que unha mesma solución técnica daría cobertura a diferentes propietarios, podendo así compartir os custos asociados.

Co obxecto de que o traballo sirva de guía para todos aqueles empresarios que decidan introducir técnicas de agricultura de precisión baseadas en monitorización remota de parámetros, toman como punto de partida tres escenarios representativos das explotacións galegas, diferentes tamaños de explotacións, diferentes tipoloxías de cultivos e diferentes ámbitos (exterior, interior-controlado):

- ADEGAS GUÍMARO (RIBEIRA SACRA): Explotación Vitivinícola de gran tamaño e orografía accidentada

- COOP. CONDES ALBAREI (SALNÉS): Conxunto de Explotacións Vitivinícolas de pequeno tamaño
- INVERNADOIROS HORSAL (SALNÉS): Invernadoiros (ámbito controlado). HORTICULTURA

5.2. *Deseño, Desenvolvemento e Validación de Arquitectura de Referencia*

Validouse unha arquitectura de sistema baseada en tecnoloxía WSN e adaptada á problemática particular da agricultura en Galicia (complexidade da orografía, dispersión dos cultivos e minifundismo fundamentalmente). Para iso abordouse o deseño, desenvolvemento, implementación e validación (mediante probas en campo) dun prototipo funcional.

A aplicación específica é o parámetro máis restritivo á hora de abordar o deseño dunha WSN, xa que define todo o desenvolvemento posterior. Neste sentido superáronse varios retos relacionados coa eficacia, auto organización, robustez e diversidade axeitadas (novos deseños hardware, arquitecturas de rede, algoritmos, arquitecturas software).

Na figura seguinte preséntase un esquema da arquitectura final desenvolvida.

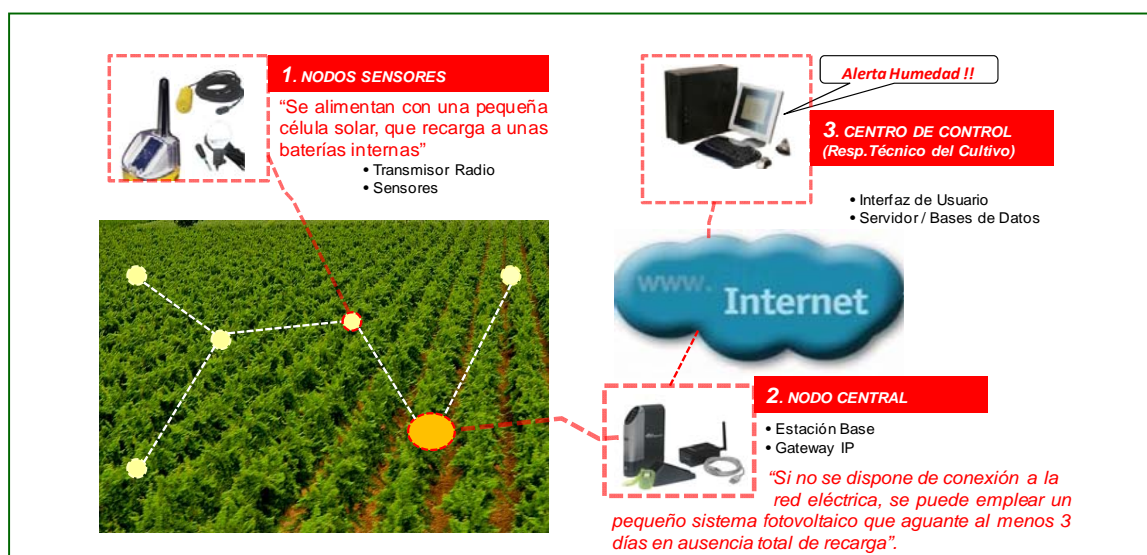


Fig. 1 Esquema Xeral da Solución Tecnolóxica

A continuación resúmense as tarefas realizadas.

B.1 Tecnoloxía e Deseño WSN

Abordouse o deseño dunha rede WSN con obxectivos de robustez, escalabilidade, flexibilidade e baixo consumo que responda ás necesidades concretas do ámbito descrito e de acordo co deseño realizado acometeuse o desenvolvemento dun prototipo que permitise validar o sistema en distintos escenarios reais.

B.2 Validación

Co obxecto de abranguer unha ampla mostra do mercado/usuario final abordáronse 3 escenarios pilotos diferentes para estas probas considerando aspectos como tipo de cultivo, xeografía, clima, tamaño de explotación, exterior/controlado:

- COOP. CONDES ALBAREI. Salnés, Viticultura, Cooperativa, Ámbito Exterior
- ADEGAS GUÍMARO. Ribeira Sacra, Viticultura, Grande Explotación, Ámbito Exterior
- INVERNADOIROS HORSAL. Salnés, Horticultura, Cooperativa, Ámbito controlado

Mediante probas das condicións reais de funcionamento comprobouse a fiabilidade e adecuación do desenvolvemento. A continuación resúmense os diversos aspectos validados:

- Correcto funcionamento das capacidades sensoriais. Proboouse a validez das medidas obtidas polos sensores desenvolvidos para as aplicacións identificadas.
- Comprobación da autoconfiguración e alcances das comunicacións da WSN. A configuración da rede con topoloxía de malla-estrela, foi probada en diferentes escenarios probando a súa capacidade para autoconfigurarse ante diversos obstáculos característicos dos ámbitos onde vaian ser instalados. Ademais probouse a súa fiabilidade fronte a posibles fallos de nodos intermedios (routers).
- Estudio do consumo enerxético: tempo de vida ilimitado. No caso dos nodos finais compróbase que a duración máxima de baterías sen recarga solar (3 días e medio segundo as probas efectuadas por Wireless Galicia é suficiente para que a través das placas solares o seu tempo de vida sexa ilimitado.
- Probas dos algoritmos de monitorización de estado do cultivo. O sistema central, que recibirá as medicións de todos os sensores do sistema, debe procesar esta información mediante un algoritmo que permita predicir situacións susceptibles de ser informadas ao xestor do cultivo e xerar as alarmas axeitadas.

Esta fase de validación estenderase ao longo de 2011 co obxecto de dispoñer de información dunha campaña completa, identificándose como períodos de grande interese o da primavera-verán (sobre todo para o sector vitivinícola, previo á vendima).

B.3 Validación. Fase 2 con Recursos Propios

Neste punto é importante resaltar que xa se comezou a realizar unha segunda validación do sistema, en concreto das capacidades sensoriais, máis alá do proxecto financiado (con RECURSOS PROPIOS), pois se considera de **interese analizar datos dunha tempada completa**, identificándose como período de grande interese o da primavera-verán (sobre todo para o sector vitivinícola, previo á vendima). Para iso trabállase cun equipo técnico formado por:

- Técnicos de ASAJA
- Responsables técnicos dos cultivos
- Asesores Externos: etnólogos, profesionais universitarios (Agrónomos), etc.
- Persoal de ITG e Wireless Galicia

5.3. Especificación de normas e pautas para o despregamento de rede e o seu mantemento

A validación do prototipo desenvolvido permitiu extraer diversas conclusións para a súa adecuación a cada ámbito específico:

- A análise das prestacións da rede (alcance entre nodos, autonomía,...) nos diferentes ámbitos e escenarios formulados permitiu obter normas para o despregamento de rede
- Intervalos de mantemento, é posible definilos en función do consumo enerxético dos diferentes nodos
- Aproximación de custos de implantación. Os prototipos desenvolvidos, mantemento asociado e estudo do despregamento da rede, constitúe información moi útil e necesaria para estimar os custos dun proxecto concreto. No apartado 4.5.2 indícanse os parámetros variables a ter en conta en cada instalación á hora de realizar unha estimación de custos; ademais inclúese información de referencia sobre o PVP aproximado dunha instalación concreta

5.4. *Transferencia Tecnolóxica ao Sector. Disseminación e Formación*

Deuse especial importancia ao labor de disseminación, transferencia e formación, mobilizando para iso recursos e medios a diferentes niveis:

- Publicacións Técnicas en Congresos (nacionais e internacionais)
- Internet: Web de Proxecto, Webs dos Socios, Medios Electrónicos
- Prensa: Voz de Galicia
- Televisión: Televisión de Galicia (TVG)
- Presencial: Xornadas e Talleres de Formación e Difusión tanto públicos como individualizados

6. Máis Información

- Instituto Tecnolóxico de Galicia (ITG): Analía López · 981 173 206 · afidalgo@itg.es
- Wireless Galicia: Xurxo Cegarra González · 986 113 273 · xcegarra@wirelessgalicia.com