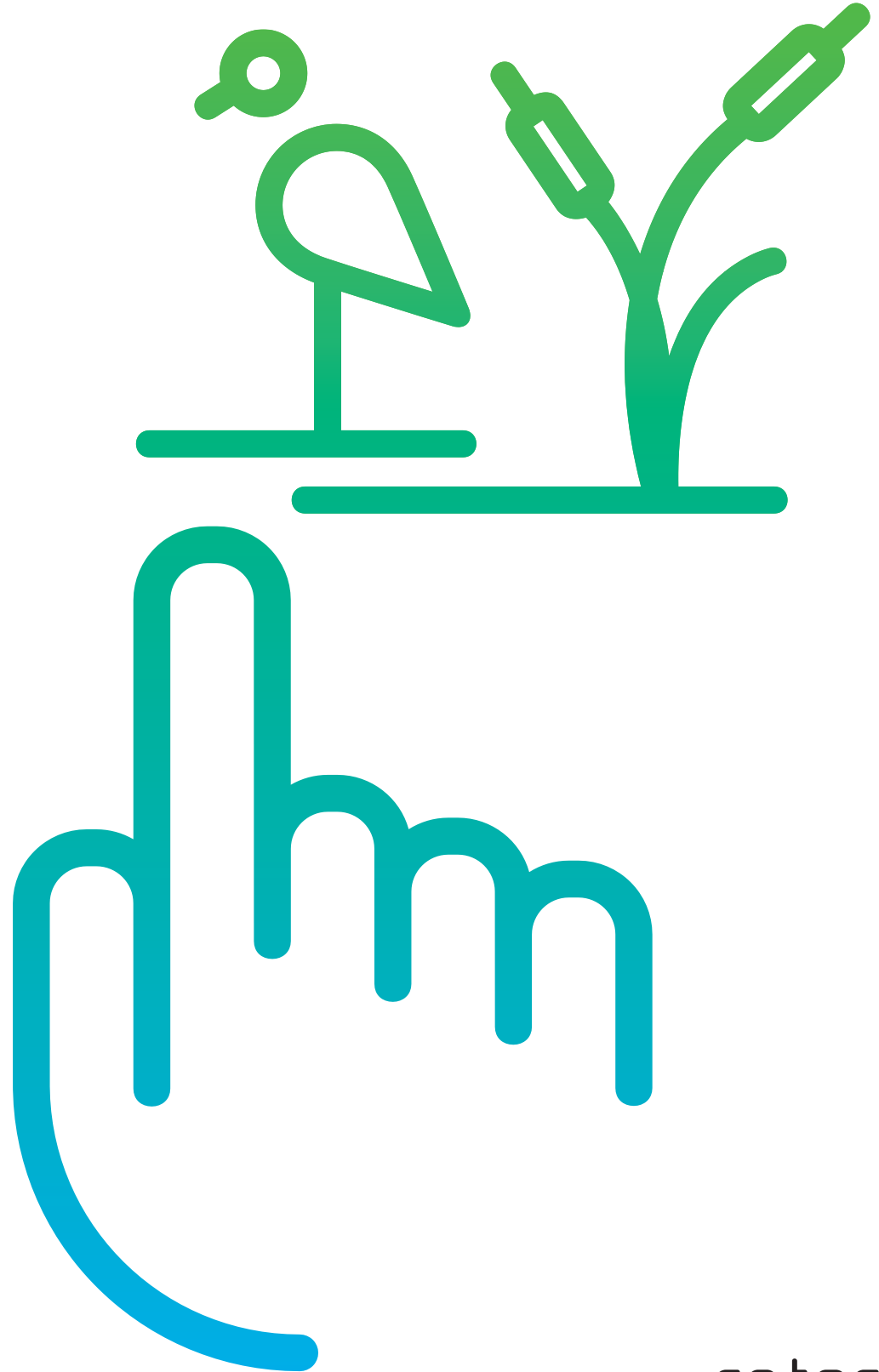


# Infraestructura Científica y Tecnológica Singular en la Reserva Biológica de Doñana



# Infraestructura Científica y Tecnológica Singular en la Reserva Biológica de Doñana



La aplicación de las últimas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones al ámbito de Medioambiente están permitiendo lo que para la comunidad científica era un sueño: **mostrar la vida en directo.**

En un escenario como el **Parque Nacional de Doñana**, con una extensión de 50.720 hectáreas repartidas entre las provincias de Huelva y Sevilla, formando un mosaico de ecosistemas (playas, dunas, cotos, marismas, etc.), acogiendo numerosas especies de aves acuáticas y especies en peligro de extinción como el águila imperial ibérica y el lince ibérico, es donde más sentido cobra la dificultad de una observación exhaustiva y constante tan necesaria para entender los procesos naturales y para protegerlos.

La **Estación Biológica de Doñana (EBD)** es un Instituto de Investigación perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Entre sus atribuciones está la de conservar y favorecer la investigación de calidad en la Reserva Biológica de Doñana (RBD), declarada **Patrimonio de la Humanidad** en 1994 y considerada como uno de los espacios naturales más importantes del mundo. Asimismo, en este mismo año, la RBD fue incluida entre los grandes espacios científicos de la Unión Europea.

En abril de 2006, la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación y Ciencia español (CICYT) aprobó el reconocimiento como **"Infraestructura Científica y Tecnológica Singular"** (ICTS) a la Reserva Científica de Doñana.

La ICTS se crea con dos objetivos fundamentales:

- **Dotar de modernas infraestructuras de comunicaciones y equipamientos científicos a la Reserva** que permitan automatizar y estandarizar el seguimiento de procesos naturales y desarrollar actividades de investigación que no se podían hacer en otras situaciones.
- **Dar acceso y acogida a estas instalaciones a la comunidad científica española y del resto de países de la UE** para desarrollar actividades de investigación.

Para acometer el primero de estos objetivos, **SATEC ha diseñado y desplegado una solución global**, cubriendo todos los aspectos necesarios para el máximo aprovechamiento, en todos los sentidos, de un entorno tan importante y singular como es Doñana.

# Objetivo

El objetivo principal del “Proyecto Doñana” desarrollado por SATEC es dotar de infraestructuras tecnológicas y sistemas de información a la ICTS de Doñana para la investigación científica que permita la captación de información basada en sensores remotos sobre fisiología y metabolismos de plantas y suelos, meteorología, flujos de carbono, seguimiento de vertebrados e insectos, niveles y calidad de las aguas superficiales y subterráneas, caudales, actividades humanas y numerosos procesos biológicos relacionados con la atmósfera, flora, fauna y geos.

Esta infraestructura está conectada a una **moderna red de voz y datos** que posibilita a los usuarios acceder gratis libremente, en remoto, desde cualquier lugar y en tiempo real, a las bases de datos del sistema así como intercomunicarse entre sí. Estas bases de datos facilitan gran diversidad de información, desde las imágenes en directo a través de cámaras de vídeo digitales (diurnas o nocturnas), hasta las más complejas como más de 400 parámetros que constituyen los sistemas de seguimiento de fisiología de plantas, flujos de carbono y datos sobre el agua en los ecosistemas de Doñana.

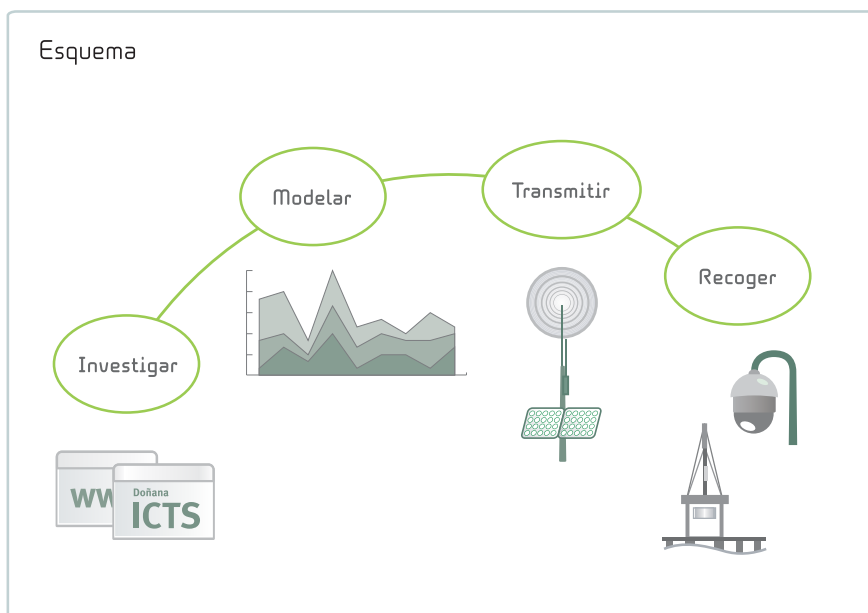
Adicionalmente, se considera un objetivo relevante servir de puente entre la comunidad científica y la sociedad, haciendo accesible

el conocimiento científico mediante la divulgación de la Ciencia sin perder su rigor.

Dado el delicado equilibrio de un hábitat tan complejo y para el completo éxito del “Proyecto Doñana”, entre los requisitos principales, se incluía en el análisis cada detalle para causar el mínimo impacto en el Parque tratando, en la medida de lo posible, de integrar los componentes en el entorno utilizando **tecnologías limpias y renovables**, como la energía solar.

En este proyecto, SATEC contempla el diseño y despliegue de una red multisensorial de seguimiento de procesos naturales junto con los servicios y aplicaciones para la explotación y consulta de los datos. En este sentido, además de realizar el diseño y despliegue de la red de datos, de la red de sistemas y almacenamiento y el desarrollo de las aplicaciones, SATEC integra un amplio conjunto de dispositivos de medida (sondas, caudalímetros, cámaras, radares, RFID, etc.) procedentes de diferentes fabricantes de instrumental científico, con el objetivo de definir los servicios para el **control y seguimiento de procesos**.

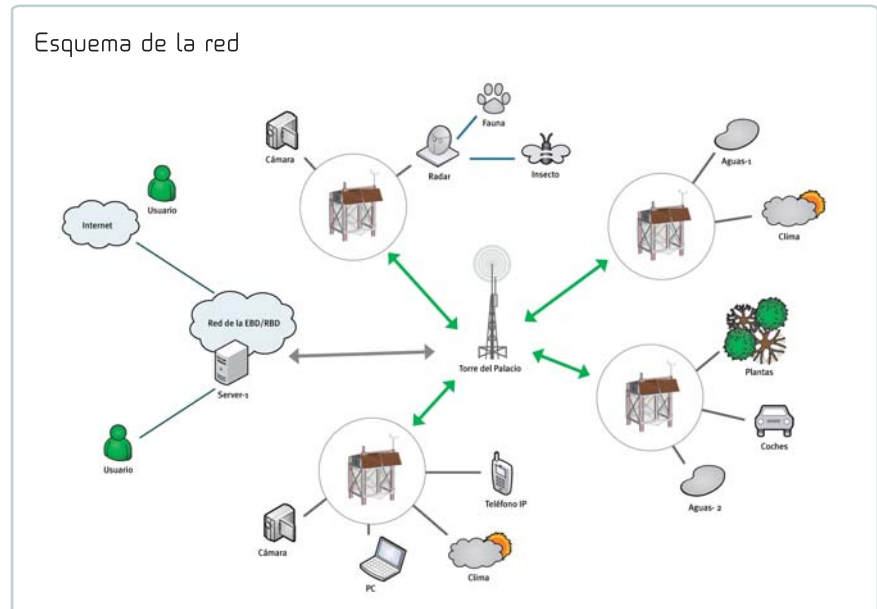
La solución final recoge la información procedente de los sensores, cámaras, PDA's, etc., que la transmiten al centro de datos donde es tratada gracias a aplicaciones que la filtran y almacenan y, finalmente, divulgada vía web para el uso de científicos así como la observación en directo del Parque.



# Descripción de la solución

## 1 - La base, una compleja red de comunicación

La red desplegada está basada en diferentes “tecnologías de transporte” (WiMax, Fibra Óptica, PLC, etc.) y, además de ser el soporte de los servicios de conexión en tiempo real (cámaras de vídeo, sondas de aguas, meteorológicas, de suelos, de plantas, etc.), también mantiene las aplicaciones tradicionales de acceso a Internet, telefonía IP, servicio de correo, etc. prestando servicio a la comunidad investigadora en campo así como a los habitantes del Parque de Doñana, un tanto distanciados del uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, para vincularles con éstas de un modo fácil y práctico.



## 2 - La vida “en directo”

En los extremos de la red de comunicaciones se han desplegado una serie de “estaciones base” diseñadas específicamente para recoger la información necesaria sobre el medio físico y biológico, causando el mínimo impacto medioambiental posible. A estas *estaciones base* llega directamente la información de cámaras y sensores de todo tipo lo que permite estudiar los siguientes

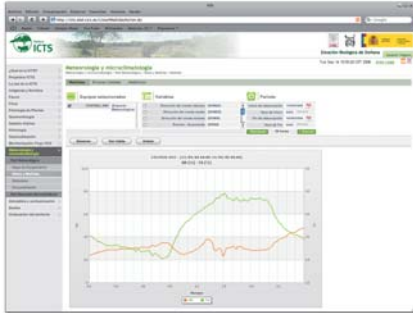
### Medio Físico

- **Seguimiento meteorológico:** miden temperatura y humedad relativa del aire, presión atmosférica, precipitación, velocidad y dirección del viento, etc.
- **Calidad del aire:** mediante una de las pocas torres de “EDDY Covariance” desplegadas en el territorio español, se toman datos (a una frecuencia de 20 muestras por segundo) de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, radiación, flujo de aire, etc. , junto con medidas de ozono troposférico. Esta es la **única instalación de este tipo de acceso público en el mundo.**
- **Seguimiento de procesos hidrológicos:** se controlan aguas superficiales, líneas de costa, sedimentación en las marismas, nivel de la capa freática, etc.

### Medio Biológico

- **Seguimiento de la flora:** sobre ciertas plantas catalogadas, se ha captado el flujo de savia, el potencial hídrico, la radiación fotosintéticamente activa (PAR), temperatura y humedad de la hoja, etc.
- **Seguimiento de la fauna:** se pueden observar hábitos y comportamiento mediante cámaras, seguimiento posicional mediante radio *tracking*, mediante RFID, análisis mediante audio. En ciertos casos, se han diseñado soluciones específicas para problemas concretos como las *unidades móviles autónomas* para el seguimiento del linco ibérico, polinizadores que, a través de energía solar y enlace de microondas, permiten su observación 24 horas en un entorno alejado de los tendidos de energía y comunicaciones.

# Conclusiones

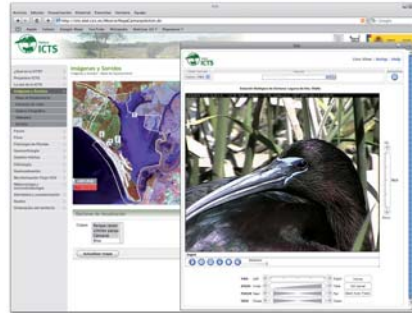


## 3 - Seguimiento y toma de datos de procesos naturales

Como se ha comentado anteriormente, toda la información automática, generada por la red de sensores, es recogida periódicamente, filtrada (por límites físicos de las variables y por límites biológicos) y sometida a controles de calidad de datos que pueden generar incidencias. Los sistemas de gestión de incidencias y alarmas abarcan tanto los avisos por superación de umbrales en los procesos naturales como los problemas en la red de comunicaciones o en los sistemas de información. Adicionalmente, la información procedente del seguimiento manual (con PDA's) en campo también es integrada y consolidada en el sistema.

La información es consolidada a diferentes frecuencias temporales, como registro histórico para el análisis de tendencias.

Una vez consolidada toda la información, se realizan los cálculos de variables derivadas siguiendo el *modelo de metadatos* sobre el que se han representado los diferentes procesos naturales.



## 4 - Divulgación de la información

Finalmente, toda la información se pone a disposición de la comunidad científica y de los ciudadanos a través del sitio web del ICTS de Doñana.

La necesidad de priorizar la actuación de la comunidad científica ha hecho necesario incluir un **sistema de gestión de perfiles de usuarios y reservas de uso exclusivo temporal del equipamiento**.

A través del sitio web, se accede a las aplicaciones de consulta con distintos tipos de selección y formatos de presentación para poder observar y estudiar la vida en directo.

SATEC ha integrado en este proyecto componentes de fabricantes como AKCP, tecnología WIMAX de Alvarion, Axis, BBE Moldaenke, Campbell Scientific, CISCO, Codar Ocena Sensors, Hewlett Packard, Li-Cor, Moxa, Network Appliance, Vaisala, YSI, etc.

Diseñar una solución como el "Proyecto Doñana" implica aunar un amplio abanico de conocimientos multidisciplinares y desplegarla ha constituido esta primera fase, teniendo en cuenta las posibles dificultades que un entorno, como es el Parque de Doñana, plantea para la realización de todo este tipo de tareas. Los pasos siguientes contemplan extender la cobertura de medidas y observaciones a otras zonas del entorno natural de Doñana, experimentar con nuevas tecnologías de observación y medida para ir incorporándolas, así como ir mejorando el complejo sistema de explotación de datos para hacerlo cada vez más cómodo y rápido.

Superados los primeros retos y conseguidos los objetivos, la recompensa es la total accesibilidad a un entorno único para todo el público. La experiencia en Doñana abre una puerta que permitirá observar y aprender con la menor interferencia humana y sin perjudicar el medio observado.

El futuro promete incorporar nuevos mecanismos de observación que aportarán más información, ampliando los conocimientos sobre todos los procesos naturales, información imprescindible para preservar entornos únicos como el Parque Nacional de Doñana y para aplicarlos en la lucha contra el cambio climático, la mejora de la gestión del agua y el control de especies en vía de extinción.

