

---

# RFID: stato dell'arte e prospettive

**Tiziana Tambosso**  
**Telecom Consultant**

---

# Sommario

► **Introduzione: breve storia**

**Tecnologie**

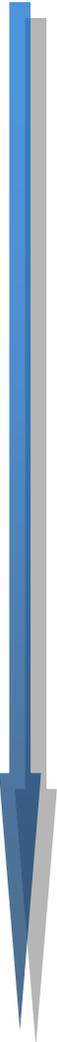
**Standard**

**Sicurezza e privacy**

**Applicazioni**

**Prospettive future**

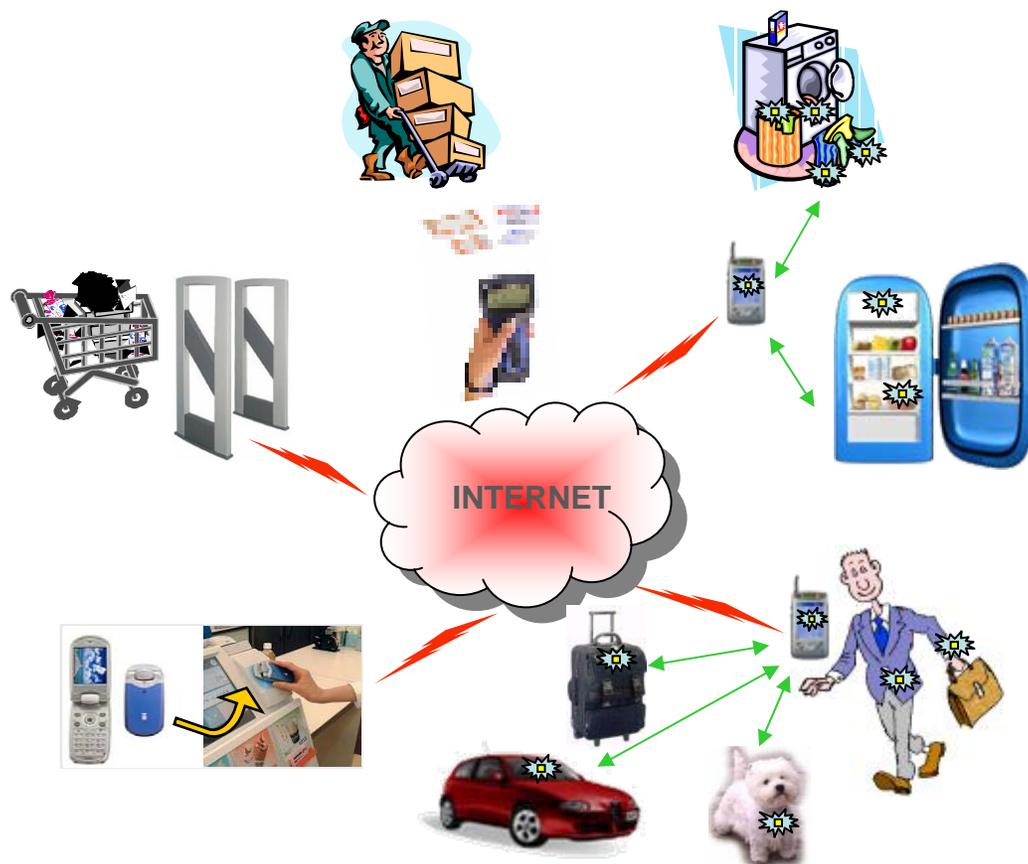
# Identificazione a radiofrequenza: breve storia

- 
- 1935** Come ricaduta del lavoro sui radar sistemi di interrogazione a radiofrequenza IFF (Identification Friend or Foe) a bordo di aerei
  - 1948** Harry Stockman: "Communication by Means of Reflected Power" (Proceedings of the IRE, pp 1196-1204, October 1948)
  - 1960** Commercializzazione dei primi sistemi EAS (Electronic Article Surveillance) ad 1 bit. Governo USA utilizza RFID tag per tenere sotto controllo materiali nucleari e molto pericolosi
  - 1970** Prime sperimentazioni. Grandi industrie (RCA, Fairchild) sviluppano i primi sistemi RFID
  - 1980** Primi sistemi di lettura/scrittura con microprocessori e batterie.
  - 1990** Emergono gli standard ISO
  - 2000** Un numero sempre maggiore di ditte entra nel mercato RFID. Le applicazioni si moltiplicano.
  - 2003** EPC Global comincia a lavorare sul suo standard globale.
  - 2004** Wal-Mart annuncia che richiederà ai suoi 100 più importanti fornitori di utilizzare la tecnologia RFID a standard EPC sui pallet.

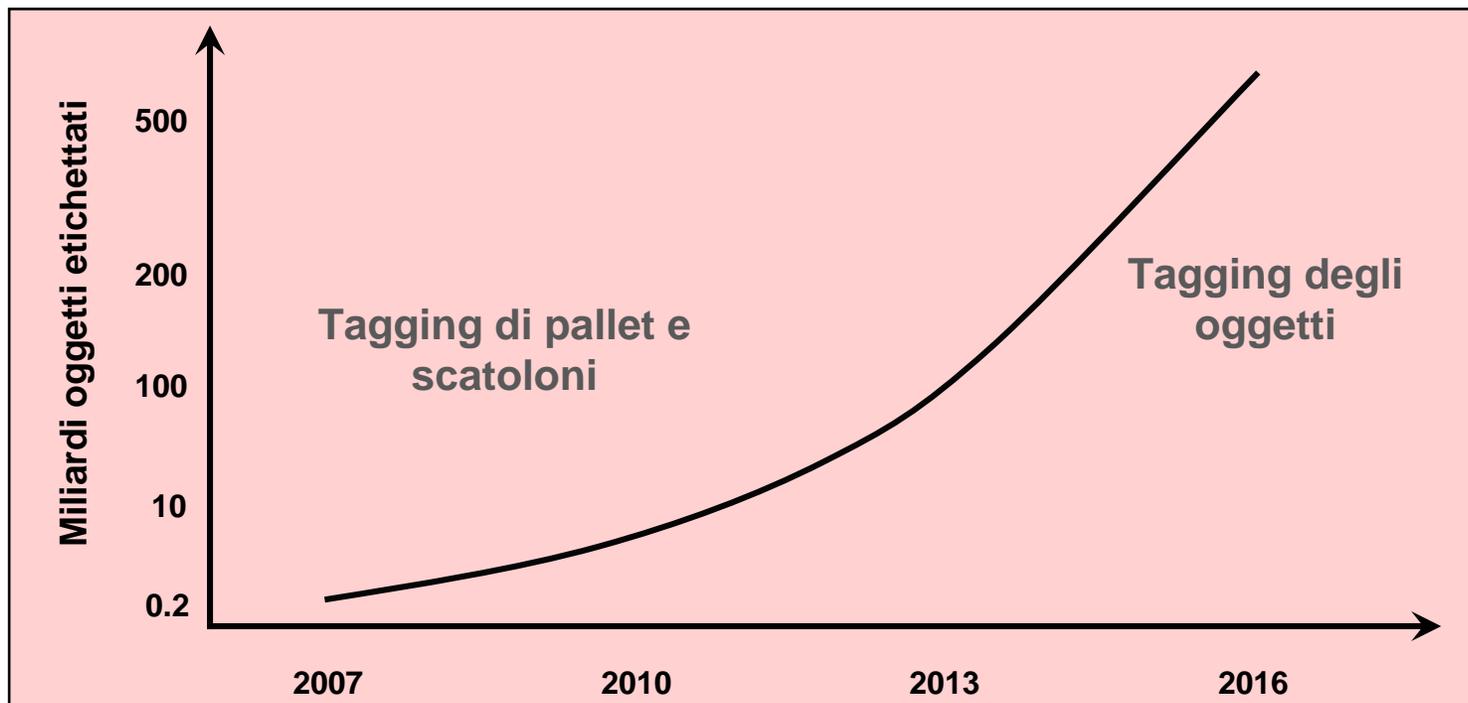
# RFID : la visione del MIT

Quando le RFID tag costeranno come un'etichetta cartacea tutti gli oggetti potranno avere una specie di indirizzo IP e saranno connessi in rete dando luogo alla cosiddetta **INTERNET DEGLI OGGETTI**

In questo scenario tutte le informazioni riguardanti l'oggetto (es. costruttore, identificativo, descrizione, posizione, data di scadenza, temperatura, ecc.) saranno disponibili in un data base remoto ad accesso controllato e la RFID tag può essere un oggetto veramente molto semplice e poco costoso.



# Il futuro- un mondo interconnesso Wireless



## Facilitatori:

- La Direttiva CEE 178/2002, entrata in vigore l'1/1/2005, impone la rintracciabilità di filiera
- Wal Mart impone ai suoi fornitori l'uso delle RFID tag sui pallet
- Riduzione costi delle tag
- Standard unificati

**IDTechEx** prevede che il 2007 sia l'anno di svolta per l'etichettatura dei singoli oggetti. Il giro d'affari passerà dagli attuali 0,16 miliardi di dollari l'anno ai 13 miliardi di dollari nel 2016. In quell'anno, il numero di articoli dotati di tag dovrebbe arrivare a 550 miliardi, contro gli attuali 200 milioni.

# Sommario

Introduzione: breve storia

▶ **Tecnologie**

Standard

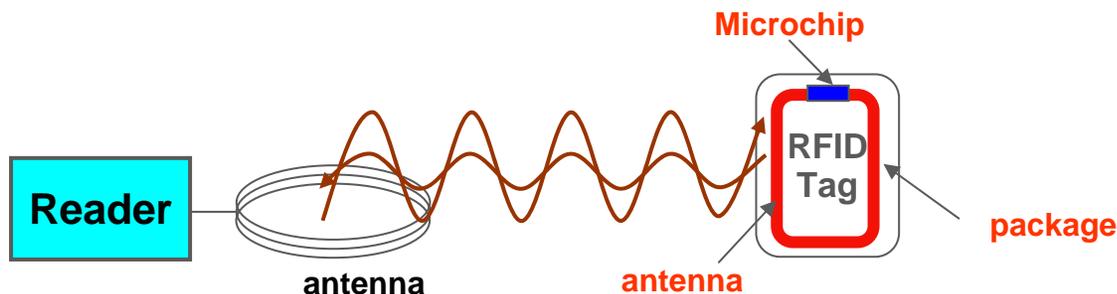
Sicurezza e privacy

Applicazioni

Prospettive future

# Sistema RFID: i componenti fondamentali

Un sistema RFID (Radio Frequency Identification) è costituito da un lettore (reader, transceiver) e da uno o più transponder (e-tag, smart tag, smart label, RFID tag).



Il **reader** (fisso o portatile) è il dispositivo, che controlla l'acquisizione e la comunicazione dei dati. Il reader è in grado di **leggere**, ma anche di **scrivere** le informazioni contenute nelle tag (codice identificativo, ecc.). Un **algoritmo di anti-collisione** consente la lettura contemporanea di più tag.

Il reader contiene tipicamente: un **modulo ricetrasmittitore**, un **unità di elaborazione**, un **unità di controllo** ed una o più **antenne** per la generazione del campo elettromagnetico necessario a comunicare (interrogare) le tag. L'antenna può essere integrata con il ricetrasmittitore o esterna.

La **RFID tag**, posta sull'oggetto da identificare, è costituita nella sua forma più comune, da:

**Chip:** si tratta di una memoria contenente le informazioni relative all'oggetto fisico al quale la tag è applicata

**Antenna:** utilizzata per trasmettere e ricevere le informazioni

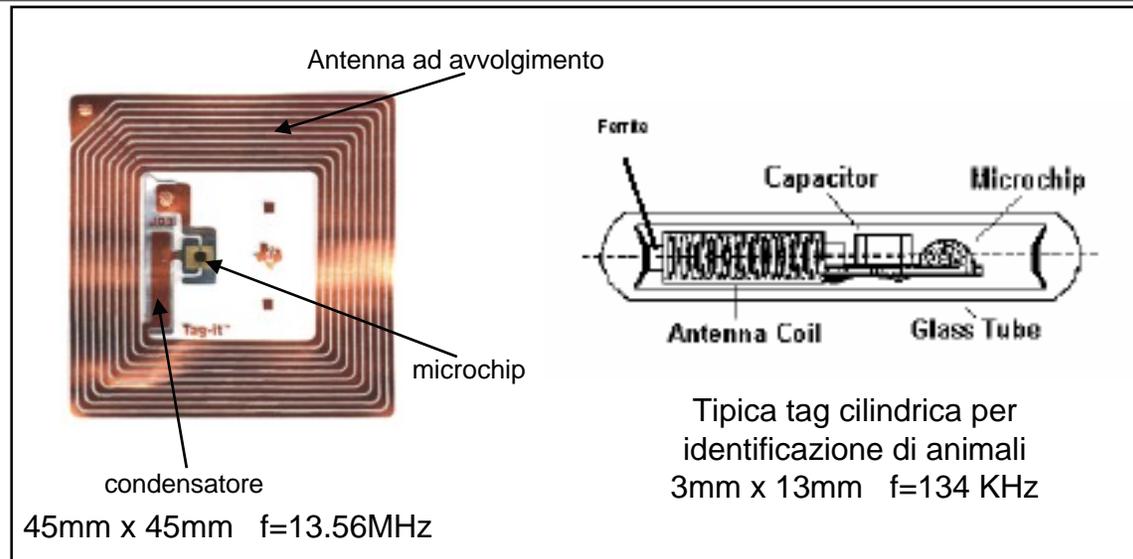
**Package:** ingloba il chip e l'antenna consentendo alla tag di essere applicata agli oggetti fisici e di proteggere e sostenere antenna e chip

# Funzionamento di RFID Tag- accoppiamento induttivo

**L'accoppiamento induttivo funziona nel campo vicino** (tipicamente fino a  $c/(2\pi f)$  metri). L'accoppiamento magnetico viene utilizzato preferibilmente fino a  $f < 100\text{MHz}$  poiché per frequenze superiori la distanza in gioco sarebbe troppo piccola.

L'accoppiamento induttivo utilizza un **forte campo magnetico generato dall'antenna del reader** per indurre una corrente nell'elemento di accoppiamento (l'avvolgimento che costituisce l'antenna della tag). In questo accoppiamento le due antenne si possono considerare come i due avvolgimenti di un trasformatore. La **corrente generata nell'avvolgimento secondario è raddrizzata e carica un condensatore che fornisce la tensione operativa al chip**. Il trasferimento dell'informazione al reader è ottenuto modulando con i dati l'impedenza della tag (**load modulation**) il che si traduce in variazione di tensione sull'antenna del reader.

L'efficienza di trasferimento dei dati è proporzionale alla frequenza, al numero di spire e all'area sottesa dall'avvolgimento del tag, **all'angolo fra i due avvolgimenti** e alla distanza fra di essi ( $H \propto 1/d^3$ )



I tags sono passivi con antenne ad avvolgimento (coil) realizzate stampando le spire su un film sottile e flessibile oppure con un avvolgimento intorno ad un nucleo di ferrite

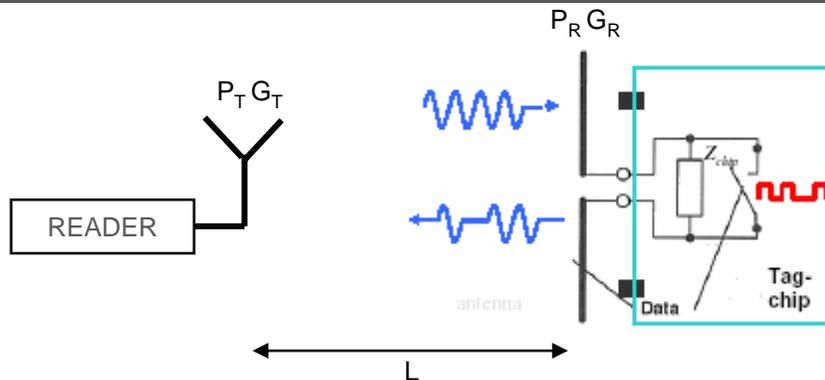
# Funzionamento di RFID Tag- **accoppiamento elettromagnetico per backscattering**

A frequenze  **$f > 100\text{MHz}$**  tag e reader contengono vere e proprie antenne (a patch o a dipolo) realizzate su supporti rigidi (FR-4) o flessibili (Poliestere, carta) in rame o inchiostri conduttivi.

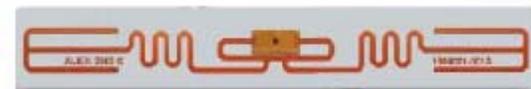
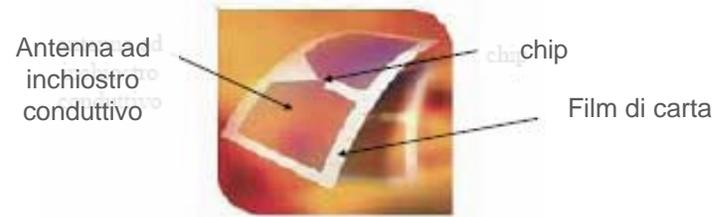
Le antenne sono degli ottimi riflettori, per cui la potenza trasmessa dal reader raggiunge l'antenna della tag attenuata per effetto della propagazione in spazio libero secondo la seguente equazione di Friis:

$$P_R[\text{dB}] = P_T[\text{dB}] + G_T[\text{dB}] + G_R[\text{dB}] + 10\text{Log}_{10} \lambda^2 / (4\pi L)^2 \quad (\text{attenuazione in spazio libero})$$

La potenza riflessa dall'antenna della tag viene modulata modificando in sintonia con i dati il carico dell'antenna (**modulated backscattering**). Tale potenza ridotta dell'attenuazione in spazio libero raggiunge l'antenna del reader e qui viene demodolata. Nel caso in cui l'antenna non sia perfettamente adattata all'impedenza del chip è necessario aggiungere un ulteriore coefficiente di attenuazione.



**Modulated backscattering**



Tag con antenna a dipolo ripiegato per la banda  $f=860\text{-}930\text{MHz}$

# Tipologie di RFID tag per tipo di alimentazione

**Passive:** non hanno alimentazione interna, la corrente necessaria al funzionamento viene ricavata dal campo elettromagnetico generato dal lettore.

**Frequenze operative:** 125-135 KHz, 13.56 MHz, 868/915 MHz, 2.45 GHz

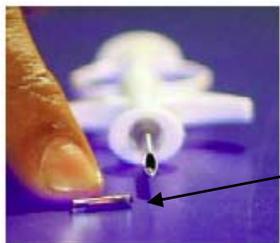
**Dimensioni:** variano in funzione della frequenza (tip. diminuiscono all'aumentare della frequenza)

**Memoria:** 64bit ROM, 1Kbit EEPROM

**Raggio di azione:** qualche cm-qualche metro (in funzione di: frequenza, potenza del reader, antenna)

**Prezzo:** 20-30 cent \$ (a tendere 5 cent \$)

**Alcuni produttori:** Philips, Texas Instruments, Alien Tech., Intermec, LabID, Escort Memory Systems, EHAG, ST Microelectronics, Symbol, Softwork, Trolley Scan, TagSys,...



Tag passive LF



Tag passive HF



Tag passiva UHF

Tag passiva 2.4 GHz



**Semi-passive:** hanno un'alimentazione interna (batteria) che viene utilizzata per funzioni ancillari come: funzionamento di un sensore, di un LED, di un display, del microprocessore, ma non comprendono la trasmissione di dati al lettore. Trasmettono solo se interrogate.

Il lettore per tag semi-passive è analogo a quello per tag passive.

# Lettori di RFID-tag passive

- emettono un'elevata potenza (max 4W) per attivare le tag passive
- consumi di potenza elevati (qualche W)
- Raggio di azione: da pochi centimetri a qualche metro in funzione della frequenza, della potenza emessa e dal tipo di antenna
- Grazie ad un algoritmo di anticollisione possono leggere contemporaneamente decine di tag (tip. 100) con velocità tipica di 100ms
- Comprendono una antenna che può essere interna o esterna, un sistema di gestione dell'anticollisione (microprocessore + SW + memoria), un MOD/DEMODO dei segnali RF, interfacce di rete (RS232, USB, Ethernet, Wi-Fi, GSM, GPRS, ecc.)
- prezzo indicativo: 200-3000\$



Lettores per tag LF



Lettores per tag LF e HF



Lettores per tag HF



Lettores per tag UHF

# Tipologie di RFID tag per tipo di alimentazione

**Attive:** hanno un'alimentazione interna (batteria) per cui oltre ad una memoria più grande possono essere dotate di microprocessore ed eventuali sensori. Possono trasmettere anche senza essere interrogate.

**Frequenze operative:** 433 MHz, 868/915 MHz, 2.45 GHz, 5.8 GHz

**Dimensioni:** attualmente sono di dimensioni maggiori delle tag passive

**Memoria:** EEPROM 8Kbit, 32Kbit

**Raggio di azione:** da 10<sup>e</sup> m a 100<sup>ia</sup> m (in funzione di: applicazione, potenza trasmessa, sensibilità dei ricevitori, guadagno d'antenna, ecc.)

**Prezzo:** 5\$-20\$ (a tendere 2\$)

**Alcuni produttori:** Active Wave, Identec, RF Code, Savi Tech., Softwork, Transcore, Wavetrend,



tag UHF Identec



tag 2.45GHz

**Semi-attive:** sono delle tag attive, per cui utilizzano l'alimentazione anche per trasmettere i dati, tuttavia rimangono in stand by finché non vengono interrogate dal lettore (che è analogo a quello per tag attive). In questo modo riducono di molto il consumo della batteria.

# Lettori di RFID-tag attive

- emettono meno potenza dei tipi passivi (10-20 mW)
- consumi di potenza ridotti (qualche mW) che facilitano l'integrazione
- raggiungono distanze maggiori (20-100 m)
- possono leggere contemporaneamente centinaia di tag con velocità di qualche ms
- comprendono un a o più antenne sia integrate sia esterne (in funzione dell'applicazione) un sistema di gestione dell'anticollisione (microprocessore + SW + memoria), un ricetrasmittitore RF, eventuali interfacce di rete (RS232, USB, Ethernet, Wi-Fi, GSM, ecc.)
- prezzo indicativo: 200-3000\$



Lettoce Identec per tag UHF  
con antenne esterne



Lettoce in formato Compact Flash o PCMCIA  
per tag attive UHF utilizzabile ad esempio  
con palmare



Lettoce per tag 2.45GHz

# Tipi di antenne

Esistono diverse tipologie di antenne in funzione delle frequenze operative e dell'ambiente applicativo

- Antenne a varco: si prestano per l'identificazione simultanea di più tag a frequenza tipica di 13.56MHz. Contengono diverse antenne per consentire la lettura per qualunque orientazione delle tag, la distanza tipica di rilevazione è di 1.5m, prezzo 1000-2000\$
- Antenne ad avvolgimento: per frequenze LF e HF, per distanze di circa 1m, le loro prestazioni dipendono dall'orientamento del tag, prezzo 200-300\$
- Antenne a dipolo, a microstriscia, a fessura: adatte per alte frequenze (da UHF in su), distanze anche 100<sup>ia</sup>m, prezzo 150-300\$

Antenne a varco per HF



Antenne per HF



Antenne per UHF



# Classificazione di RFID Tag per tipo di memoria

- **Read-only**: il termine indica un tipo di tag i cui dati (il codice identificativo), assegnati dal costruttore, non possono essere modificati. I tag di questo tipo sono i più economici.
- **Write once o WORM**: si differenzia dalla precedente in quanto consente all'utilizzatore finale di programmare la memoria della tag, ma un'unica volta.
- **Read-write** (lettura e scrittura): l'utilizzatore può aggiornare i dati contenuti nella tag tutte le volte che è necessario.

In accordo a queste funzionalità vi sono diversi tipi di memoria che possono essere utilizzati nelle RFID tag:

- **PROM (Programmable ROM)** può essere programmata un'unica volta applicando una carica elettrica ai pin d'ingresso del chip.
- **EEPROM (Electrically Erasable PROM)** può essere cancellata e riscritta un numero limitato di cicli (tip. da  $10^5$  a  $10^6$ ). EEPROM sono veloci da leggere ma lente da scrivere e cancellare.
- **Flash memory** meno costosa della EEPROM ma con le stesse caratteristiche: veloce da leggere, lenta da scrivere, ma può essere cancellata settore per settore e non byte per byte (dimensioni tipiche di un settore vanno da 256 byte a 16 KB).
- **SRAM (Static Random Access Memory)** conserva il suo contenuto finché è alimentata. E' veloce sia in lettura che in scrittura e non ha un numero limitato di cicli di riscrittura, ma è costosa e necessita una batteria supplementare per garantire il contenuto.

## Classificazione di RFID Tag per gamma di **frequenza**

| <b>Gamma di Frequenza</b>         | <b>LF</b><br>125 KHz<br>134 KHz | <b>HF</b><br>13,56 MHz | <b>UHF media</b><br>830-960 MHz (868 MHz EU, 915MHz USA, 950MHz Japan) | <b>Microonde</b><br>2,45 GHz<br>5,8 GHz                      |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------|--|--|
| <b>Tipica distanza di lettura</b> | 0.5m                            | 1m                     | Tag passivi 2-6m<br>Tag attivi 10-100m                                 | Tag passivi 4m<br>Tag attivi 100iam                          |
| <b>Alimentazione tag</b>          | Tag passivi                     | Tag passivi            | 830-960 MHz tag passivi (pochi attivi)                                 | 2.45GHz tag attivi (pochi passivi)<br>5.8 GHz tag attivi     |
| <b>Tipo di accoppiamento</b>      | Induttivo                       | Capacitivo o induttivo | Tag attivi elettromagnetico/<br>Tag passivi "backscattering"           | Tag attivi elettromagnetico/<br>Tag passivi "backscattering" |
| <b>Data rate</b>                  | Scarso (2kbps-10kbps)           | Buono (10-100kbps)     | Elevato (28-100kbps)   | Molto elevato (100kbps-1Mbps)                                |
| <b>Dimensione del tag</b>         | Medio/Piccola                   | Media                  | Piccola  | La più piccola   |

# Classificazione di RFID Tag per gamma di **frequenza**

| Gamma di Frequenza              | <b>LF</b><br>125 KHz<br>134 KHz  | <b>HF</b><br>13,56 MHz   | <b>UHF media</b><br>830-960 MHz<br>(868MHz EU, 915 MHz USA, 950MHz Japan)   | <b>Microonde</b><br>2,45 GHz<br>5,8 GHz  |
|---------------------------------|--|--|---|--|
| <b>Caratteristiche generali</b> | <b>Lettura attraverso liquidi.</b> Insensibili presenza metalli. Antenna realizzata con avvolgimento su un nucleo di ferrite. <b>Dipendenza angolo tra tag e reader.</b> | Meno costosi dei tag LF. Possono essere usati, con particolari accorgimenti, anche su metalli e in presenza di liquidi. <b>Realizzazione su film sottili.</b> Adatto per <b>lettura contemporanea di un limitato numero tag a distanza non grande. Dipendenza angolo tra tag e reader.</b> | Con lo standard EPC Global si preannunciano i meno cari e più diffusi. Adatti per <b>lettura contemporanea di numerosi tag a distanze di qualche metro.</b> Alto l'assorbimento attraverso liquidi, forti riflessioni da metalli. | Costo potenzialmente inferiore. Più sensibili dell'UHF media a metalli e liquidi. Antenna più piccola. Esige <b>linea di vista.</b> Più utilizzata per tag attivi. Utilizzata per <b>letture in velocità</b> (fino a 400/km/h) |
| <b>Applicazioni tipiche</b>     | Controllo accessi, <b>tracciamento animali</b> , immobilizzazione veicoli, ecc.  | <b>Smart card</b> , controllo accessi, ski-pass, antitaccheggio, tracciamento di prodotti e oggetti (gestione biblioteche, controllo bagagli aeroporti), ecc.  | <b>Logistica</b> , gestione magazzino, supply chain management, tracciamento di pallet e contenitori, ecc.  | Sistemi di <b>pedaggio elettronico</b> , tracciamento flotte, tracciamento beni  |
| <b>Note</b>                     | Uso ormai consolidato  | Al momento si tratta della frequenza più utilizzata (standard mondiale), grazie alla larga diffusione delle smart card   | Nel mondo, differenti standard di frequenza e differenti potenze di emissione.  | 2.45GHz è una frequenza della banda ISM ed è condivisa a livello mondiale. Possibili <b>interferenze</b> con altre applicazioni (es. Wi-Fi)  |

# Potenze consentite alle varie frequenze

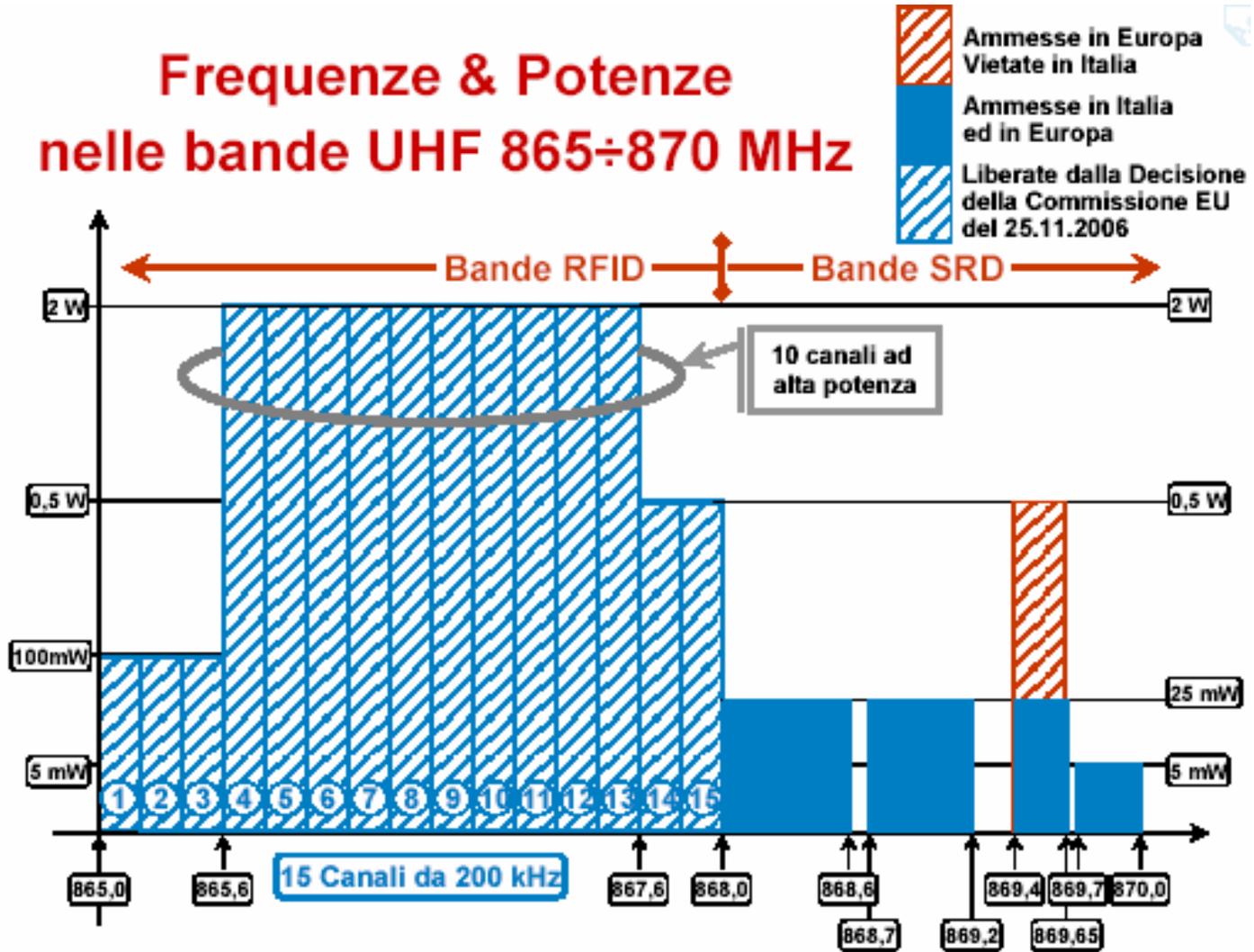
| Frequenza   | Regioni di applicabilità/P o H                      |
|-------------|---|
| <135 KHz    | Internazionale / 72dB $\mu$ A/m (~4A/m)             |
| 13.56 MHz   | Internazionale / 60dB $\mu$ A/m (~3A/m)             |
| 433 MHz     | Internazionale 10-100mW                             |
| 865-868 MHz | Europa / 500mW, 2W (ERP)                            |
| 902-928 MHz | North & South America, Taiwan / 4W (EIRP)           |
| 952-954 MHz | Japan 4W (EIRP)                                     |
| 2.45 GHz    | Internazionale 0.5W (EIRP) outdoor 4W (EIRP) indoor |
| 5.8 GHz     | USA&Canada / 4W (EIRP) Europa / 500mW (EIRP)        |

In Italia  
25 mW

**ERP (Effective Radiated Power)** indica la potenza irradiata da un trasmettitore che usa un'antenna a dipolo. **EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power)** indica la potenza irradiata utilizzando un'antenna isotropica. In USA gli Enti regolatori fanno riferimento a EIRP, in Europa si usa EIRP sopra 1GHz e ERP sotto 1GHz. Le due quantità sono in relazione  $P_{EIRP} = 1.64 P_{ERP}$

# Decisione della commissione europea 2006/804/EC del 25-11-2006

## Frequenze & Potenze nelle bande UHF 865÷870 MHz



# Sommario

Introduzione: breve storia

Tecnologie

▶ **Standard**

Sicurezza e privacy

Applicazioni

Prospettive future

# Standard ISO/IEC per sistemi RFID

|  |                                       |   |
|--|---------------------------------------|---|
| <br> | <b>RFID for Animal Identification</b> | <b>ISO/IEC 11784</b> (code structure-64bit)<br><b>ISO/IEC 11785</b> (technical concept)<br>134 KHz<br><b>ISO/IEC 14223</b> (advanced transponders)<br>134 KHz   |
|  | <b>Contactless Smart Card</b>         | <b>Comitato ISO/IEC JTC1/SC17/WG8</b><br><b>ISO/IEC 10536</b> (close coupled card)<br><b>ISO/IEC 14443</b> (proximity card-10cm, bit rate 106kbps) 13.56 MHz<br><b>ISO/IEC 15693</b> (vicinity card-1m, bit rate 26.6kbps) 13.56 MHz  |
|  | <b>RFID for Item Management</b>       | <b>Comitato ISO/IEC JTC1/SC31/WG4</b><br><b>ISO/IEC 18000 Part 1-7</b><br>Part 1 Generic Spec.; Part 2 <135KHz<br>Part 3 13.56 MHz; Part 4 2.45 GHz<br>Part 5 5.8 GHz (soppressa) RTLS standard<br>Part 6 860-930 MHz; Part 7 433 MHz |
|  | <b>NFC-Near Field Communication</b>   | <b>Comitato ISO/IEC JTC1/SC6/WG4</b><br><b>ISO/IEC 18092</b> 13.56MHz<br>Compatibile ISO 14443A   |

# Standard EPCglobal

**Auto-ID Center (1999-2003) : progetto di ricerca promosso dal Massachusetts Institute of Technology (MIT), confluito a Nov. 2003 in EPC (Electronic Product Code) Global.**

**Auto-ID LAB mantiene le funzioni di ricerca**

**EPCglobal è nata come joint venture tra EAN (European Article Numbering International e UCC (Uniform Code Council) (le due organizzazioni recentemente rinominate GS1 - Global Standards 1)**

| Protocollo            | Frequenza | Descrizione                               |
|-----------------------|-----------|---|
| <b>Classe 0</b>       | UHF       | Read-Only – Programmato da manifatturiera |
| <b>Classe 0 Plus</b>  | UHF       | Read-Write                                |
| <b>Classe 1</b>       | HF/UHF    | Write-once, Read-Many (WORM)              |
| <b>Classe 1 Gen 2</b> | UHF       | WORM; unisce classe 0, 1                  |
| <b>Classe 2</b>       | UHF       | Read-Write Tag                            |

**EPC Code - Address:** **Class 0 - 64 bits**  
**Class 1 - 96 bits**  
**Class 2 - 128/256 bits**

UHF: 860MHz and 960MHz range  
HF: 13.56MHz range

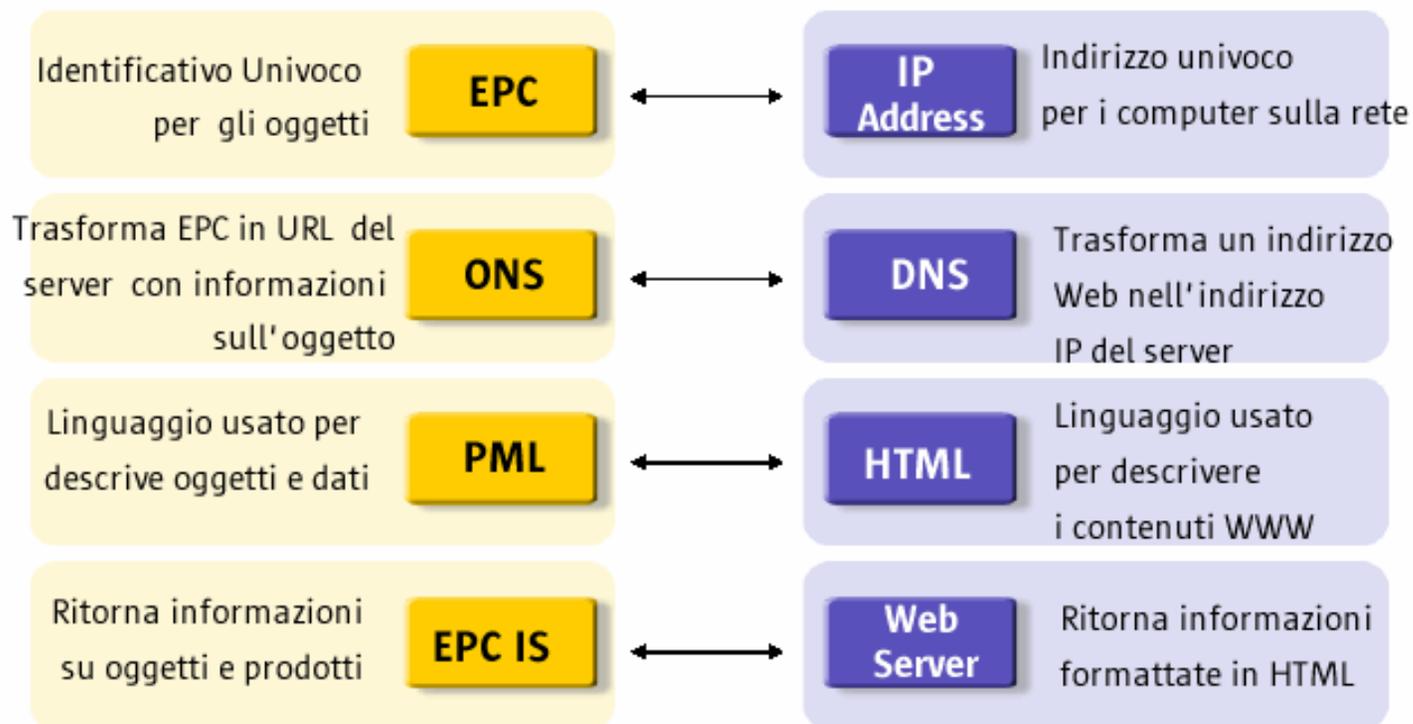
**Standard Classe 1 Gen 2 (scelto da Wal-Mart per Pallet Tagging a partire dal 2005)**

**Utenti (Wal-Mart, Metro, Carrefour, Gillette, Colgate-Palmolive, GlaxoSmithKlein, Kraft, Nestlé e Pepsi) e manifatturieri (Intermec, Texas Instruments, Philips Semiconductor, ...)**

# Descrizione dei componenti EPCglobal Network

| Componente                          | Descrizione   |
|-------------------------------------|---|
| <b>Codice EPC</b>                   | Identifica in modo univoco un oggetto tramite un <b>codice a 96 bit</b> così composto: testata 8bit (determina versione struttura della serie), manager di dominio 28bit (identifica società o ente responsabile del mantenimento della serie), classe oggetto 24bit (identifica una classe di oggetti), numero di serie 36bit (identifica ogni singolo oggetto).<br>La codifica prevista da EPC Global comprende anche quelle emesse precedentemente da EAN e UCC per il codice a barre. |
| <b>EPC MiddleWare</b>               | Il SW (chiamato Savant) che consente lo scambio di informazioni tra il lettore ed il sistema informativo aziendale. Consente di comunicare con altri Savant e con l'EPC IS  |
| <b>Discovery Service</b>            | Permette di trovare ove sono situate le informazioni su un oggetto e ne controlla l'accesso. Il <b>ONS (Object Name Service)</b> è il SW preposto a restituire l'indirizzo di un server pubblico contenente le informazioni sul prodotto, in modo simile a quanto avviene oggi in Internet con il sistema Domain Name System (DNS)  |
| <b>EPC IS (Information Service)</b> | Gestisce le interazioni con i "trading partner" ed il server aziendale pubblico che memorizza i dati dell'oggetto in un apposito linguaggio <b>PML (Physical Markup Language)</b> basato su XML   |

# EPC Network – The Internet of Things



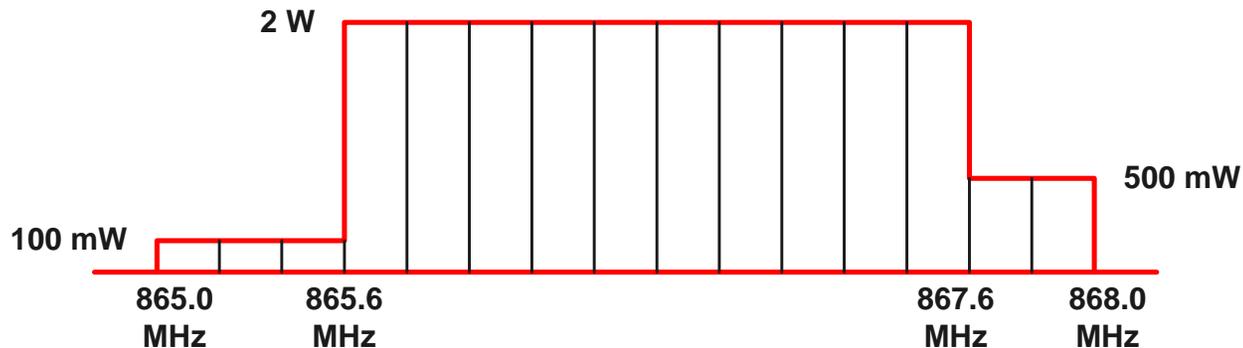
# Standard ETSI



Il TG 34 ha lavorato ad un nuovo standard per soddisfare il mercato per RFID in banda UHF

Lo standard **ETSI EN 302 208** definisce una potenza ERP di 2W @ tra 865.6 MHz e 867.6MHz

Lo standard permetterà l'utilizzo in Europa di prodotti conformi con lo standard **ISO 18000-6**



# Sommario

Introduzione: breve storia

Tecnologie

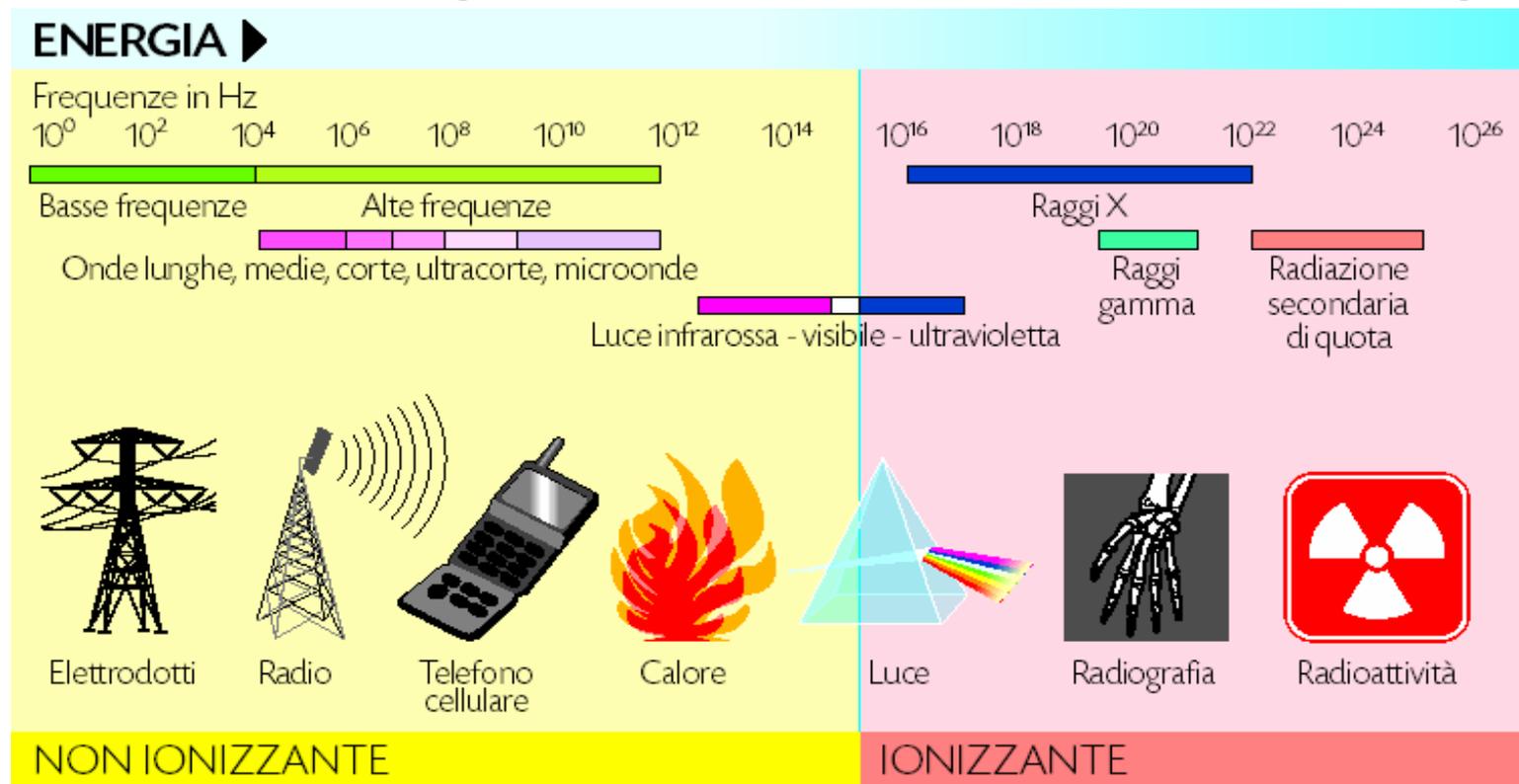
Standard

▶ **Sicurezza e privacy**

Applicazioni

Prospettive future

# Impatto biologico in funzione dell'energia



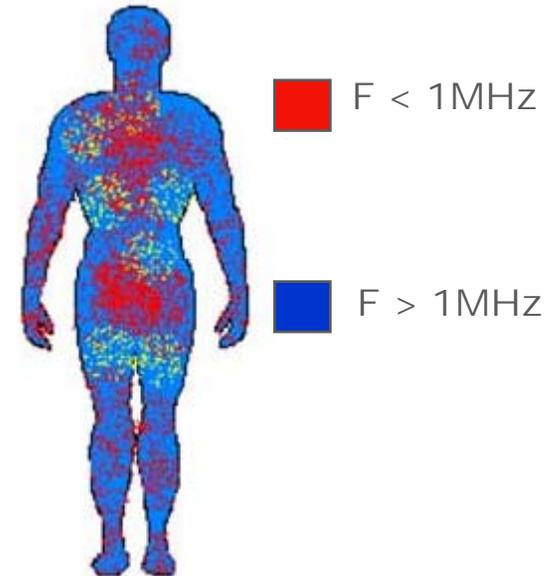
**Radiazioni ionizzanti:** sono radiazioni che trasportano una quantità di energia in grado di scindere atomi e molecole in particelle cariche elettricamente, danneggiando così anche le cellule umane (è da tempo accertata la pericolosità in termini di effetti cancerogeni). Appartengono a questo gruppo i raggi UV, i raggi X e i raggi gamma.

**Radiazioni non ionizzanti:** sono radiazioni a più bassa energia, non in grado di effettuare scissioni. Esse interagiscono con le cellule degli organismi determinando modificazioni di tipo termico o bio-elettrico.

# Gli effetti dei campi elettromagnetici alle diverse frequenze

**Frequenze inferiori ad 1 MHz:** a queste frequenze i campi elettromagnetici non producono nel corpo umano un riscaldamento significativo dei tessuti. Per contro essi *inducono correnti elettriche* nel sistema nervoso e muscolare, esprimibili in densità di corrente indotta. Valori di densità di campo magnetico di riferimento sono  $10\text{mA/m}^2$ . Al di sopra dei  $100\text{mA/m}^2$  si possono avere contrazioni muscolari involontarie.

**Frequenze compresa tra 1MHz e 10GHz:** a queste frequenze i campi elettromagnetici riscaldano i tessuti esposti. La profondità di penetrazione dei campi nei tessuti dipende dalla frequenza ed è maggiore alle frequenze più basse. La maggior parte degli effetti nocivi dovuti all'esposizione sono individuabili quando l'aumento della temperatura del corpo supera un  $1^\circ\text{C}$ . I conseguenti effetti legati alla termoregolazione possono indurre la riduzione delle capacità mentali o fisiche, oppure influenzare lo sviluppo fetale (difetti di nascita si verificano solo se la temperatura del feto cresce di  $2\text{-}3^\circ\text{C}$  per delle ore), la fertilità maschile oppure indurre la cataratta per opacizzazione del cristallino.



# Norme di riferimento

**ICNIRP:** (**International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection**) è un gruppo indipendente di esperti, che è stato costituito per valutare gli effetti delle NIR (radiazioni non ionizzanti) sulla salute e sul benessere dell'uomo. L'ICNIRP è libera da qualunque interesse economico ed è l'organizzazione non governativa formalmente riconosciuta dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), dall'Organizzazione Internazionale del Lavoro (ILO) e dall'Unione Europea (UE). Per studiare gli effetti sanitari dei campi elettromagnetici sul corpo umano l'ICNIRP ha definito il parametro **SAR** "*tasso di assorbimento specifico di energia*", espresso in Watt per chilogrammo (W/Kg).

ICNIRP ha pubblicato le seguenti linee guida: "[Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields \(up to 300 GHz\)](#)"

Gli standard europei del **CENELEC** (European Committee for Electrotechnical Standardization) a cui si adegua anche la normativa italiana (norme CEI) hanno recepito le raccomandazioni dell'ICNIRP e le hanno perfezionate anche per i sistemi RFID.

**EN 50364 (2002)** "Limitation of human exposure to electromagnetic fields from devices operating in the frequency range 0 Hz to 10 GHz, used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications"

**EN 50357 (2001)** "Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from devices used in electronic article surveillance (EAS), radio frequency identification (RFID) and similar applications"

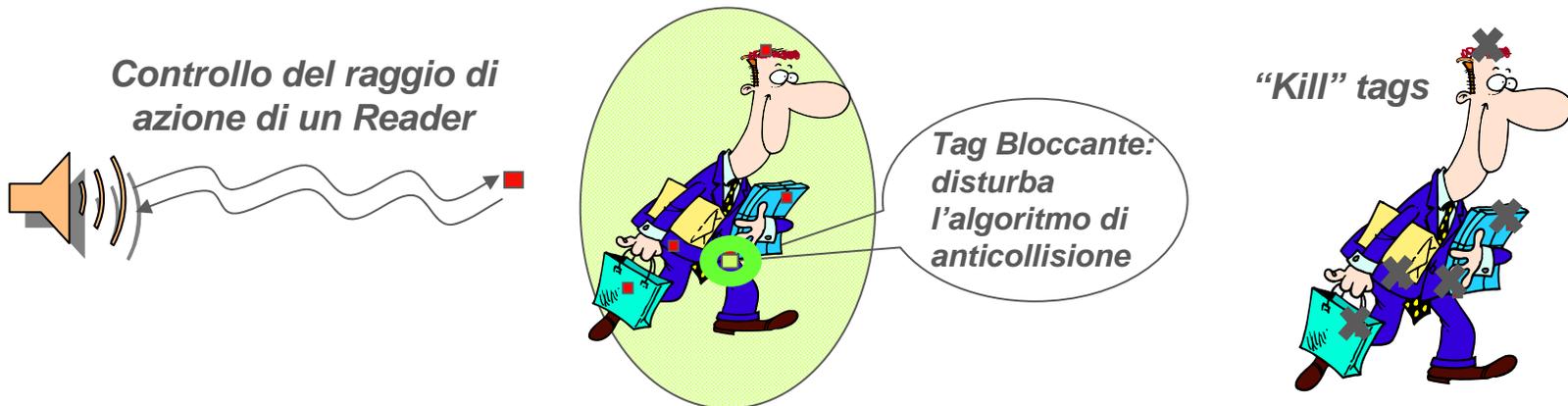
Si ottiene che un reader passivo con ERP di 2 W deve trovarsi ad una distanza superiore ai due metri da esseri viventi con permanenza per più di 4 ore

# RFID: privacy

Le RFID tag sono spesso associate direttamente alle persone, pertanto le problematiche relative alla privacy possono condizionarne fortemente l'utilizzo di RFID tag per servizi legati al mercato Consumer

Gli accorgimenti per raggiungere l'obiettivo di preservare la privacy nonostante l'uso di RFID tag sono molteplici e non si è ancora pervenuti ad una sintesi univoca all'interno degli standard ISO 18000. Le soluzioni considerate più efficienti sono principalmente 3:

- Propagation Control
- Blocker Tag
- Kill Tag



# RFID: privacy

**Garante per la privacy** ( [www.garanteprivacy.it](http://www.garanteprivacy.it)) → Le RFID non devono servire per la raccolta di dati personali, a meno che ciò sia assolutamente necessario. In tal caso, i consumatori devono esserne informati adeguatamente, ed i dati non possono essere utilizzati per altri scopi se non quelli dichiarati

**USA** (*Fair Information Practices*) ed **Unione Europea** (*Direttiva 95/46/CE*) → concordano nell'attuare i seguenti principi:

- Fornire agli utenti un'informativa accurata relativamente all'impiego di dispositivi RFID;
- Cifrare e limitare i dati raccolti a quelli indispensabili per le finalità in questione;
- Assicurare agli utenti la possibilità di ottenere soddisfazione in caso di quesiti e/o reclami;
- Se strettamente necessario, i dati personali, devono essere raccolti in modo trasparente;
- I dati personali possono essere conservati soltanto finché risultino necessari allo scopo;
- I singoli interessati dovrebbero avere la possibilità di cancellare i dati e di disattivare o distruggere le etichette RFID una volta che ne siano entrati in possesso.

# Sommario

**Introduzione: breve storia**

**Tecnologie**

**Standard**

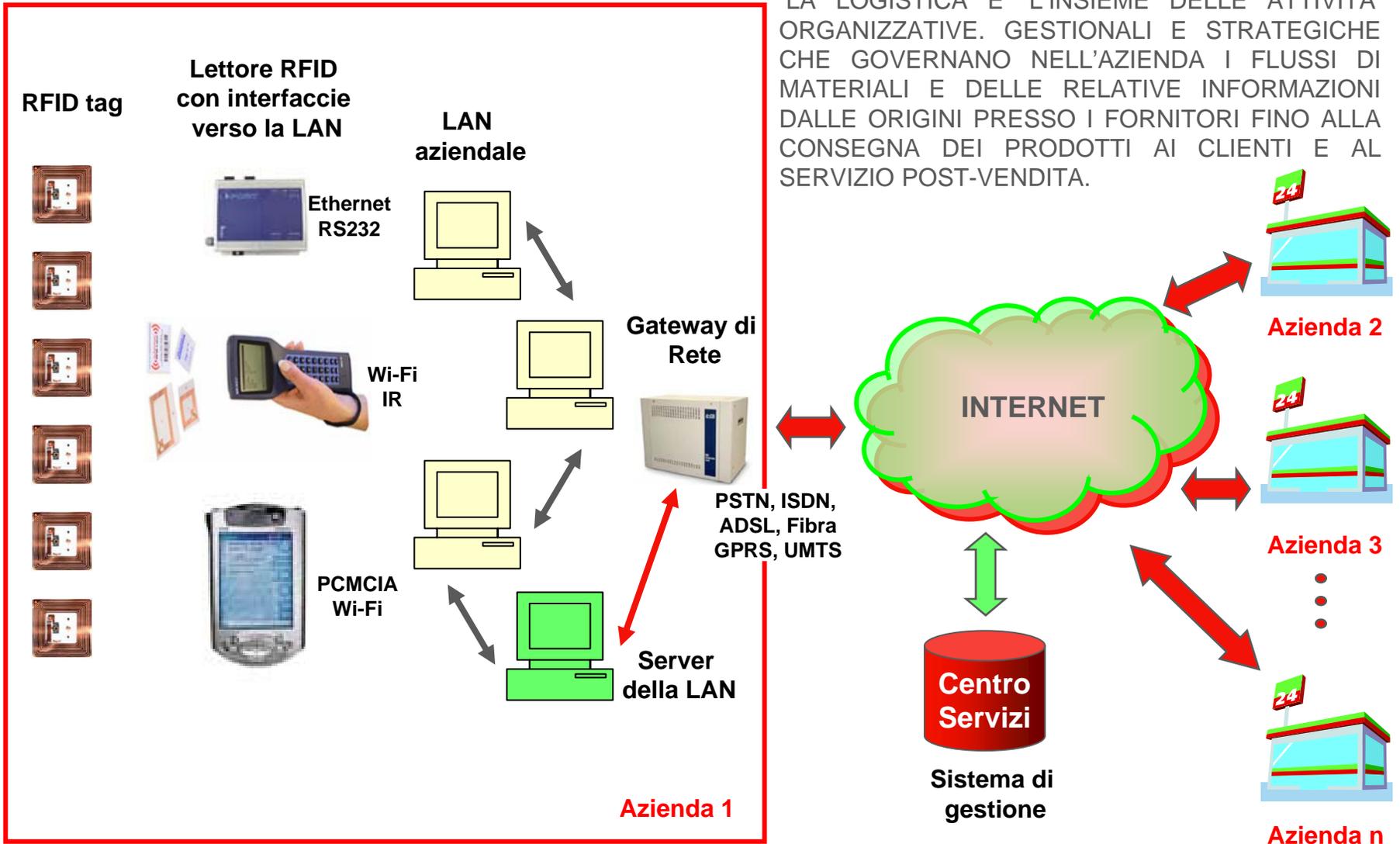
**Sicurezza e privacy**

▶ **Applicazioni**

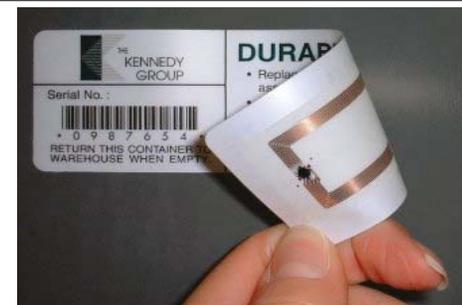
**Prospettive future**

# Scenario applicativo: RFID nella Logistica

LA LOGISTICA E' L'INSIEME DELLE ATTIVITA' ORGANIZZATIVE, GESTIONALI E STRATEGICHE CHE GOVERNANO NELL'AZIENDA I FLUSSI DI MATERIALI E DELLE RELATIVE INFORMAZIONI DALLE ORIGINI PRESSO I FORNITORI FINO ALLA CONSEGNA DEI PRODOTTI AI CLIENTI E AL SERVIZIO POST-VENDITA.



# Tecnologie RFID vs codice a barre



| Parametri                        | Codice a Barre   | RFID tag        |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| Quantità di dati [Byte]          | 1-100            | 16-128K         |
| Influenza dello sporco           | Alta             | Nessuna         |
| Linea di vista                   | si               | no              |
| Aggiornamento dati               | no               | si              |
| Letture multiple                 | no               | si (tipico 100) |
| Sicurezza dati                   | no               | si              |
| Velocità di lettura              | Bassa            | Molto veloce    |
| Distanza di lettura              | pochi centimetri | qualche metro   |
| Prevenzione furto                | no               | si              |
| Prevenzione contraffazione       | no               | si              |
| Funzionamento in ambiente ostile | no               | si              |

# Principali aree di applicazione - Business

| Aree di applicazione                         | Esempi di processi aziendali  | Esempi applicativi   |
|--|---|--|
| <b>Logistica o Supply Chain Management</b>   | Tracciabilità delle materie prime, imballaggio di protezione, controllo anti-frode e anti-contraffazioni, trasporto, gestione magazzino (stoccaggio, gestione scorte, gestione movimentazione materiali in/out, inventario), gestione degli ordini, distribuzione merce, previsioni di marketing, assistenza alla clientela | Manifatturiere (HP, Gillette, Benetton, Merloni,...); GDO (WalMart, Metro, Marks&Spencer, ...); Distributori (UPS, TNT, DHL, Poste Italiane); Ospedali (San Raffaele); Aeroporti (San Francisco, Malpensa); Ministero della difesa USA; Ristorazione (Mac Donald); Biblioteche (Vaticana)... |
| <b>Gestione della produzione</b>             | Controllo forniture, controllo e ottimizzazione dei processi, linee di assemblaggio intelligenti, gestione del ciclo di vita del prodotto, gestione pezzi di ricambio, manutenzione impianti  | Manifatturiere (Volksvagen, Honda, Ducati, Ferrero,...)  |
| <b>Controllo accessi e tracciamento beni</b> | Identificazione persone, localizzazione persone o beni durevoli, limitazione accessi, controlli di sicurezza, prevenzione furti   | Aziende di vario tipo, Impianti militari   |
| <b>Gestione filiera alimentare</b>           | Identificazione animali o prodotti, prevenzione contraffazioni, dati per certificare la filiera alimentare  | Allevatori (bovini, pollame,...); agricoltori; aziende alimentari (vino, grana, prosciutto di Parma, latte,...)  |

# Principali aree di applicazione - Consumer

| <b>Aree di applicazione</b>                          | <b>Esempi</b>   |
|--|---|
| <b>Identificazione persone</b>                       | Carte identità, tessere sanitarie, passaporti elettronici, patenti,...  |
| <b>Identificazione animali domestici</b>             | Identifica proprietario, vaccinazioni fatte, cure veterinarie   |
| <b>Pagamento automatico alle casse ed antifurto</b>  | Supermercati, grandi magazzini, benzina, telepass autostrade, cinema, teatro, museo, ...  |
| <b>Pagamento mezzi pubblici e gestione parcheggi</b> | Metro, bus, skipass, pagamento e accesso a parcheggi, regolamentazione accessi in ZTL   |
| <b>Localizzazione + info</b>                         | Servizi di informazione relativi ai luoghi di interesse (musei, cinema, ristoranti, farmacie, benzinai, ecc.); info viabilità                                 |
| <b>Salute</b>  | Identificazione errori e contraffazioni dei farmaci (6-10%); identificazione pazienti e abbinamento con medicinali, sacche sangue; abbinamento neonato-mamma. |
| <b>Servizi per la casa</b>                           | Controllo scadenza dei prodotti, elettrodomestici intelligenti (frigoriferi, lavatrici, microonde)  |

# In sintesi:

## *Aree di miglioramento:*

- **Costo** della RFID tag
- Unicità ed affermazione degli **standard**
- Le **condizioni ambientali** possono influenzare l'utilizzo e la lettura dei TAG (ad es. contenitori metallici, liquidi), ogni ambiente applicativo richiede una **progettazione ad hoc**
- **Privacy**: le etichette RFID, applicate ai prodotti possono porre problemi di privacy.

## *Il mercato:*

- L'attuale mercato RFID è ancora trainato da **applicazioni tradizionali intra-aziendali**, che si integrano con i sistemi gestionali e informativi esistenti.
- Alcune grandi società (WalMart, Metro, Gillette, HP,...) stanno trainando il mercato.
- Grandi società come Microsoft, SUN, SAP, IBM stanno proponendo soluzioni SW complete

# Sommario

**Introduzione: breve storia**

**Tecnologie**

**Standard**

**Sicurezza e privacy**

**Applicazioni**

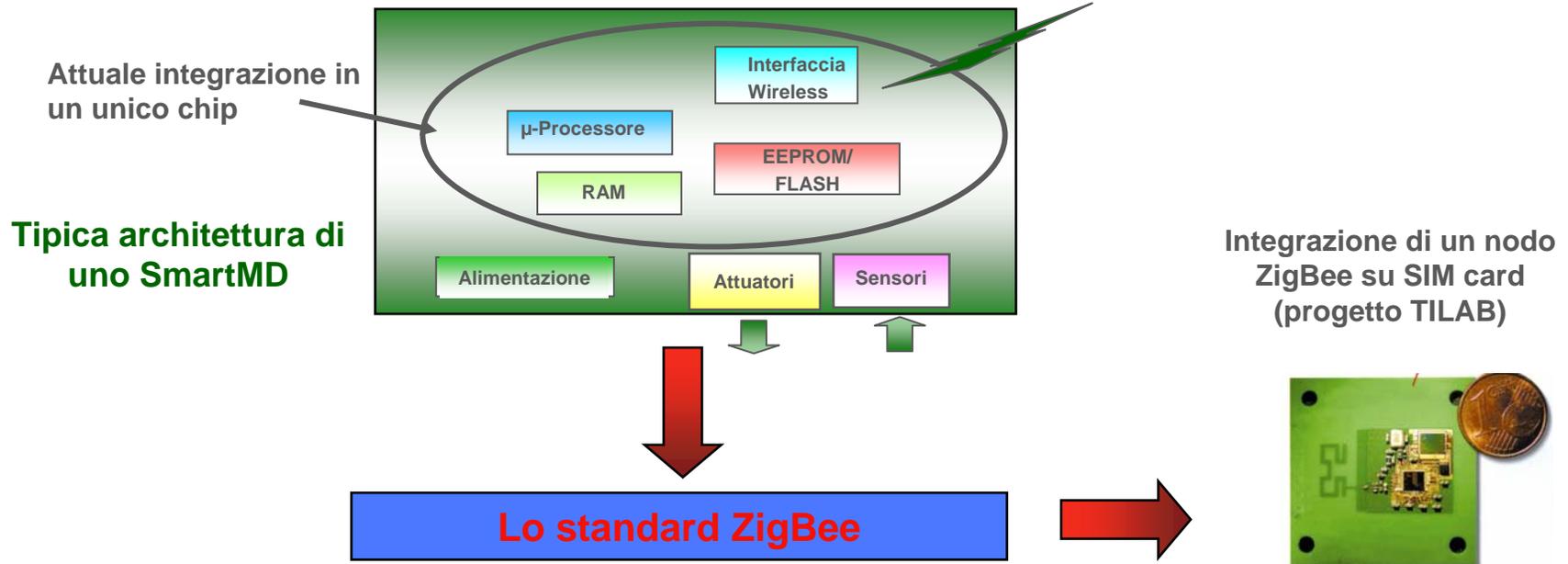
▶ **Prospettive future**

# Evoluzione tecnologica

- **Microchip**  riduzione di dimensioni e consumi, uso di polimeri plastici al posto del silicio (Philips), metodi di stampa meno costosi dalla litografia
- **Batterie**  basso costo, piccole dimensioni, lunga durata (es. Li polimeriche stampabili anche su carta - Power Paper, micro fuel cells,...)
- **Sistemi di “energy scavenger”**  fotovoltaico (celle solari a base organica con nanotubi di carbonio), MEMS per raccogliere vibrazioni ambientali
- **Condensatori**  piccoli ad elevata capacità (Ultracapacitor-Maxwell) da abbinare eventualmente ai sistemi di accumulo dell’energia.
- **Antenne**  realizzate con materiali organici e nanotubi di carbonio; tecniche di miniaturizzazione (antenne frattali),
- **Packaging**  sistemi automatici per ridurre costi e aumentare efficienza
- **Reader**  multi-frequenza, multi-protocollo, integrati in apparati mobili (cellulari), SDIO card, MM card, smart card

# L'evoluzione: ... gli SmartMicroDevices

Quando la RFID tag acquisisce più intelligenza con un microprocessore più potente e aumenta le sue funzionalità con l'aggiunta di micro sensori (e se necessario di micro attuatori) il tutto integrato in un unico chip, essa si trasforma da una semplice etichetta in un micro dispositivo wireless intelligente. Se poi si aggiungono nuovi e più avanzati protocolli di comunicazione, ciascun dispositivo può diventare parte di una rete wireless di sensori in grado di auto-configurarsi, scalabile, affidabile e pervasiva. E' la visione dell'Università di Berkeley con la sua "smart dust" o anche "disappearing electronics"



# Grazie per l'attenzione

[tiziana.tambosso@ieee.org](mailto:tiziana.tambosso@ieee.org)  
[www.ttambosso.it](http://www.ttambosso.it)