

# **Dai sensori ai satelliti ovvero.... dal piccolo al grande per la logistica**

**Dr. Erina Ferro**

**Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)**

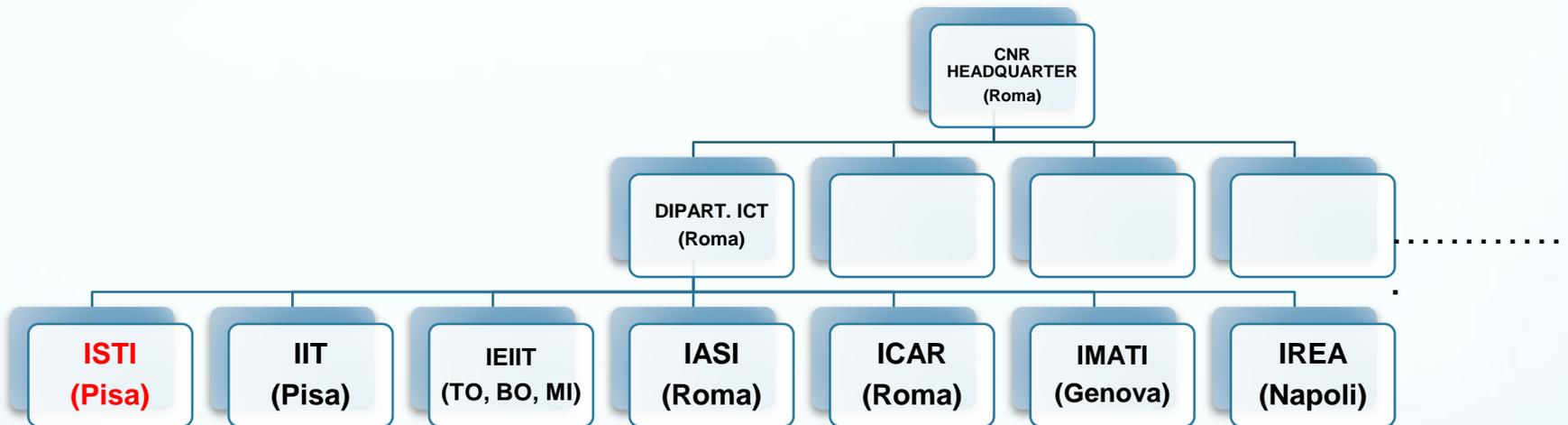
**Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione (ISTI)**

**Area della Ricerca del CNR di Pisa**

# IL CNR e l'ICT

- Il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) è il maggiore ente pubblico nazionale di ricerca con il compito di svolgere, promuovere, diffondere, trasferire e valorizzare attività di ricerca nei principali settori di sviluppo delle conoscenze e delle loro applicazioni per lo sviluppo scientifico, tecnologico, economico e sociale del Paese ([www.cnr.it](http://www.cnr.it)).
- Le attività del CNR **ATTUALMENTE** si articolano in **11** macro-aree di ricerca scientifica e tecnologica (**DIPARTIMENTI**): **terra e ambiente, energia e trasporti, agroalimentare, medicina, scienze della vita, progettazione molecolare, materiali e dispositivi, sistemi di produzione, ICT, identità culturale, patrimonio culturale.**
- Ogni dipartimento aggrega un certo numero di Istituti del CNR, sparsi sul territorio nazionale (per un totale di 114 istituti).

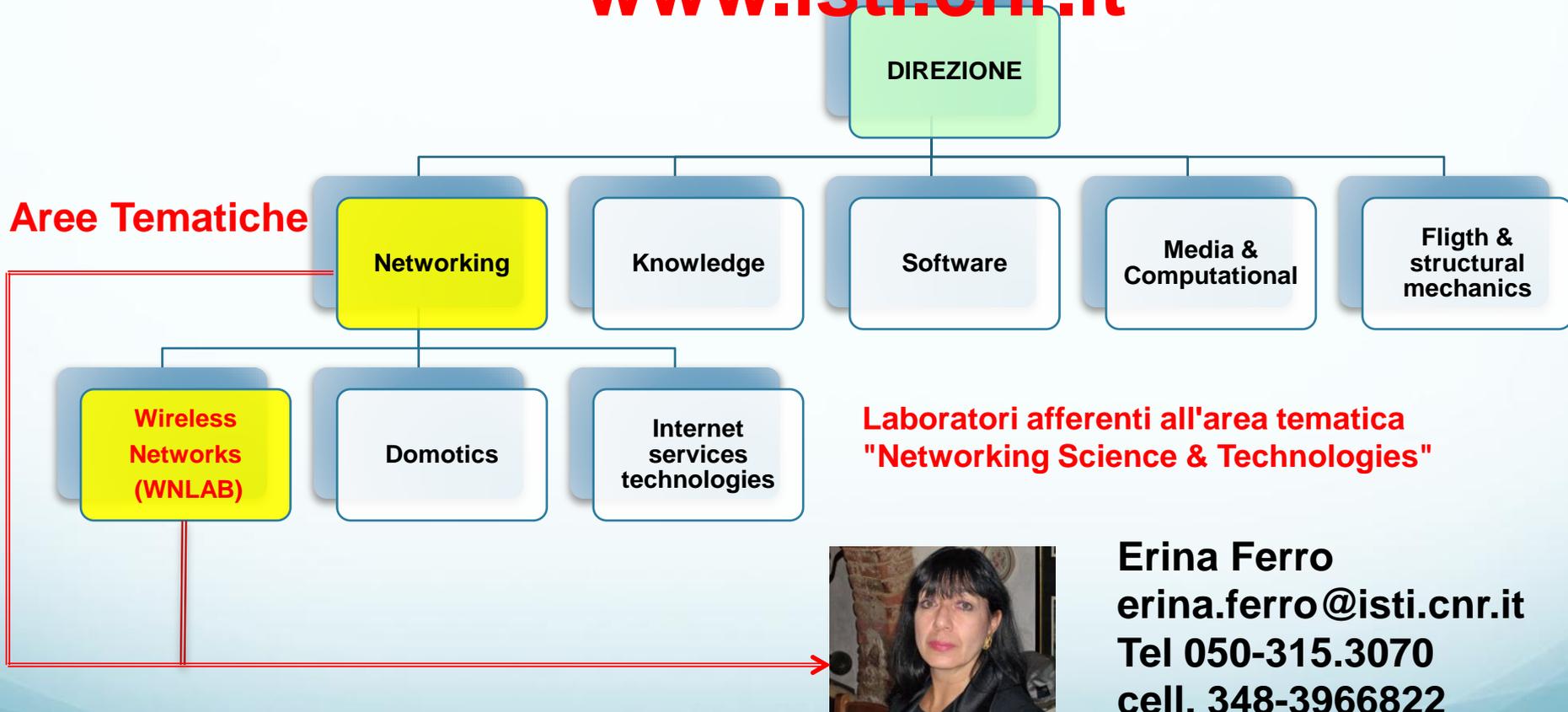
# L'organizzazione CNR



**ISTITUTI ATTUALMENTE AFFILIATI AL DIP. ICT**

# L'organizzazione dell' ISTI

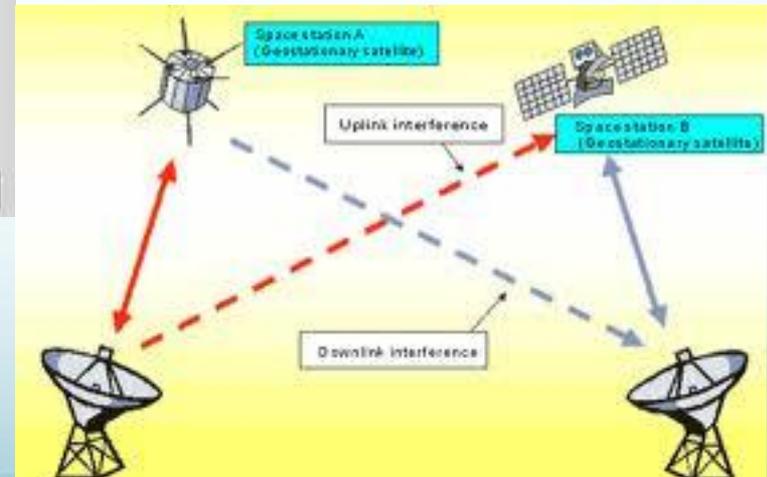
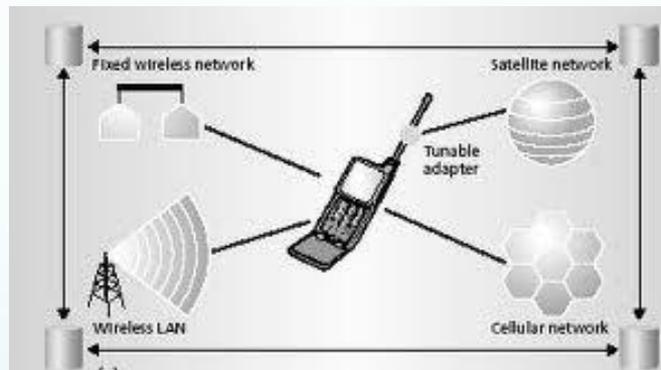
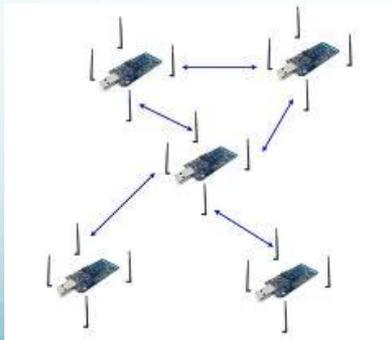
[www.isti.cnr.it](http://www.isti.cnr.it)



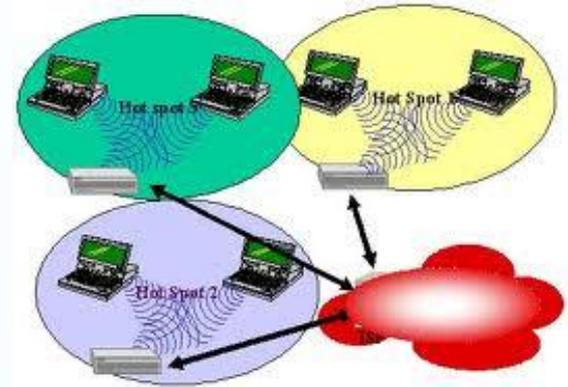
<http://www.isti.cnr.it/research/unit.php?unit=WN>

# LE RETI WIRELESS

- Con il termine “**RETI WIRELESS**” si intendono tutte le reti senza fili:
  - reti di sensori, reti wireless terrestri, reti via satellite
    - ❖ Integrazione di tali reti



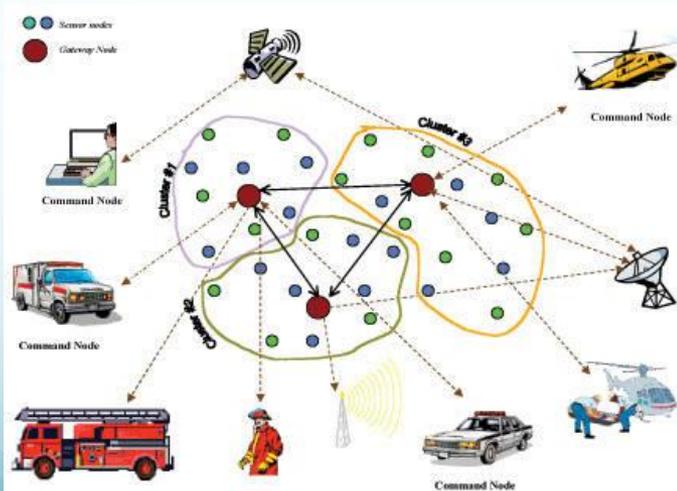
# RETI WIRELESS INTEGRATE



I dati multimediali devono poter passare da sorgente a destinatario attraversando tecnologie diverse.

Problemi:

- protocollari
- tempi di consegna
- sicurezza di consegna
- sicurezza dell'integrità del dato
- privacy legata ai dati sensibili



# Partiamo dal piccolo: il sensore

Una Wireless Sensor Network (WSN) è costruita da poche a diverse centinaia o addirittura migliaia di "nodi", in cui ogni nodo è collegato a uno o più sensori. Ogni nodo di una WSN è in genere costituito da più parti: un ricetrasmittitore radio con un'antenna interna o la connessione ad un'antenna esterna, un microcontrollore, un circuito elettronico per l'interfacciamento con i sensori e una fonte di energia, di solito una batteria o una forma integrata di raccolta di energia.

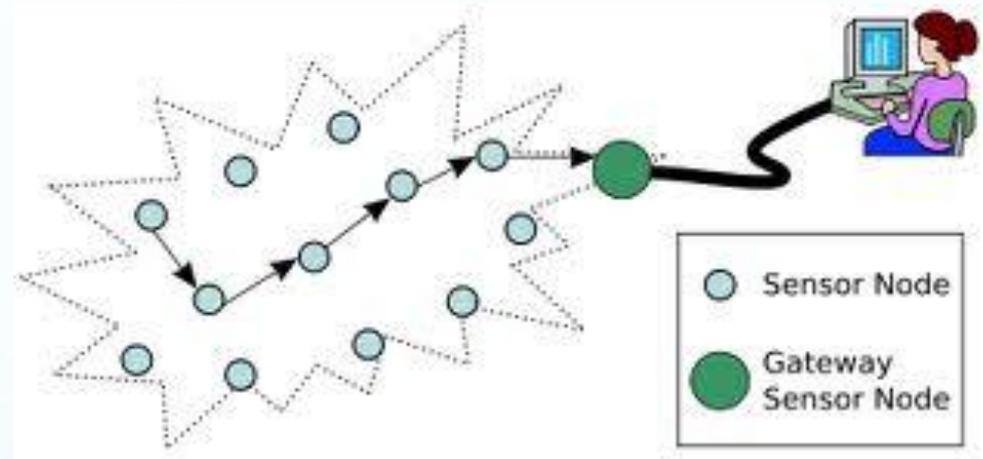


# Costituzione di un sensore

- Un sensore ha:
  - Materiale “sensing” (per il rilevamento)
    - ❖ **Fisico** – Magnetico, Luce, Suono
    - ❖ **Chimico** – CO, Vapori Chimici
    - ❖ **Biologico** – Batteri, Virus, Proteine
  - Circuiti Integrati (VLSI)
    - ❖ Convertitore analogico->digitale
  - Imballaggio per la sicurezza ambientale
  - Fonte di energia
    - ❖ **Passiva** – energia solare, vibrazioni
    - ❖ **Attiva** – batteria, induttanza a radio frequenza

# Le reti di sensori

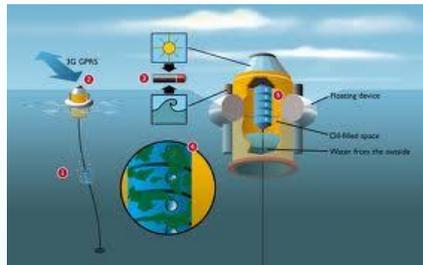
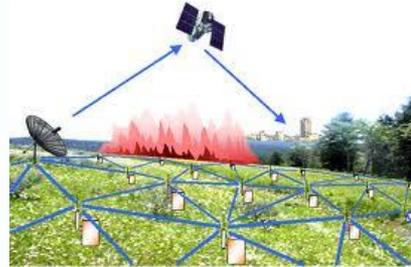
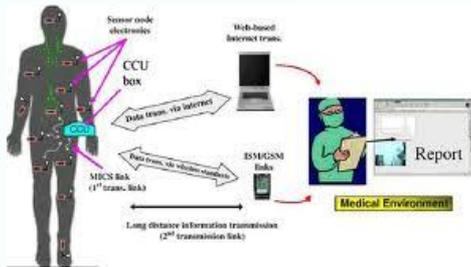
- Una rete di sensori wireless (WSN) è costituita da sensori autonomi, spazialmente distribuiti, in grado di monitorare condizioni fisiche o ambientali, come temperatura, suono, vibrazione, pressione, movimento o inquinanti e di passare in modo cooperativo i propri dati attraverso la rete verso un nodo centrale (SINK).



- Le reti più moderne sono bidirezionali, e consentono anche il controllo dell'attività del sensore. Lo sviluppo delle reti di sensori wireless è stata motivata da applicazioni militari, quali la sorveglianza di battaglia. Oggi le WSN sono utilizzate in molte applicazioni industriali e di consumo

- Un nodo sensore può variare nelle dimensioni, da quella di una scatola da scarpe fino alle dimensioni di una capocchia di spillo.
- Il costo dei nodi sensore è altrettanto variabile: vanno da pochi dollari a centinaia di dollari, a seconda della complessità dei singoli sensori. **I limiti delle dimensioni e del costo impattano su risorse come energia, memoria, velocità di calcolo e larghezza di banda delle comunicazioni.**
- **La topologia della WSN può variare da una rete a stella semplice a una rete avanzata wireless mesh multi-hop.** La tecnica di propagazione tra i salti di una rete può seguire un percorso ben preciso ( routing) o essere invasivo, come una inondazione (flooding).
- ZigBee è il nome di una specifica per un insieme di protocolli di comunicazione ad alto livello che utilizzano piccole antenne digitali a bassa potenza e basato sullo standard IEEE 802.15.4
- In informatica e telecomunicazioni, reti di sensori wireless sono un campo di ricerca attivo con numerosi workshop e conferenze organizzate ogni anno.

# APPLICAZIONI...esempi



# Smart Home / Smart Office

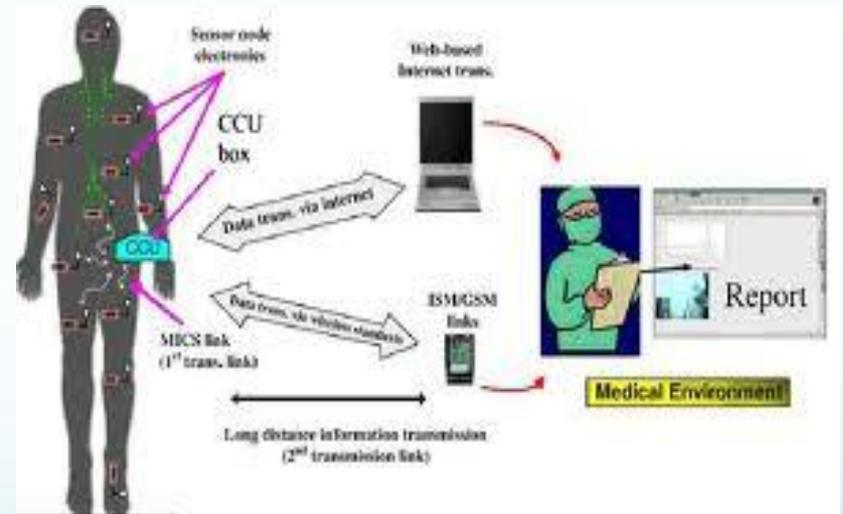
- I sensori controllano gli apparecchi e i dispositivi elettrici della casa
- Migliore illuminazione e climatizzazione degli ambienti



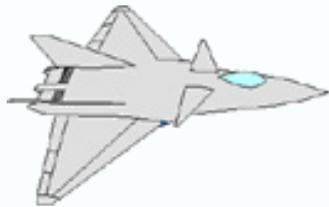
- Il Pentagono usa estensivamente i sensori.

# Biomedico/Medico

- Monitoraggio della salute
- Malattie croniche
  - Retina artificiale
  - Impianti cocleari (udito)
- Negli ospedali
  - Monitoraggio dei segnali vitali
  - Registrazione delle anomalie
- Riabilitazione



# Militare



Distribuzione remota di sensori per il monitoraggio tattico dei movimenti delle truppe nemiche



# Gestione e monitoraggio del traffico



✓ Sensori incorporati nelle strade:

- Monitorare il traffico
- Fornire aggiornamenti in tempo reale sulla viabilità

- ✓ Le auto usano già sensori per:
- prevenire incidenti
  - contrastare i furti
  - parcheggiare



# MONITORAGGIO AMBIENTALE



Include vulcani, oceani, foreste, etc. Le maggiori aree applicative sono il monitoraggio di:

- ✓ inquinamento atmosferico
- ✓ Incendi boschivi
- ✓ Stato delle serre
- ✓ Movimenti del suolo
- ✓ Stato delle acque
- ✓ Migrazioni di uccelli e movimenti degli animali
- ✓ .....

# Industriale e Commerciale

- Numerose applicazioni industriali e commerciali:
  - Condizioni delle colture agricole
  - Gestione dei magazzini
  - Tracciamento dei processi
  - RFID – deterrente per il furto e tracciabilità del cliente
  - Monitoraggio della manutenzione
  - Monitoraggio merci in stoccaggio
  - Monitoraggio merci in transito



# Divertimento



# Perchè le reti di sensori?

- **La tecnologia mette a disposizione, in piccole dimensioni, sufficienti prestazioni della CPU disponibile, con bassi requisiti di potenza.**
- **La ricerca nella Scienza dei Materiali ha portato a nuovi materiali di rilevazione per molti parametri sensibili in, biologia, fisica e chimica.**
- **I ricetrasmittitori per i dispositivi wireless stanno diventando sempre più piccoli, meno costosi e meno bisognosi di potenza**
- **I miglioramenti nelle fonti di alimentazione a batterie, così come nelle fonti di energia passiva (energia solare o di vibrazione) stanno aprendo nuovi campi applicativi.**

# Alcune sfide tecnologiche

# sensori affetti da rumore...

I sensori possono sbagliare nel leggere i dati. Il protocollo deve accorgersi di ciò.



GPS Sensor

Accuratezza entro i

2.8 metri

Sensore di umidità relativa

Accuratezza del  $\pm 5\%$

$\pm 8\%$  al 90% di umidità relativa

$\pm 2\%$  con la calibrazione



# ...condizioni del canale wireless

- Limitazioni del canale wireless
  - Rumore
  - Interferenza
  - Tipo di connessione
  - Link unidirezionali



- Di fatto però, il canale wireless è un mezzo **broadcast**

# ..... da fattori ambientali

- I sensori wireless devono operare in condizioni disagiati:

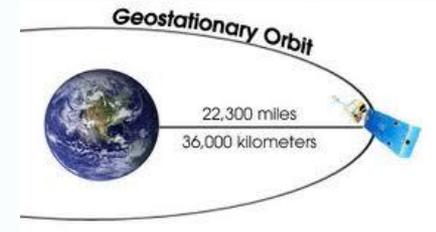
- Pioggia, nevischio, neve, grandine, etc.
- Forti variazioni di temperatura
- Alta umidità
- Sostanze saline o altre sostanze corrosive
- Venti forti
- .....



# I Grandi: i satelliti.....

- GEO (a 36000 km di altezza, sull'equatore; 3 satelliti coprono la terra)

➤ **alto ritardo di propagazione (1/4 sec)**



- LEO sono posizionati ad una altitudine compresa tra l'atmosfera e le fasce di van Allen, ovvero tra i 160 ed i 2000 km.

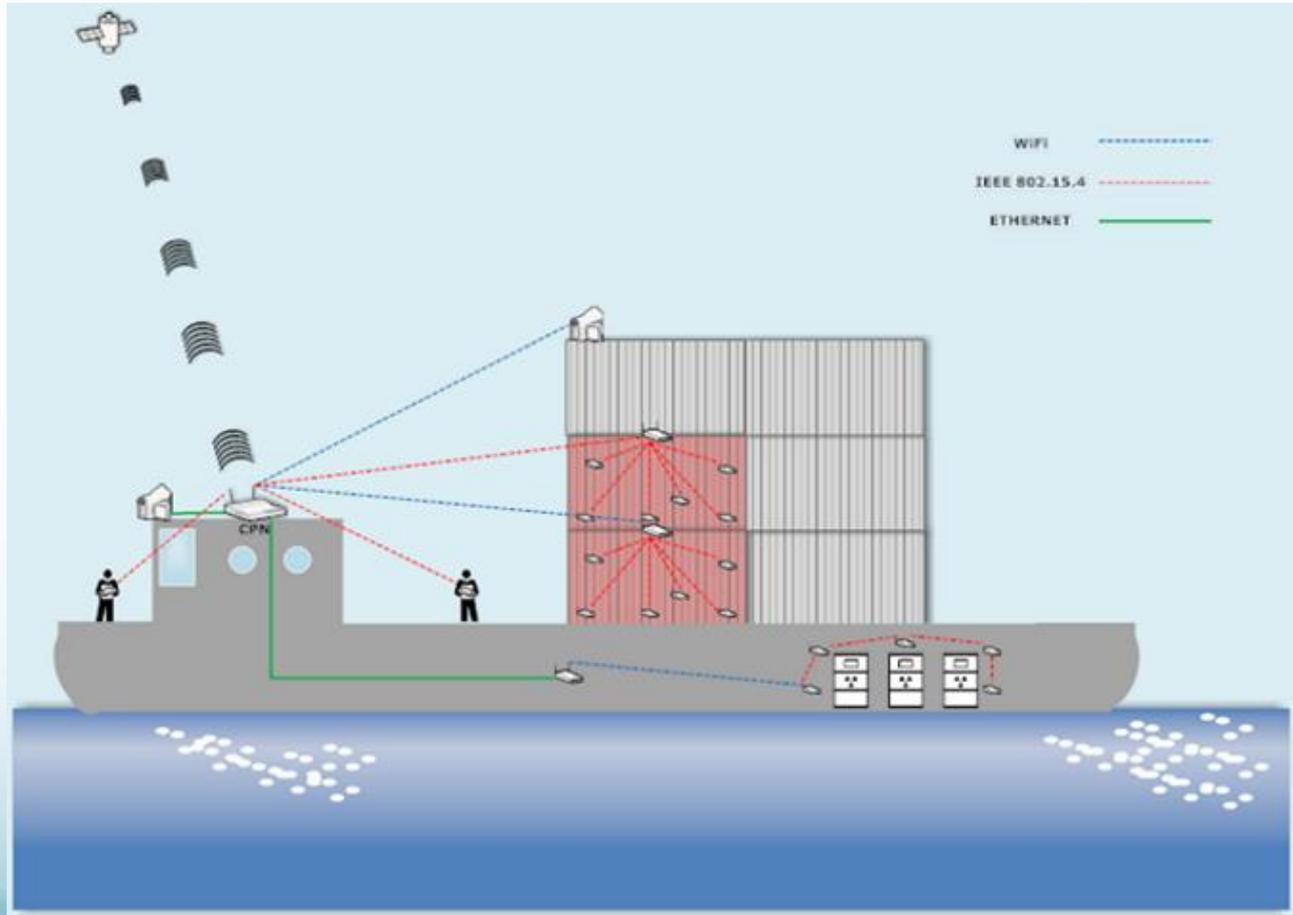
➤ periodo di rivoluzione di circa 90 minuti (velocità circa 27400 Km/h)

➤ È necessaria una flotta di 50-200 satelliti per coprire l'intera superficie del globo terrestre.

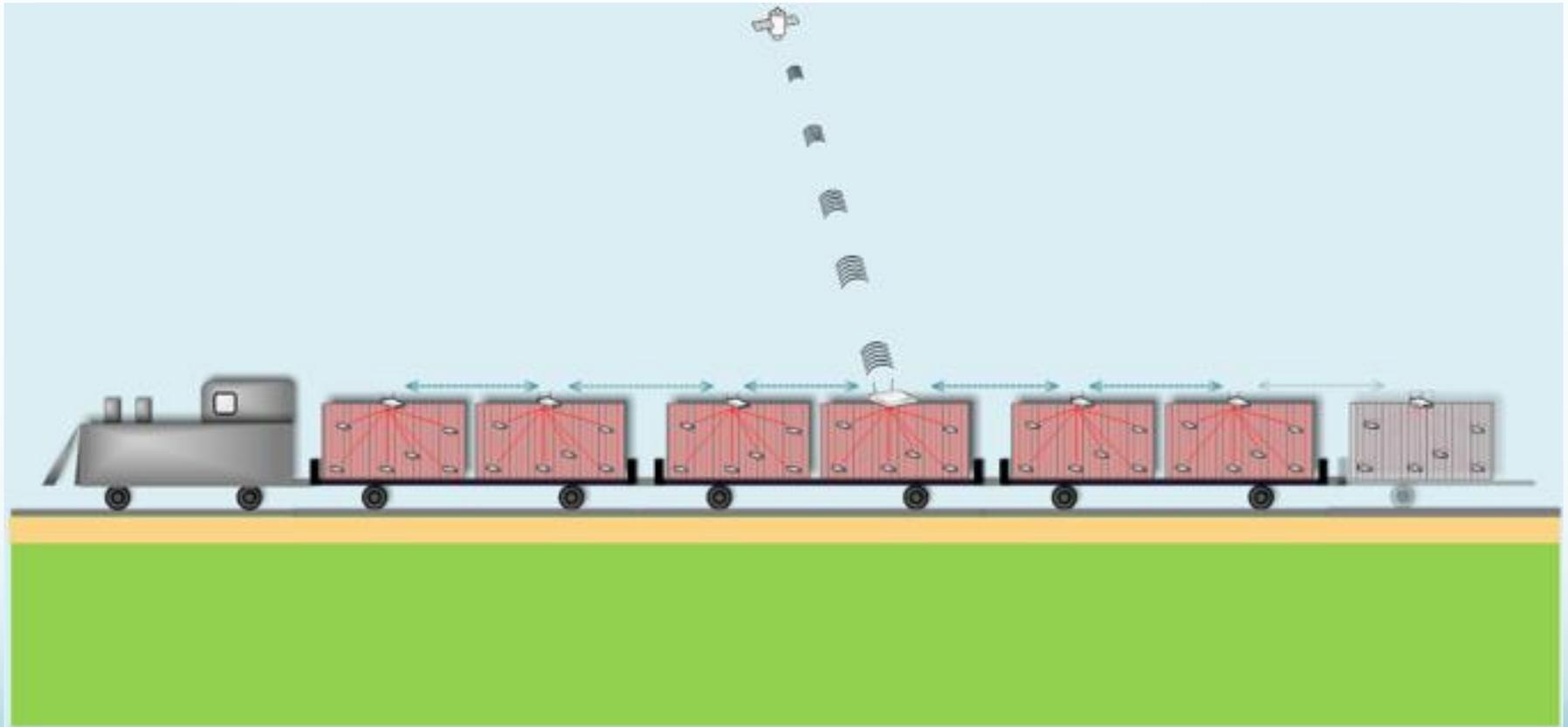
❖ **basso ritardo di propagazione**



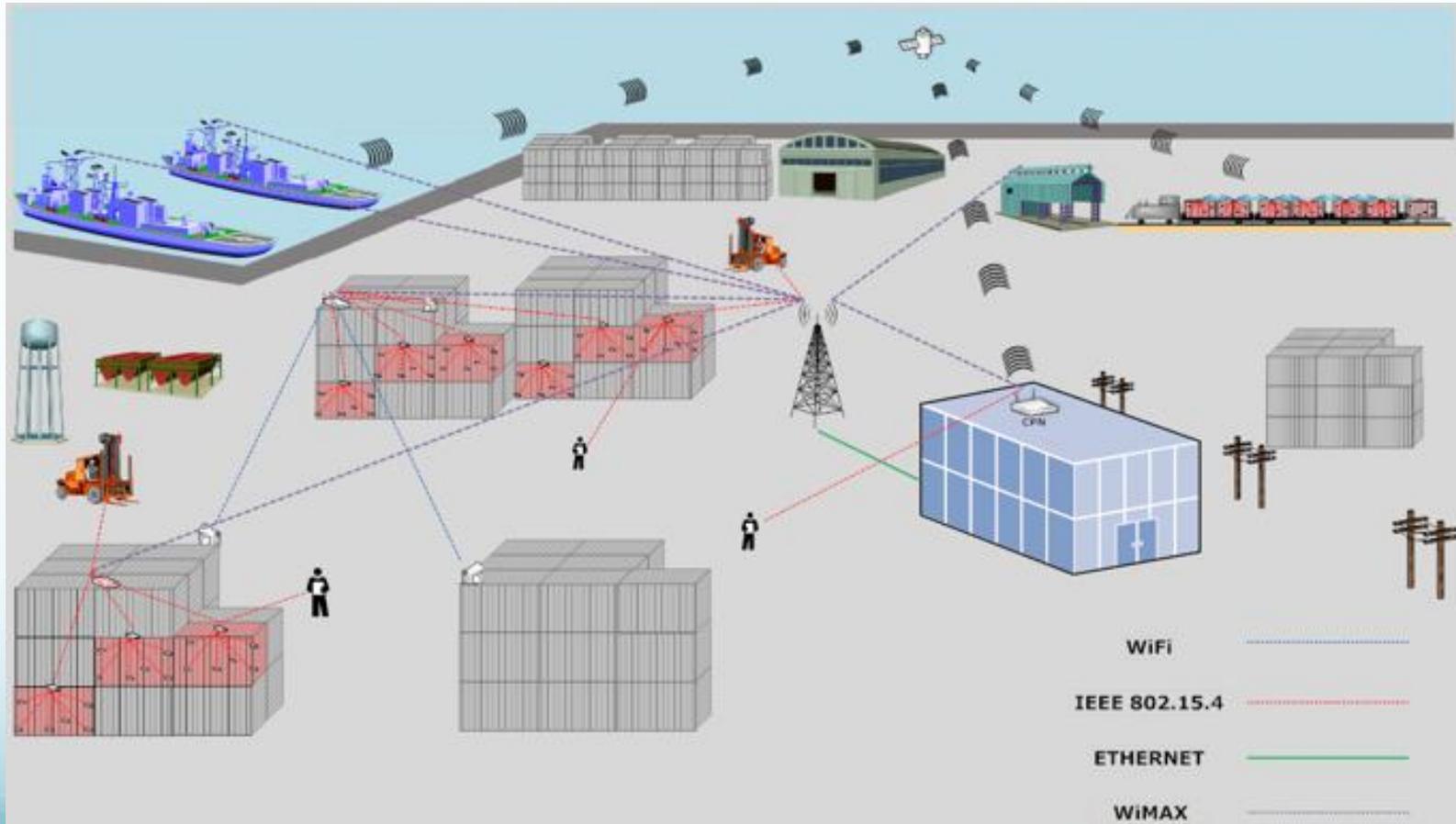
# Sensori e satelliti per la logistica. Esempio 1



# Sensori e satelliti per la logistica. Esempio 2



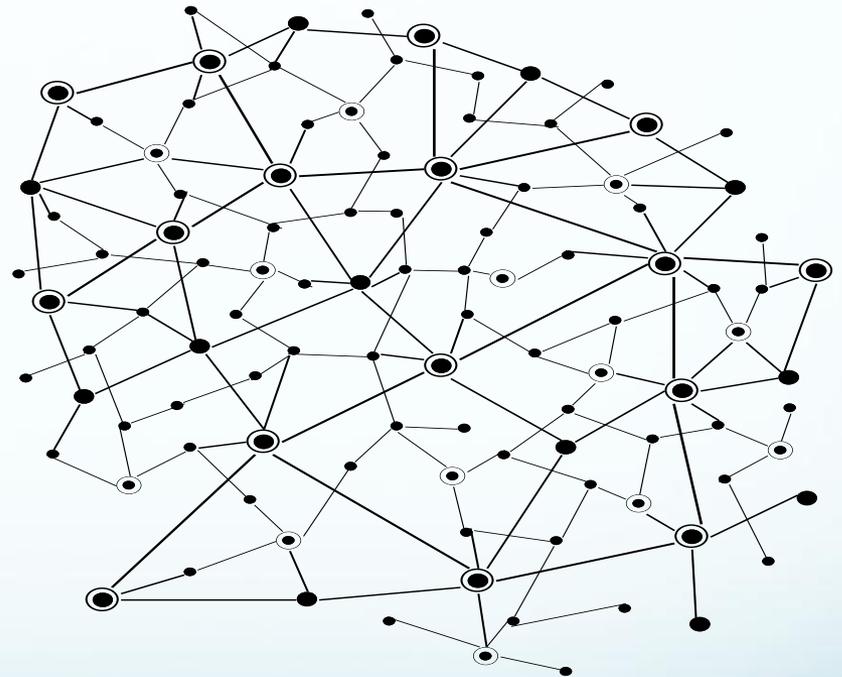
# Sensori e satelliti per la logistica. Esempio 3



Cosa saranno le reti di sensori  
in un prossimo futuro?

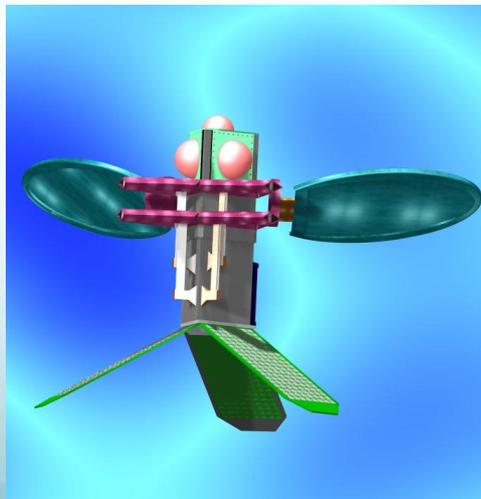
# Dispiego su larga scala

- Le reti di sensori esploderanno per:
  - Basso costo
  - Migliori protocolli
  - Vantaggi delle rete dense



# Sensori eterogenei

- Sensori con diverse funzioni, sempre piu' miniaturizzati
- Gerarchia di sensori– pochi sensori molto potenti associati a sensori molto economici
  - ❖ utili per tipi speciali di comunicazione
- Sensori equipaggiati con GPS
- Sensori mobili, con micromacchine a bassa potenza



# Misto di cablato e wireless

- Le reti di sensori diventeranno la parte senza soluzione di continuità di reti molto più ampie
  - Combinando sensori cablati con sensori wireless
    - ❖ I sensori cablati possono avere più potenza e possono eseguire TCP/IP
  - Accedendo wireless sensors attraverso Internet. Occorre:
    - ❖ un gateway per tradurre le richieste
    - ❖ Uploading/downloading dell'informazione da remoto
    - ❖ modificare da remoto i compiti del sensore

# Alcune sfide per le future applicazioni

# Occorre un'interfaccia standardizzata

- ✓ L'interazione automatica fra sensori implica che ci siano meccanismi standard per la comunicazione!
  - tecnologia wireless compatibile
  - standardizzazione
    - **TCP/IP** per l' Internet
    - **Java** per la programmazione Internet
    - **Jini, SLP**, etc. per i device wireless IEEE 802.11
- ✓ Serve un protocollo per la scoperta del servizio (service discovery protocol)
  - che abiliti **un'interfaccia standard** fra sensori sopra il livello fisico

# Service Discovery Protocol



Anyone need  
a printer?



*"Dear Mom...I'm sitting..."*

# I problemi delle trasmissioni wireless

- Le trasmissioni devono essere affidabili (reliable transmissions), cioè i protocolli di trasmissione devono garantire la consegna dei dati
- La qualità del servizio deve essere mantenuta (il max possibile)
- I dati devono essere sicuri (il dato trasmesso deve essere uguale al dato ricevuto)
- Gestione delle enormi mole di dati raccolti
  - Segretezza dei dati sensibili