

**ICTS (Instalación Científico Técnica Singular)**  
de la Reserva Biológica de **DOÑANA**. CSIC.

Ramón C. Soriguer  
Estación Biológica Doñana  
CSIC. Sevilla

CÁTEDRA TELEFÓNICA  
INTELIGENCIA EN LA RED  
19 de noviembre de 2009

MEC 2006-2010

### Instalaciones Científicas y Tecnológicas en España

La iniciativa del Gobierno denominada INGENIO 2010 incluye, dentro del Programa Consolider, la elaboración de un "Mapa de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares (ICTS)" 2005-2010. Se trata de un **programa de construcción a medio y largo plazo** de nuevas ICTS, debiendo entender por tales aquellas instalaciones que siendo **únicas** en su género, por sus características diferenciadas tanto en su diseño y construcción como en su uso y/o aplicaciones, prestan servicios a la comunidad nacional de científicos y tecnólogos, siendo herramientas esenciales para el desarrollo de una *investigación científica y tecnológica competitiva y de calidad*.

En España existen 24 ICTS reconocidas como tales por la Comisión Permanente de la CICYT

<http://www.micinn.es/ciencia/jsp/plantilla.jsp?area=instalaciones&id=21>

### ICTS Doñana

La EBD es un instituto de investigación perteneciente al CSIC que se dedica al estudio e investigación de la biodiversidad, en sus aspectos de historia natural, evolución, ecología, sistemática, biogeografía, genética y biología de la conservación y sus aplicaciones al manejo y conservación de la fauna y flora silvestres.

Consta de un centro de investigación con sede en Sevilla, de una Estación de Campo en Robledo, en el Parque Natural de las Sierras de Cazorla (Jaén).

La Reserva fue declarada por la UNESCO **Patrimonio de la Humanidad y de la Biosfera** en 1994 e incluida en el registro de los mayores Espacios Científicos de la UE.

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

3

### OBJETIVOS

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 podrían 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.

Estos dos objetivos generales se traducen en los siguientes objetivos concretos:

- Red de comunicaciones en el entorno natural
  - Equipamiento de sensores que permitan disponer de medidas detalladas a medio y largo plazo para poder observar tendencias y alertas biológicas
  - Sistema de almacenamiento, explotación y consulta de datos
  - Información disponible para todos

4

### Área de estudio

• Tourist urbanization  
 • Marshes  
 • Sand dunes  
 • Estuary & Wetlands  
 • National Park (537 km<sup>2</sup>)  
 • Natural Park (523 km<sup>2</sup>)  
 • Protection area (70 km<sup>2</sup>)  
 • ICTS platform (2736 km<sup>2</sup>)

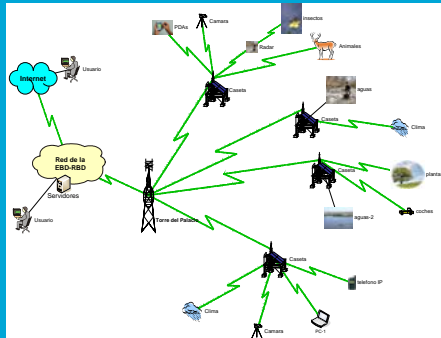
### CONTENIDOS DEL PLAN DE AUTOMATIZACIÓN: equipamientos

- La Red de voz y datos como infraestructura básica.
  - Topología física (distribución y diseño).
  - Voz : VoIP.
  - Datos. Correo. Internet.
  - Servicio de acceso a Internet a trabajadores y familias
- Geolocalización de personas (mapas online).
- Geolocalización de vehículos: Logires (RBD y EBD)
- Sistemas diversos de localización de fauna y flora:
  - FindAve (sistema automático). Micro y macro espacial.
  - Wifi Tag.
  - RFID
  - Radares armónicos.
  - Radares de superficie.
- Sensores de Imágenes y Sonidos.
  - Díurnos.
  - Nocturnos.

- Sensores de suelos.
- Sensores de meteorología
- Sensores de agua: Aguas continentales (profundas y superficiales) e intermareales.
- Sensores de actividad biológica de las plantas y suelos.
- Sensores atmosféricos: contaminantes
- Seguimiento manual de procesos naturales mediante PDA's
- Almacenamiento, tratamiento y recuperación de datos
- Disponibilidad y acceso.

6

### Esquema de funcionamiento de la instalación



7

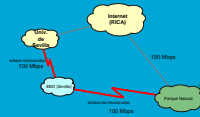
### Red troncal y Backbone



### Red de comunicaciones: columna vertebral del Plan de Automatización

- Enlace entre la RBD y la EBD.
- Backbone de la RBD (columna vertebral de comunicaciones).
- Conexión del CSIC en Bolín (100 Mbps).
- Conexiones con otras redes (Espacio natural, MMA, INTA, VPalma)

Diagrama de conexiones de Doñana



9

### Tecnologías de red

- Wireless
  - 5,4 GHz
  - Wi-Fi (2,4 GHz)
- Optica
  - Más de 7 kms de fibra óptica
- PLC (Power line Communications)
- Cableado en algunos edificios y la



### Enlace RBD con EBD



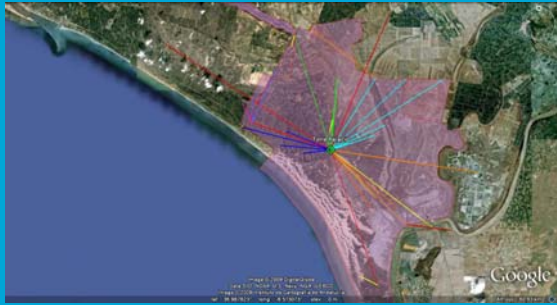
### Infraestructura de enlaces en el Espacio Natural

- Se usa tecnología de radioenlaces de 5,4 GHz en una configuración punto a multipunto
- Se divide el área a cubrir en 4 sectores de 90°, inicialmente.
- En cada sector conectan varias estaciones remotas que recogen el tráfico generado en la celda, entre otros, el tráfico Wi-Fi.



12

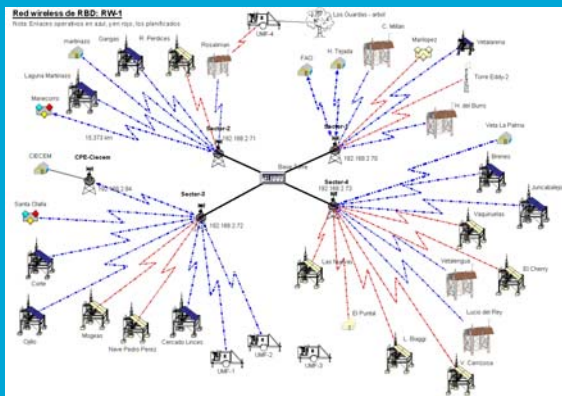
### Enlaces de actuales



### Cobertura actual



### Cobertura actual



### Casetas con alimentación fotovoltaica

- Unidad de paneles
- Regulador
- Baterías
- Inversor
- soporte



Futuro: eólica



### Unidad móvil fotovoltaica



- Paneles y baterías
- Radio
- Cámara
- Iluminadores IR
- sensores

### Cobertura futura 3ª fase

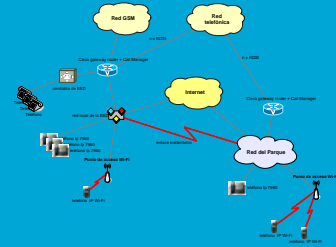


## Telefonía IP

Red de telefonía basada en IP (sobre la misma infraestructura de comunicaciones de datos), interconectando telefonía fija y móvil.

Teléfonos IP wi-fi

Esquema general de la telefonía



## Cámaras y sistema de vídeo



## Sistema de imágenes: Cámaras y vídeo

- La solución de vídeo para aplicaciones de videovigilancia, investigación y streaming se compone de distintos elementos que en conjunto permiten:
  - Acceso desde PC (web) o STB (setonbox para TV) al vídeo/audio y a las imágenes en vivo
  - Acceso desde PC (web) al vídeo/audio y a las imágenes grabadas
  - Provisión, despacho, y recepción de alarmas asociadas a eventos de interés en las imágenes o vídeo
  - Almacenamiento masivo y recuperación (vía web o por consola) de las imágenes y vídeo
  - Integración de los servicios de imágenes y vídeo para investigación con servicios web tanto para usuarios internos (autorizados), como externos (www u otras redes corporativas) integrando esta información gráfica en bases de datos con mayor alcance funcional a nivel científico.

21

## Cámaras vídeo

Actualmente hay 14 instaladas  
2 más en unidades móviles

Se permite, bajo autorización, el control remoto de PTZ en todas ellas.

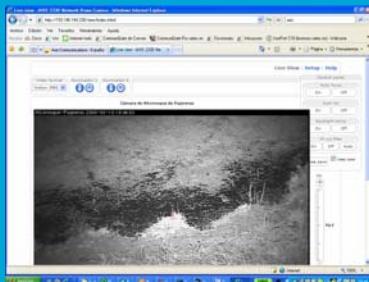
Control de apagado y encendido de iluminadores de infrarrojos desde las propias cámaras



22

## Iluminadores de infrarrojos

MFled  
Raymax



## Iluminadores de infrarrojos (con la UMF)



## Sistema de video



- VLC



25

## Cámaras actualmente en funcionamiento...



Más de 14 cámaras repartidas por el campo y lagunas.



26

## Cámaras actualmente en funcionamiento...



27

## Cámaras actualmente en funcionamiento...



28

## Cámaras infrarroja (termográficas)

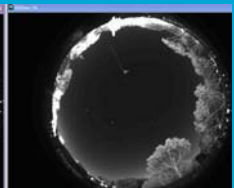
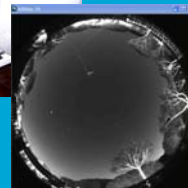
Visión nocturna: actualmente con iluminadores de infrarrojos



29

## Medidas de contaminación lumínica

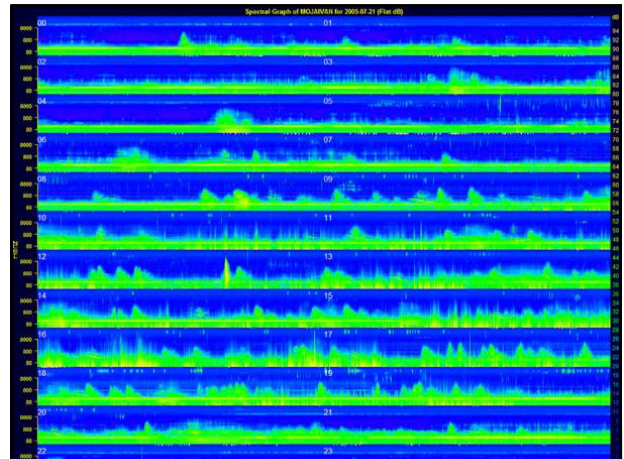
- Equipo desarrollado por el CAHA (Calar Alto) y Observatorio de Javalambre
- Se integrará este mes.
- RESERVAS STARLIGHT



## SONIDOS

Grabadoras de sonido.  
Seguimiento anfibios, aves, insectos.  
Ultrasonidos: murciélagos  
Matrices de biodiversidad

Almacenamiento y postprocesado para reconocimiento de especies y censado.



## Sistemas de sensores

### Estaciones meteorológicas (básicas)

#### Estaciones meteorológicas multisensor:

Combina los seis parámetros más esenciales de meteorología en un solo instrumento:

- Dirección y velocidad del viento.
- Precipitaciones.
- Presión barométrica.
- Temperatura.
- Humedad relativa



Actualmente 12 instaladas.

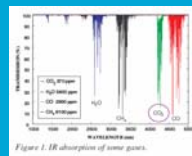
Mas 5 casetas con medidas de 5 variables



34

## SENSORES ATMOSFERICOS-CONTAMINACION

Ozono troposferico  
Insolación  
N2  
SO2  
CO2  
NO2  
SH2  
Partículas PM<sub>10</sub> y Benceno



35

### Estaciones de hidrología(1)

#### Red de monitorización de aguas superficiales

- Sonda de Conductividad y temperatura
- Sonda clorofila por fluorescencia y algas
- Sensor de ph y redox
- Sensor de oxígeno disuelto
- Sensor de turbidez
- Sensor de amonio
- Sensor para medir cloruros
- Sensor para medir nitratos
- PAR en el agua
- Niveles de lámina de agua
- Evaporación

Perfilador:  
en fase de diseño



36

## Estaciones de hidrología(2)

### Red de aguas profundas

Nivel (profundidad de la capa freática)  
Salinidad y conductividad

Integración de la red de sondas del IGME, CHG, JA, Flumen (UPC) y otras



37

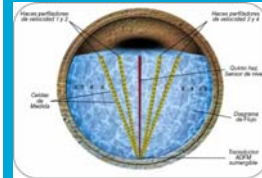
## Estaciones de hidrología(3)

### Sensores de cota:

- Ultrasonidos (6)
- Radar (1)

### Caudalímetros ultrasónico perfilador de velocidades por efecto doppler.

- Correntímetros y perfiladores de corrientes ADCP, mareógrafos, medidores de oleaje direccional ecosondas batimétricas



38

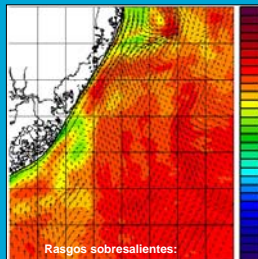
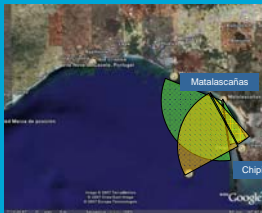
## Sistema de radares costeros: mapa de corrientes superficiales

### Objetivos del sistema de monitorización:

Generar mapas de vectores de corrientes superficiales en una franja de hasta 30 km de anchura desde tierra

El sistema tiene una resolución temporal treinta minutos y una resolución espacial radial de 500 m con un ancho de banda de 300 kHz

El sistema mide altura significativa, dirección y periodo del oleaje en un segmento alrededor de la estación radar



Rasgos sobresalientes:

Una red radar HF consta de al menos dos estaciones, la red puede ser ampliada en estaciones adicionales de forma flexible por etapas

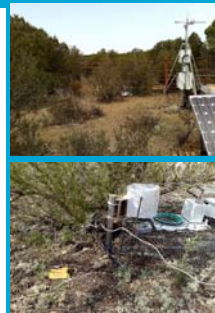
En Chipiona y Matalascañas se plantea un sistema Hi-Res de alcance 30 km y alta resolución 1000 m

En Mazagón e Isla Cristina se plantea un sistema SR de alcance 65 km y

## FISIOLOGIA/ACTIVIDAD DE LAS PLANTAS

- Sensores de flujo de savia
- Dendrómetros
- Potencial hídrico
- Radiación fotosintéticamente activa (PAR)
- Temperatura de la hoja
- Humedad de la hoja
- Pluviometría/intercepción

- Más de 90 sensores
- Ahora en una parcela de sabinar. Otra en instalación en la marisma y en un futuro habrá 3 más



40

## SENSORES SUELOS

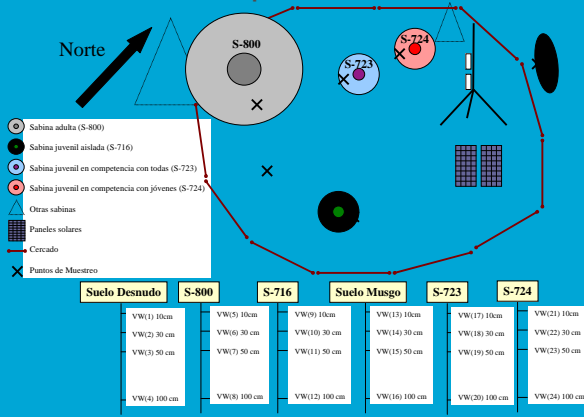
- Contenido volumétrico de agua
- Respiración
- Salinidad
- Lisímetro (ICT)
- Tensiometro (ICT)



41

## Humedad del Suelo: parcela del Corte

Norte



## EDDY Covariance

Una de las pocas torres de EDDY Covariance en España tomando datos a una frecuencia de 20 muestras por segundo de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, radiación, flujo de aire, etc. Segunda, en fase de montaje.



## Tecnologías ZigBee y RFID

Sensores de humedad y temperatura de suelos para el estudio de insectos  
Absorción del terreno



Sensores RFID para seguimiento de especies (murciélagos)



## Sistema de seguimiento automático de fauna

Seguimiento de emisores en 433,5 MHz (hasta 1000 canales).

Precisión de 1 a 10 metros en celdas de 10 x 10 kms

Transmisores de 1 a 10 gr, dependiendo de la autonomía deseada, y tipo de animal

Permite ver en tiempo real el recorrido de los individuos y almacenamiento en una base de datos, para posterior estudio.



## Sistema de seguimiento manual con PDA's

El seguimiento es un proceso de observación repetida en el espacio y en el tiempo, de uno o más elementos del medio.

**CyberTracker** y su integración con las bases de datos automatizadas, y explotación centralizada.

CyberTracker Conservation is a non-profit organisation whose vision is to promote the development of a worldwide environmental monitoring network.

Desarrollo especial



## Geolocalización Vehículos

### LogiRes

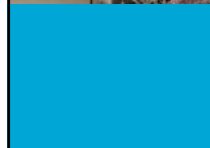
**LOGIRES** es un sistema de Información Integral para la Logística de Gestión de Vehículos desarrollado por la empresa Investblue Technology Design, S.L.

La plataforma de servicios LogiRes proporcionará funcionalidades de control de la flota de vehículos de la RBD.

La integración con este sistema, permitirá conocer en tiempo real datos de la flota: posición exacta, si está parada o en movimiento, la velocidad, y otra serie de características de interés.

47

## Ingeniería y servicios





## Ingeniería y servicios

Diseño de detalle de la red  
Configuración  
Diseño, instalación y configuración de los sistemas de almacenamiento y explotación de BB.DD.  
Desarrollo e integración de aplicaciones y portal de acceso a las mismas.  
Documentación y Formación  
Dirección de proyecto  
Mantenimiento y soporte

49

## Desarrollos e Integración

ICTS es un sistema que permite:

Centralizar la gestión y consulta de las mediciones realizadas por los equipos automáticos y los seguimientos manuales.

Valorar la calidad de los datos recibidos, ayudando así a detectar posibles malfuncionamientos en los dispositivos ó protocolos de medición y la generación de alertas biológicas y ambientales

Proporcionar una gestión integral de las incidencias.

Gestionar el instrumental conectado a la red y sus **metadatos**.

Gestionar los usuarios del sistema, así como las solicitudes administrativas de convocatorias de acceso a las instalaciones

50

## Funcionalidades del sistema

- Recolección periódica de datos de sensores
- Filtrado y controles de calidad de datos que pueden generar incidencias:
  - Filtrado por límites físicos de las variables y filtrado por límites biológicos
- Consolidación de datos a diferentes frecuencias y cálculo de variables derivadas
- Almacenamiento en BB.DD.
- Aplicaciones de consulta con distintos tipos de selección y formatos de presentación
- Gestión de incidencias y alarmas
- Gestión de perfiles de usuarios y reservas de uso exclusivo temporal del equipamiento.
- Gestión de metadatos
- Configuración y monitorización de procesos del sistema

## Filtrado de datos y consolidaciones de datos

- Filtrado y controles de calidad de datos que pueden generar incidencias:
  - Filtrado por límites físicos de las variables y filtrado por límites biológicos
- Consolidación de datos a diferentes frecuencias y cálculo de variables derivadas
  - Datos a frecuencia máxima
  - Datos horarios
  - Datos diarios
  - Datos mensuales
  - Datos anuales
- Almacenamiento en BB.DD

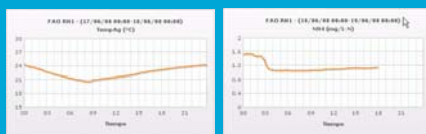


Mapa interactivo de mapas geográficos y sensores de agua de mar

52

## Subsistema de consulta de datos

- Aplicaciones de consulta con distintos tipos de selección y formatos de presentación
  - Presentaciones tabulares
  - Presentaciones gráficas
- Gestión de incidencias y alarmas
- Exportaciones de datos en formatos excel y pdf



53

## Desarrollos e integración

- El sistema tiene una arquitectura modular basado en estándares que facilita la creación de nuevas aplicaciones que satisfagan tanto las necesidades actuales como futuras. Sobre esta arquitectura se da cabida a las siguientes redes:
  - Red de observación meteorológica
  - Red de observación hidrológica
  - Red de fisiología de suelos y plantas.
  - Red de localización global de vehículos y personas
  - Red de localización global de animales
  - Red de localización y seguimiento de animales
  - Red de captación de imágenes
  - Otras redes futuras.
- Se integran en un único portal de acceso las distintas aplicaciones de consulta en tiempo real de los distintos sensores, así como la consulta de datos históricos obtenidos por los mismos

54

## Mantenimiento

- Vertiente estándar del mantenimiento de cualquier red
- Mantenimiento de las redes de sondas y sensores
- Calibraciones periódicas
- Entorno físico MUY hostil y de difícil acceso en muchos casos

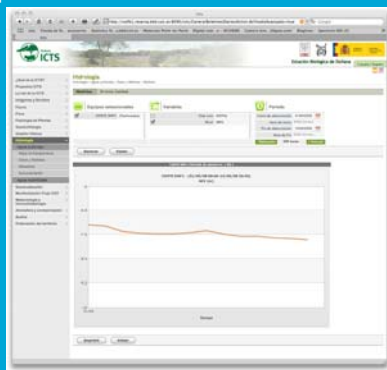


## Portal de la ICTS: acceso a toda la instalación

## Ejemplo de consulta: oxígeno disuelto



## Ejemplo de consulta: nivel freático

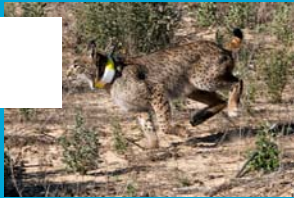


## Resumen

- Sistema compartido de personal.
- La EBD ha puesto su confianza en *Satec* como integrador para:
- Diseñar técnicamente, y desplegar la red de comunicaciones, de sensores, cámaras, etc.
- Integración e interconexión de equipamiento tremendamente diverso y de muchas tecnologías distintas, algunas muy novedosas.
- Diseño de infraestructuras
- Sistemas de información para la recogida y sistemas explotación de los datos
- Contribución de una gran cantidad de proveedores, fabricantes, etc.
- Uso de energías renovables, y poco o ningún impacto medioambiental
- En continuo crecimiento.
- En **ningún otro sitio** se está acometiendo un proyecto de medidas tan variadas y detalladas para tener datos de estudio, y lo que es más importante, en el humedal de mayor biodiversidad de Europa.

## Proyectos relacionados

- Proyecto Life-Lince



- Proyecto de monitorización de trampas del Centro de Referencia del Corzo
- Proyecto de estudio e instalación de sistemas de monitorización y comunicación inalámbrica, relacionados con la conservación de la flora y la fauna de Andalucía (CMA - JJ.AA.)
- Proyectos GPS-GSM
- Proyecto de radiolocalización automática



Preguntas y

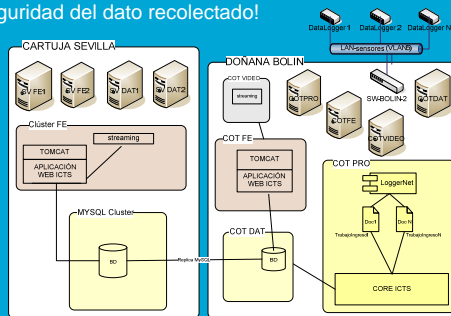
Gracias

62

## Arquitectura de sistemas

La seguridad del dato recolectado!

Arquitectura



63

## Diseño de detalle de la red y configuración

Diseño del plan de frecuencias

Estudio de potencias

Plan de direccionamiento

Diseño de la topología lógica de VLAN's

Plan de encaminamiento

Configuración del servicio de nombres

Servicio de DHCP

Diseño de la seguridad de red

Sistema de control de acceso y autenticación

Sistema de gestión y monitorización de red

64

## Tecnologías de sistemas y desarrollos

### Infraestructura base:

Soporte de datos del sistema: MySQL Cluster. Herramienta de mapeo: Hibernate

Procesos del núcleo del sistema: Pure Java

Aplicación web:

Cliente: Tecnologías HTML+AJAX y Macromedia Flash.

Servidor: Paradigma del Modelo-Vista-Controlador a través del framework de Struts, mediante clases Java+JSP.

Servidores con sistema operativo Red Hat Linux Enterprise Server, con tecnología de Red Hat Cluster para asegurar alta disponibilidad.

65

## Subsistema de gestión

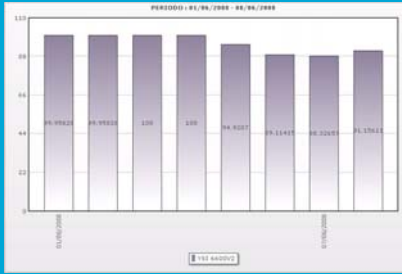


- Gestión de perfiles de usuarios y reservas de uso exclusivo temporal del equipamiento.
- Asignación de cada equipo a una o varias redes de observación para la estructuración de las consultas.
- Posibilidad de asignación del equipamiento a distintos operadores de mantenimiento
- Gestión de metadatos de los equipos y documentación de los mismos
- Configuración y monitorización de procesos del sistema

ICTS de Doñana

Gustavo Sánchez Gómez  
Satec

# Estadísticas de recolección



ICTS de Doñana

Gustavo Sánchez Gómez  
Sotec