



Università degli Studi  
di L'Aquila

Center of Excellence

**DEWS**

**Design Methodologies for  
Embedded controllers,  
Wireless interconnect and  
System-on-chip**

**3<sup>a</sup>**

**Conferenza  
Regionale  
Ambientale**

**17 Marzo 2005**

**Fabio Graziosi**

***Reti di Sensori Wireless per il  
Monitoraggio Ambientale***

# Organizzazione Centro DEWS

## Direttore

M.D. Di Benedetto

## Consiglio

E. Chiricozzi  
M.D. Di Benedetto  
M. Feliziani  
A. Germani  
F. Graziosi  
F. Santucci

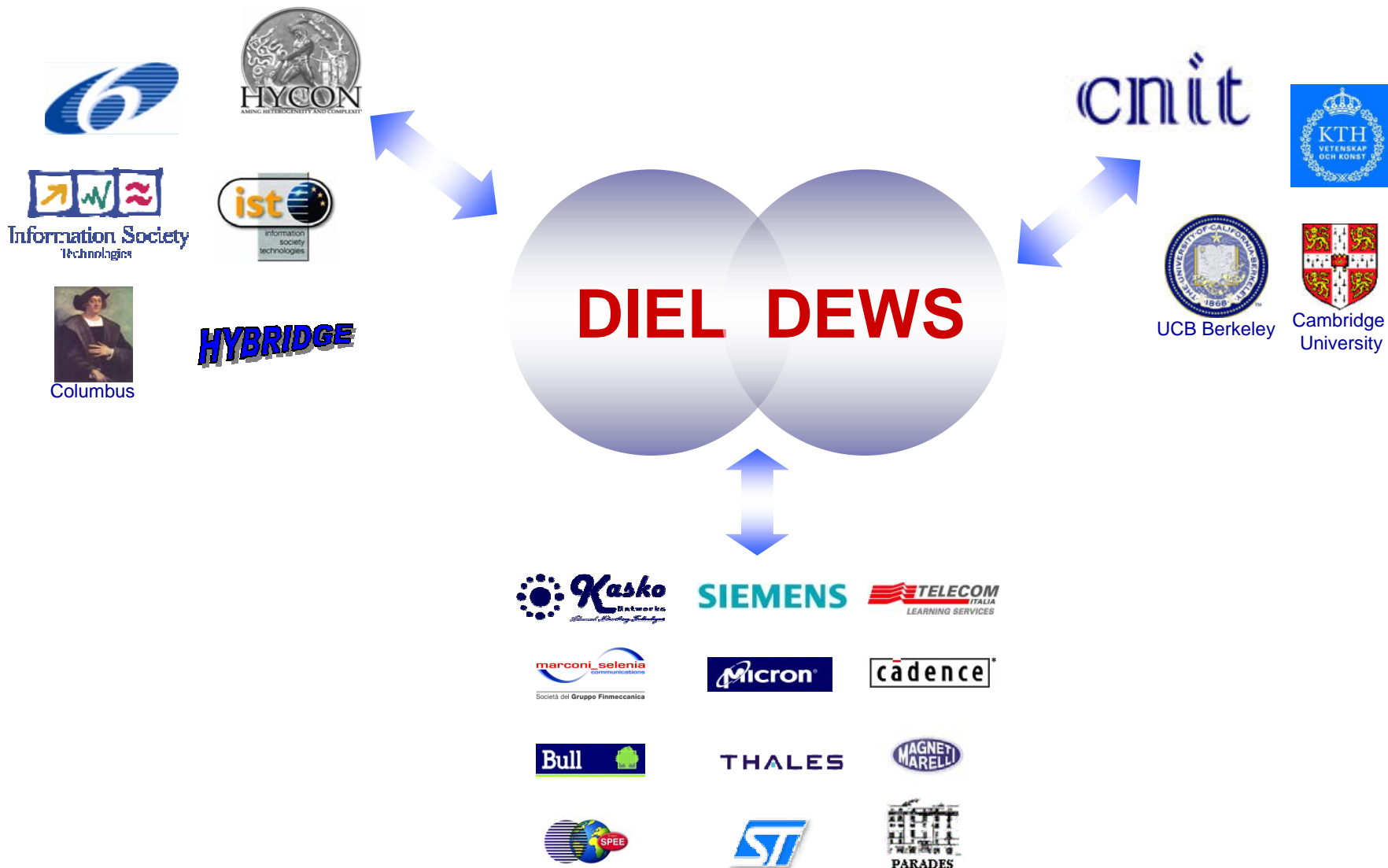
## Comitato Tecnico Scientifico

M. Montanari (Thales)  
A. Paoletti (URmTorVergata)  
M. Pennese (MM)  
P. Di Porto (UAq)  
P. Inverardi (UAq)  
M. Pelino (UAq)

## Comitato Consulenza Industriale

A. Sangiovanni (UCB&Parades, Chair)  
R. Paletto (STM)  
D. Pecchini (COMAU)  
J. Rabaey (UCB&BWRC)  
T. Vucurevich (Cadence)  
J. White (MIT)  
P. Wright (UCB)

# Rapporti con altri Enti e Istituzioni



# Personale

- 31 Docenti e Ricercatori
- 12 Collaboratori esterni (CNR, PARADES, Magneti-Marelli), 8 Personale altre Università, 12 Personale Università US e Europa
- 8 Titolari di borse di collaborazione
- 2 Personale amministrativo
- 15 Dottorandi e assegnisti (*attività di formazione*)

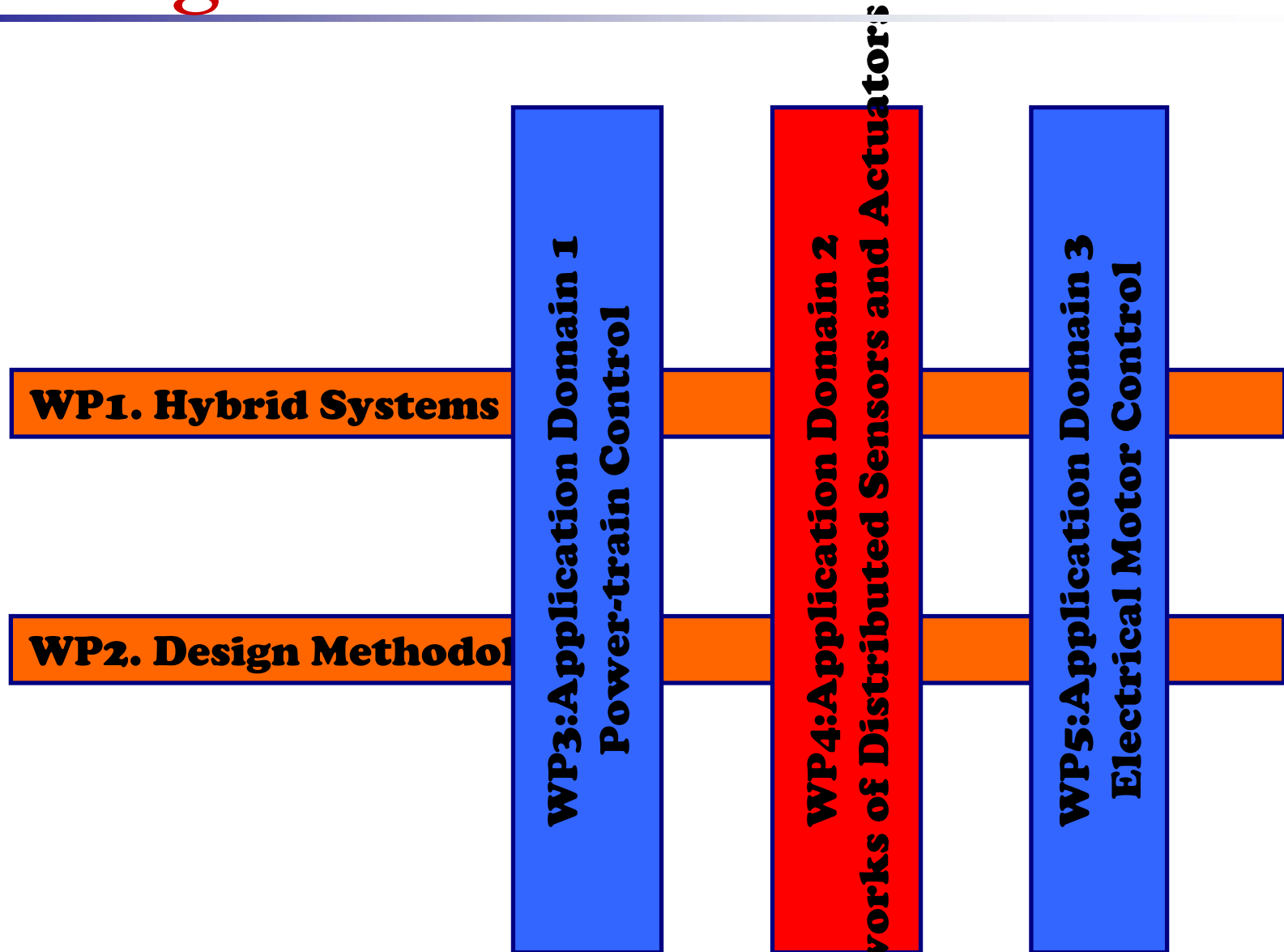
# Finanziamenti

● <b>Finanziamento MIUR + Ateneo</b>	<b>K€</b>	<b>500</b>
● <b>Progetti Europei</b>	<b>K€</b>	<b>730</b>
● Project IST-2001-38314 <b>COLUMBUS</b> Design of Embedded Controllers for Safety Critical Systems		
● Project IST-2001-32460 <b>HYBRIDGE</b> Distributed Control and Stochastic Analysis of Hybrid Systems Supporting Safety Critical Real-Time Systems Design		
● Project IST-511368, Network of Excellence <b>HYCON</b> Hybrid Control: Taming Heterogeneity and Complexity of Networked Embedded Systems		
● <b>Convenzione Magneti-Marelli – DEWS</b>	<b>K€</b>	<b>30</b>
● “Applicazione delle tecniche di controllo non lineare e ibrido alla progettazione di sistemi di controllo motore”		
<b>TOTALE:</b>	<b>K€</b>	<b>1260</b>

# Direzioni strategiche: sistemi embedded






- **Parte integrante di sistemi di uso comune, trasparenti per l'utente**
- **Settore trainante dell'industria elettronica nel futuro**
- **Scelta di aree di ricerca di competenza del nostro Ateneo**
- **Valore aggiunto nella maggior parte dei prodotti industriali e di consumo**
- **Rilevanza settori alta tecnologia (calcolatori, sistemi di telecomunicazione), e settori tradizionali (industria agro-alimentare, elettromeccanica, monitoraggio e controllo ambientale)**

# Organizzazione della ricerca





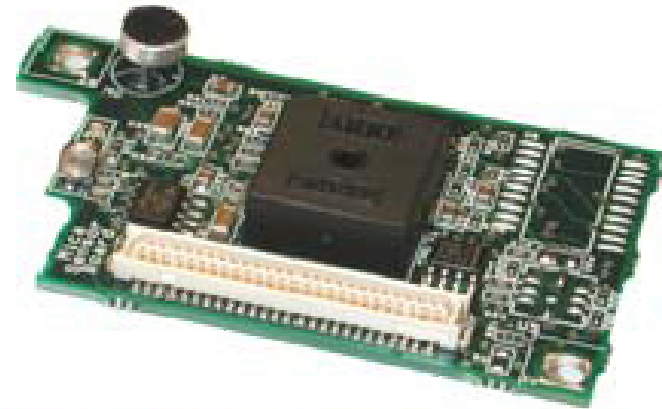
# Family of Motes

Mote Type	WeC	Renee	Mica	Mica2	Mica2Dot
					
Microcontroller					
Type	AT90LS8535	Atmega163	Atmega128	Atmega128	Atmega128
CPU Clock (Mhz)	4	4	4	7.3827	4
Program Memory (KB)	8	16	128	128	128
Ram (KB)	0.5	1	4	4	4
UARTs	1	1	2 (only 1 used)	2	2
SPI	1	1	1	1	1
I2C	Software	Software	Software	Hardware	Hardware
Nonvolatile storage					
Chip	24LC256			AT45DB041B	
Size (KB)	32			512	
Radio Communication					
Radio	RFM TR1000			Chipcon CC1000	
Frequency	916 (single freq)			916/433 (multiple channels)	
Radio speed (kbps)	OOK		ASK	FSK	
Transmit Power Control	Programmable resistor potentiometer			Programmable via CC1000 registers	
Encoding	SecDed (software)			Manchester (hardware)	

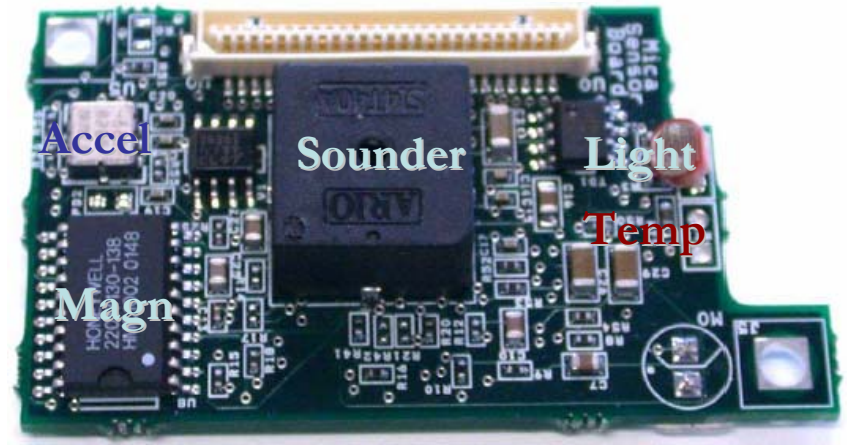


# MTS300CA/MTS310CA

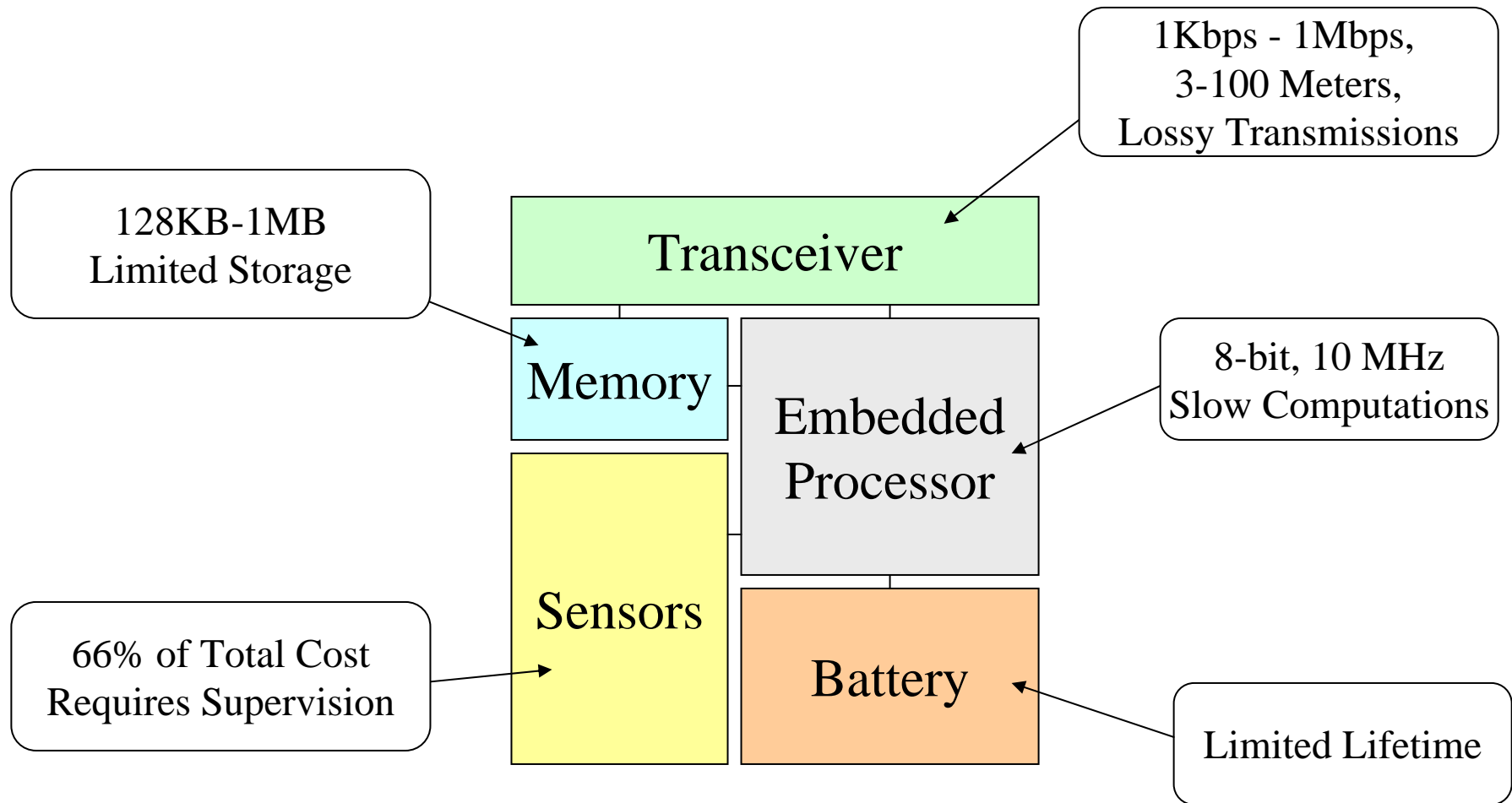
Mic



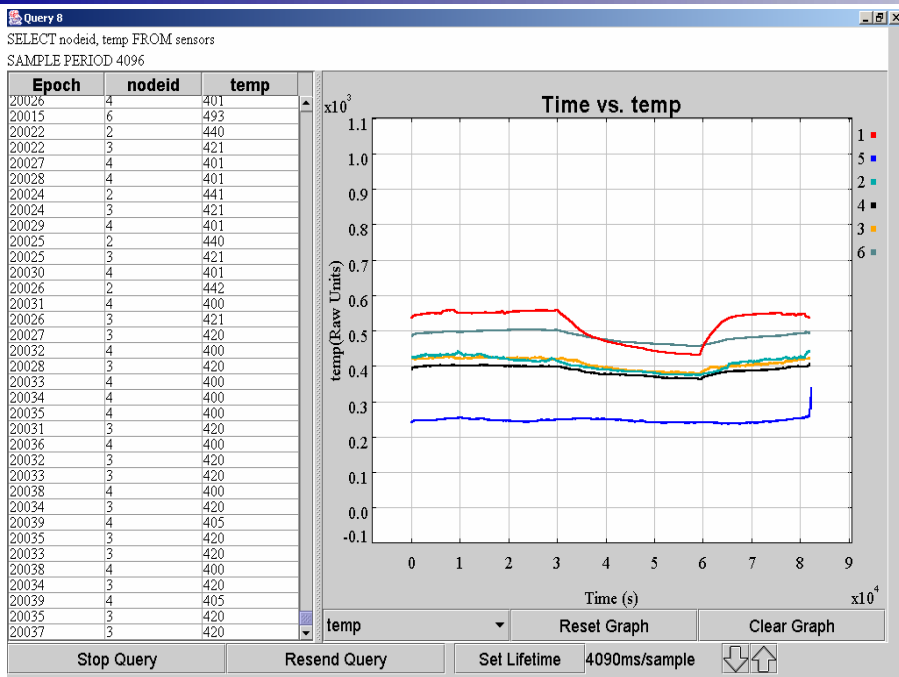
- Light (Photo) - ClairexCL9P4L
- Temperature - Panasonic ERT-J1VR103J
- Acceleration - ADI ADXL202
  - 2 axis
  - Resolution:  $\pm 2\text{mg}$
- Magnetometer-Honeywell HMC1002
  - Resolution:  $134\mu\text{G}$
- Microphone
- Tone Detector
- Sounder
  - 4.5kHz



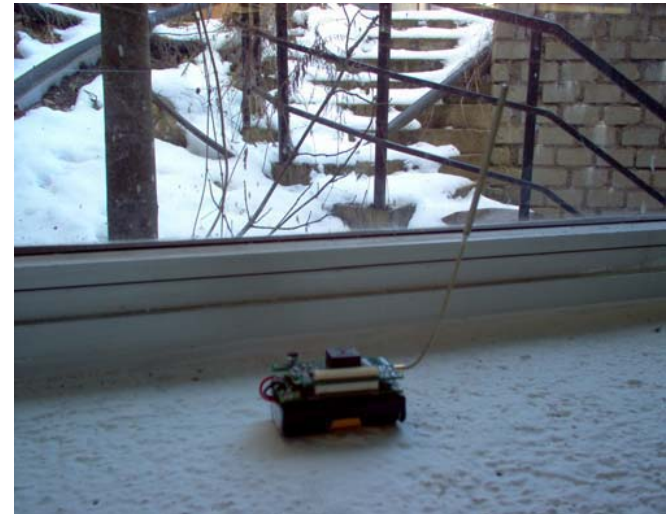
# Typical Node Architecture



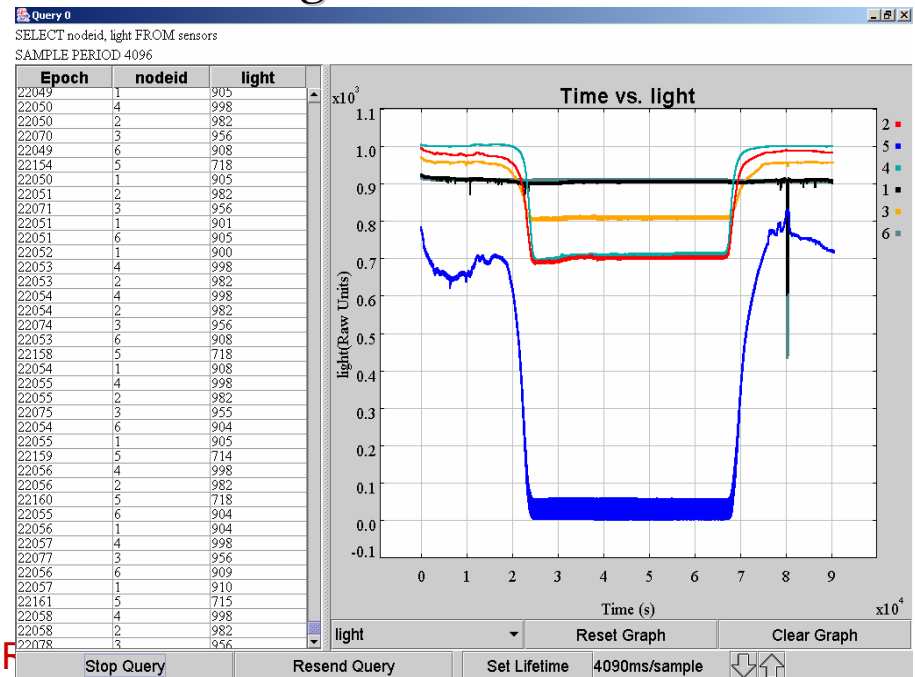
# Motes at Work



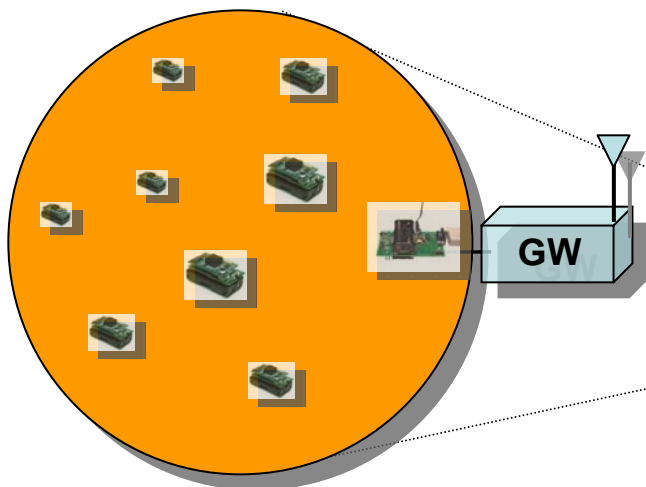
Temperature's measurements



Light's measurements



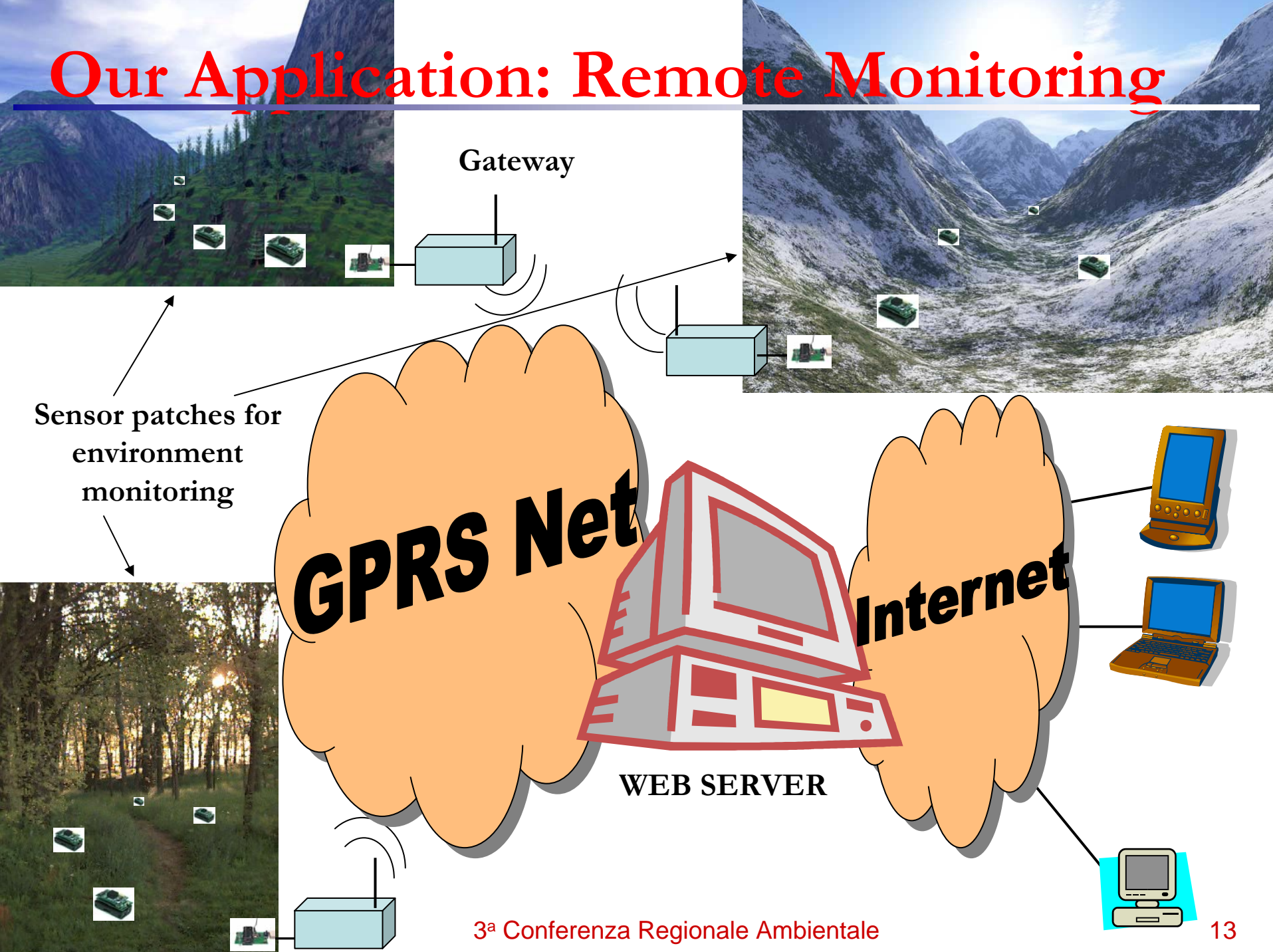
# Web Sensor Network per il Monitoraggio Ambientale



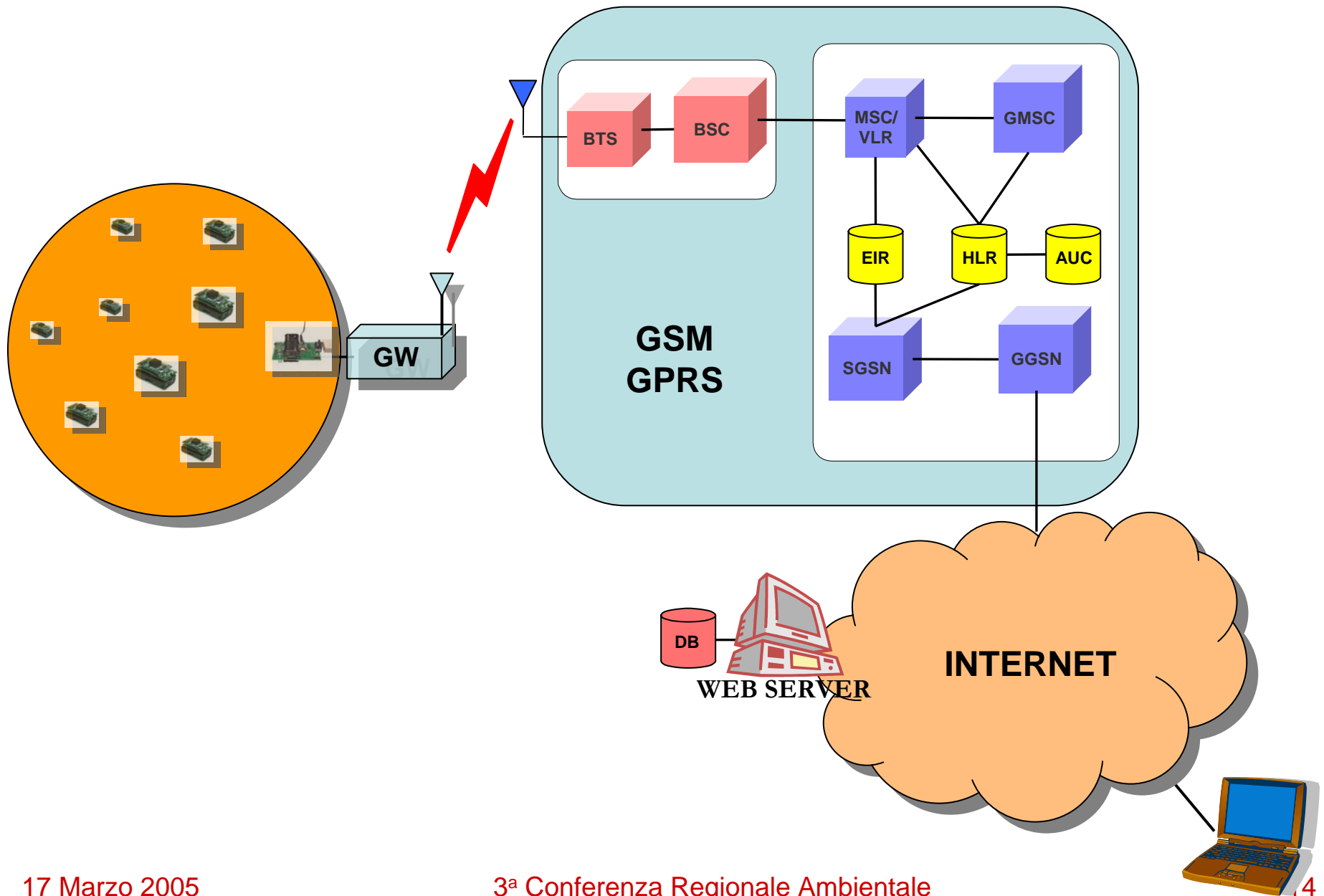
- Dati Metereologici
- Monitoraggio qualità delle acque
- Monitraggio pendii innevati
- Monitoraggio frane
- Agricoltura di precisione
- Monitoraggio animali protetti
- Monitoraggio grandi strutture
- .....
- .....



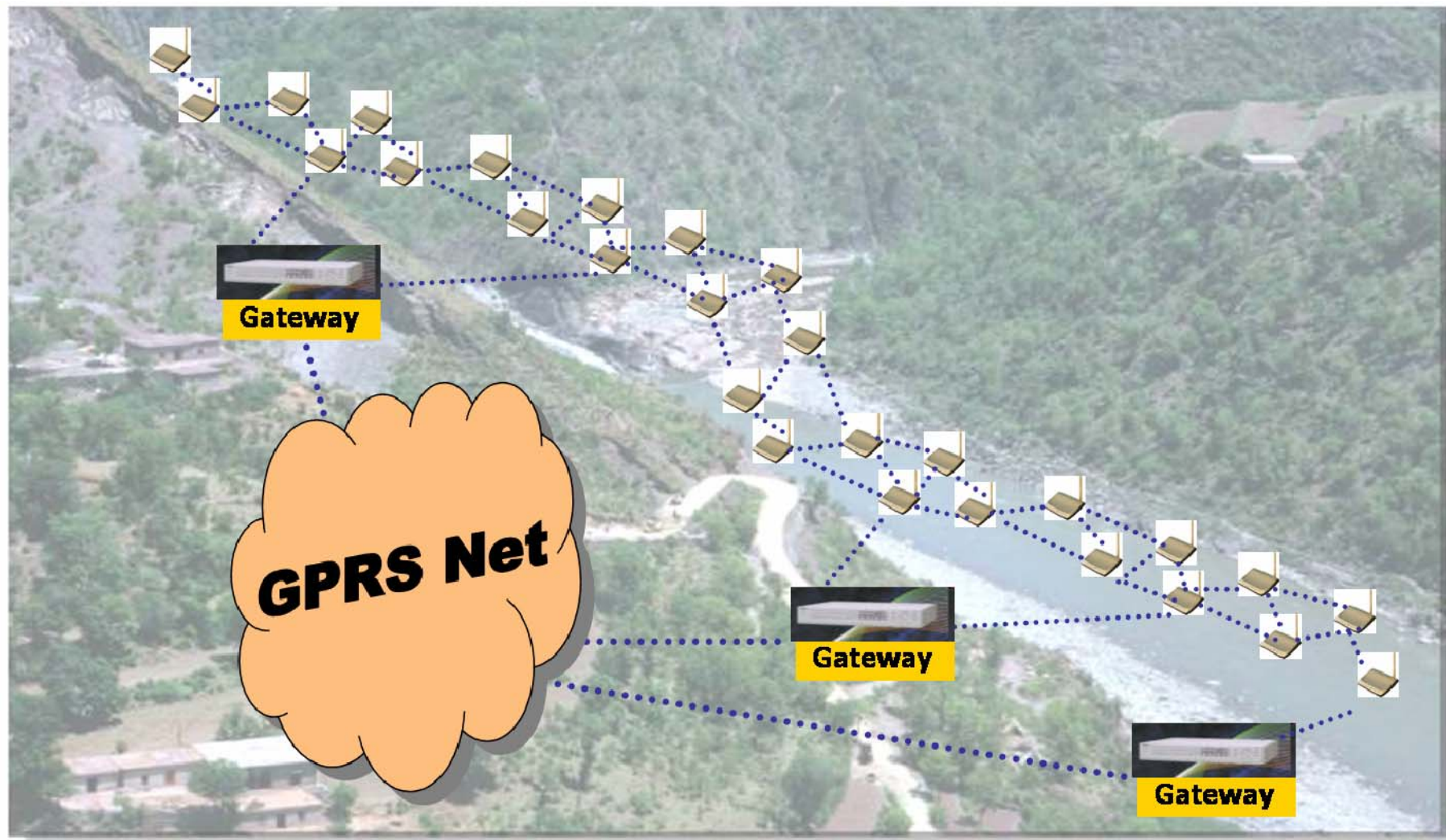
# Our Application: Remote Monitoring



# Our Application: Remote Monitoring

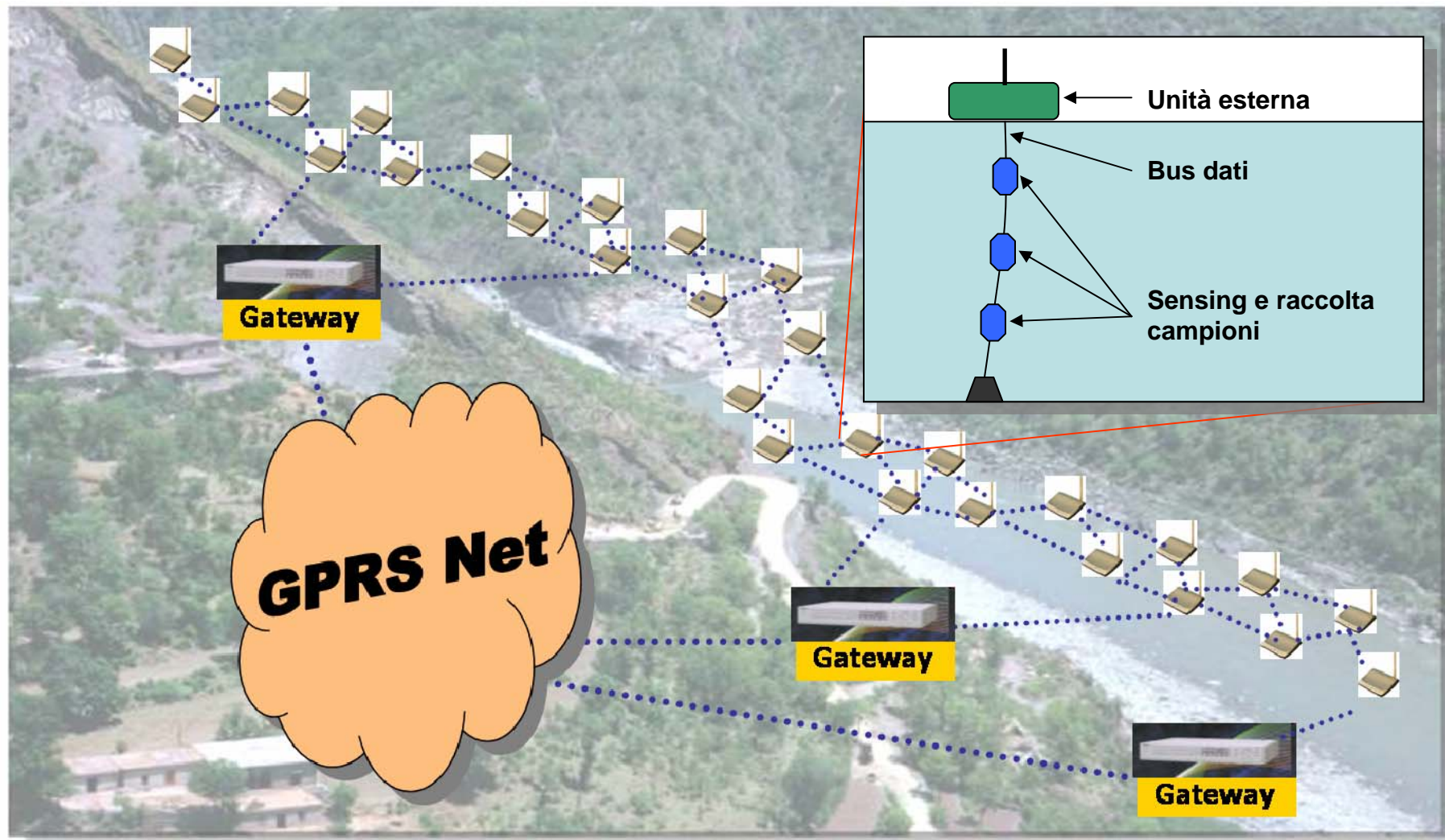


# Monitoraggio acque di superficie





# Monitoraggio acque di superficie



# Grandezze da monitorare

---

- **Temperatura (grande varietà di sensori disponibili)**
- **PH (elettrodi iono-selettivi)**
- **Solidi sospesi (misure turbidimetriche)**
- **Conducibilità elettrica (celle conduttometriche)**
- **Ossigeno disciolto (elettrodo selettivo)**
- **Anidrite Carbonica (elettrodo selettivo)**
- **Proprietà spettrali**
- **...**

# Obiettivi del monitoraggio

- Rinunciare all'analisi in situ
  - Aggregare le misure ed estrarre una indicazione della presenza di inquinanti
  - Pianificare una sequenza di acquisizione di campioni nello spazio e nel tempo orientata alla stima dell'entità del fenomeno
  - Allertare gli organi di controllo
- 
- Raccogliere i campioni per una successiva analisi in laboratorio

Il sistema opera in modo autonomo

Intervento umano

# Energy Scavenging

Raccolta dell'energia necessaria per il funzionamento dei nodi di una rete di sensori dall'ambiente in cui essi operano

## Potenziali Sorgenti

### ➤ Energia Solare

- ✓ Outdoor
- ✓ Indoor

### ➤ Energia Termica

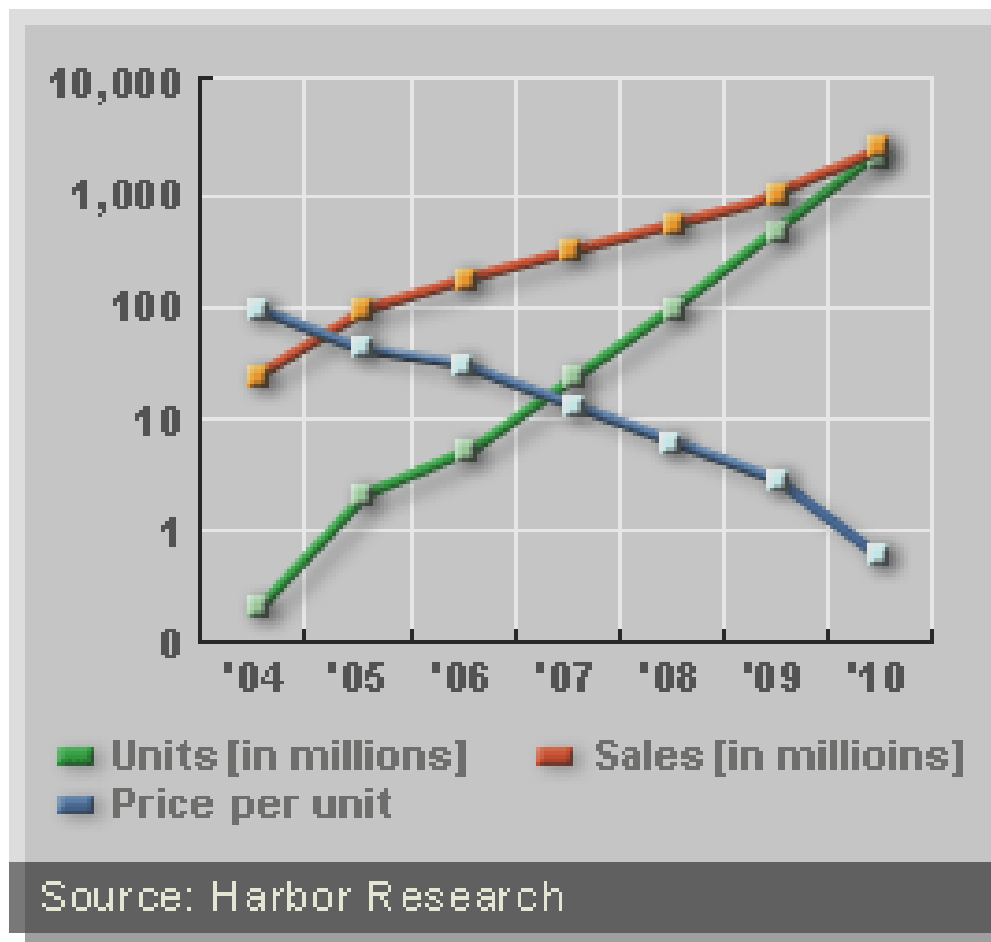
- ✓ Gradienti Termici
- ✓ Variazioni giornaliere

### ➤ Energia Cinetica

- ✓ Vibrazioni
- ✓ Vento
- ✓ Umana
- ✓ **Acqua in movimento**

### ➤ Energia Acustica

# Il Mercato Mondiale delle Reti di Sensori Wireless



# Conclusioni

---

- **Le reti di sensori wireless consentono il monitoraggio dei fenomeni ambientali permettendo una stima efficace dell'evoluzione spaziale e temporale**
- **La tendenza evolutiva del mercato mondiale mostra una continua, decisa riduzione dei costi**
- **Le attuali stazioni automatiche di misura hanno costi elevati**
- **L'utilizzo e la gestione di una rete di monitoraggio può essere reso estremamente semplice**
- **E' possibile impiegare da oggi le reti di sensori wireless per il monitoraggio e controllo ambientale**

# Contatti

**Centro di Eccellenza per la Ricerca  
DEWS**

**Fabio Graziosi**

T +39 0862 434445

F +39 338 5638991

e.mail [graziosi@ing.univaq.it](mailto:graziosi@ing.univaq.it)