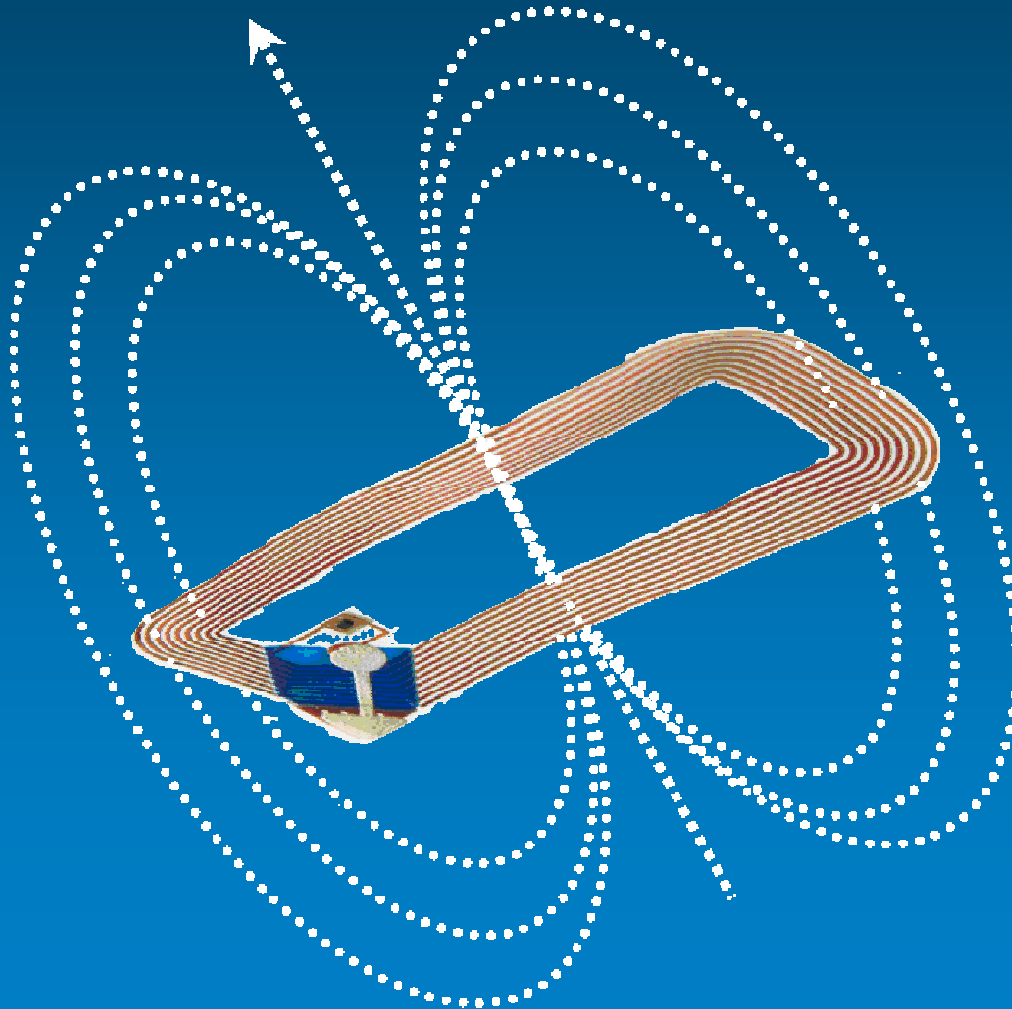


# RFID

una tecnologia *silenziosamente pervasiva*



Giuseppe Russo  
russo@fub.it

Paolo Talone  
talone@fub.it

# Una tecnologia “silenziosamente pervasiva”

Quasi mai ci si accorge di usare questa tecnologia  
(o di esserne usati !!!)  
a meno di non essere “addetti ai lavori”

Raramente il dibattito raggiunge livelli paragonabili  
con quelli su altre nuove tecnologie  
che tuttavia  
impattano in misura minore con la vita della popolazione

**EPPURE**

Non vi è quasi nessuno  
nelle nazioni industrializzate  
che non sia venuto in contatto con la tecnologia  
**RFID**

# Cosa è RFID ?

**RFID (Radio Frequency Identification)  
indica l'identificazione (e non solo)  
attraverso un collegamento a radio frequenza**



**Funzionalità minima:  
rispondere quando interrogati**

**Chi sei ?**

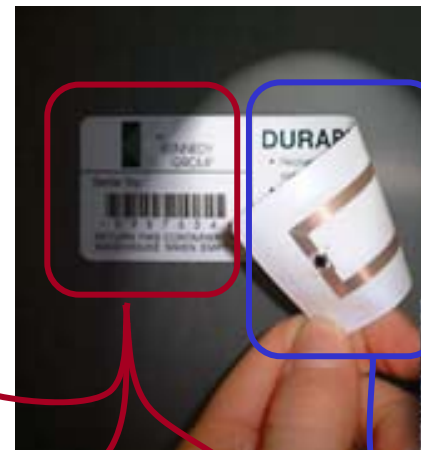
**Sono 01-0000A4F-001AD-000000001**



**L'identificazione implica l'assegnazione di un'identità univoca ad un oggetto  
che consenta di distinguerlo in modo non ambiguo**

# Identificazione (Barcode vs. EPC)

L'Electronic Product Code è il più diffuso (e normalizzato) identificativo contenuto nelle "etichette elettroniche" (TAG)  
Viene da queste restituito sotto interrogazione



EPC è evoluto dal codice a barre EANUCC (European Article Numbering/Universal Code Council) largamente usato per identificare i prodotti, ma non i singoli oggetti

Spesso composto da 96 bit, EPC identifica:

- ≡ Il tipo di codice
- ≡ il fabbricante
- ≡ la classe di oggetti
- ≡ il singolo oggetto ( $2^{96} = 68$  miliardi di oggetti diversi)

Type 1 EPC (96 bits)

01.0000A4F.001AD.0000000001

Header  
(8 bits)

EPC Manager  
(28 bits)

Object Class  
(24 bits)

Serial Number  
(36 bits)

Hexadecimal Notation

# Cosa c'è oltre l'identificazione ?

L'identificazione univoca ed universale di un oggetto si ottiene con  $\approx 100$  bit

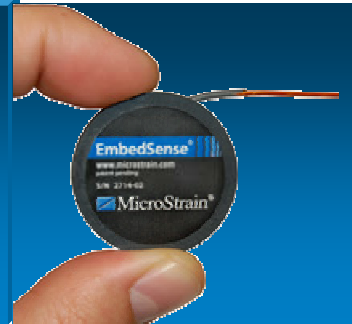
## Notizie sull'oggetto

(anche aggiornate durante la vita del medesimo)

Es.: composizione, pericoli, data di produzione/scadenza

## Informazioni ambientali, da sensori nei TAG

(anche memorizzate in precedenza – data logging)



## Procedure di autenticazione e crittografia

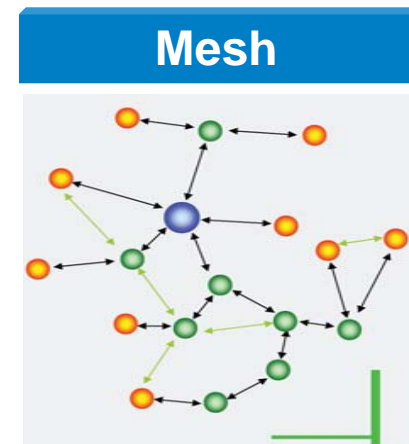
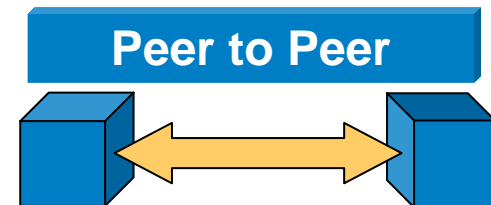
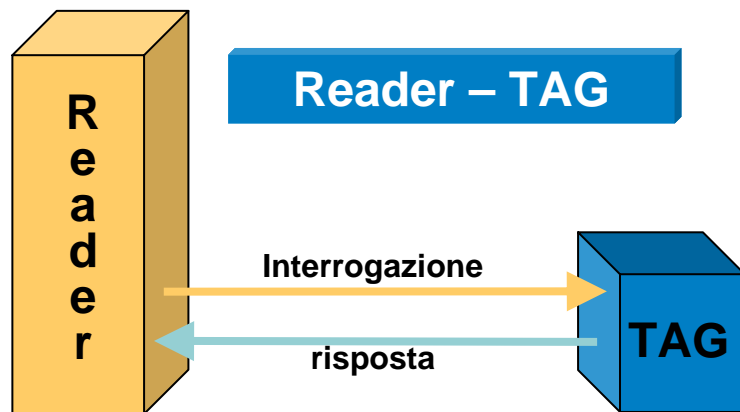
(carte senza contatto ed NFC)

# Come comunicano ?

**RFID comunicano mediante segnali R.F., quindi NON sono necessari:**

- ≡ **contatto fisico** (a differenza, ad esempio, delle carte a banda magnetica)
- ≡ **visibilità** (non-line-of-sight)  
(a differenza, ad esempio, dei codici a barre)

## Paradigmi di comunicazione:



# TAG Attivi / Passivi

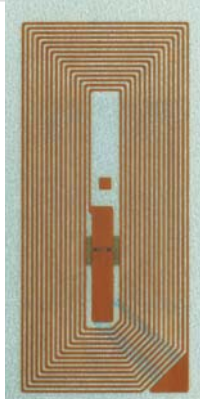
## Attivi

- Alimentati da batterie
- Incorporano ricevitore e trasmettitore come i Reader

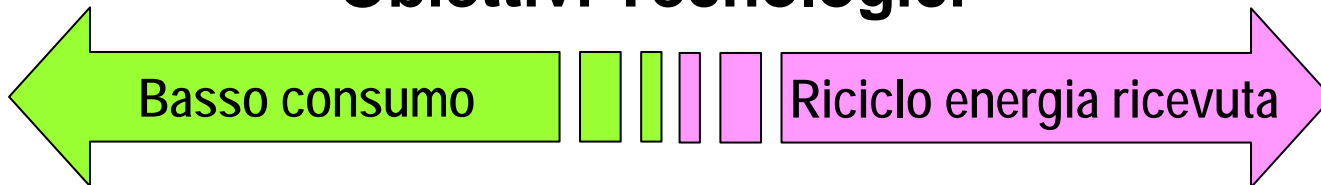


## Passivi

- Ricavano l'energia per il funzionamento dal segnale proveniente dal Reader
- Non possiedono trasmettitore, ma irradiano, modulandolo, il segnale trasmesso dal Reader e riflesso dalla propria antenna



## Obiettivi Tecnologici



**Presenza di Fonti energetiche**

**Assenza di Fonti energetiche**

## Semi-Passivi

- Dotati di batteria utilizzata solo per alimentare il microchip o apparati ausiliari (sensori), ma non per alimentare un trasmettitore
- In trasmissione si comportano come TAG passivi

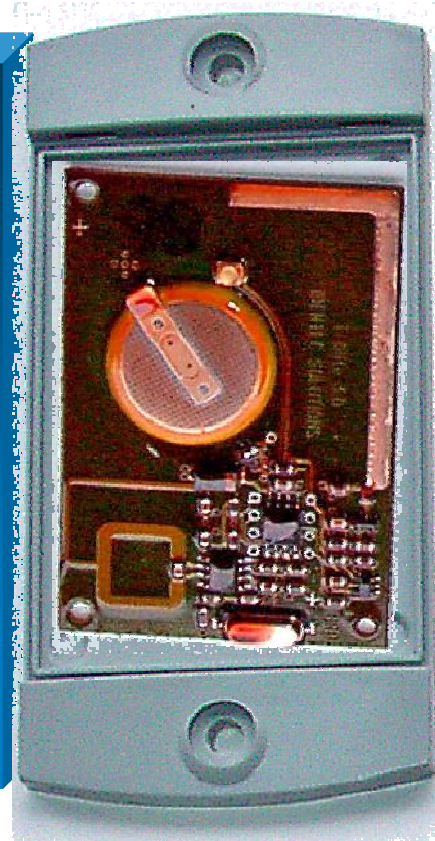


# Tecnologie dei TAG attivi

➤ Sono ricetrasmittitori governati da logiche di controllo

➤ La sfida principale riguarda le problematiche energetiche

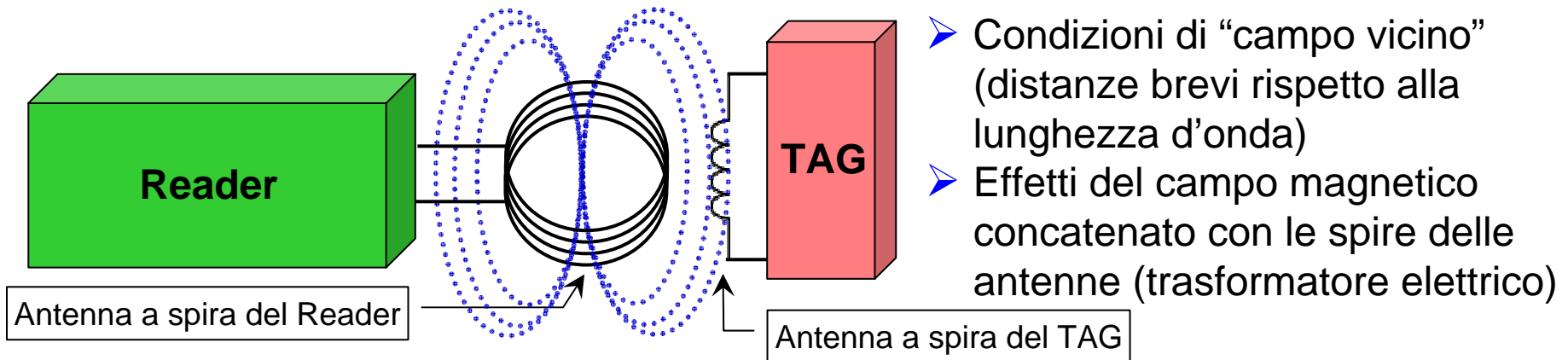
- Il tempo di vita del TAG coincide con quello della sua batteria
  - celle fotovoltaiche
  - vibrazioni
  - differenze di temperatura
- In alternativa, ricavare energia dall'ambiente
  - Sensori
  - Elaborazione
  - Comunicazione
  - Strategie di sonno/veglia



➤ Non trascurare le problematiche ambientali

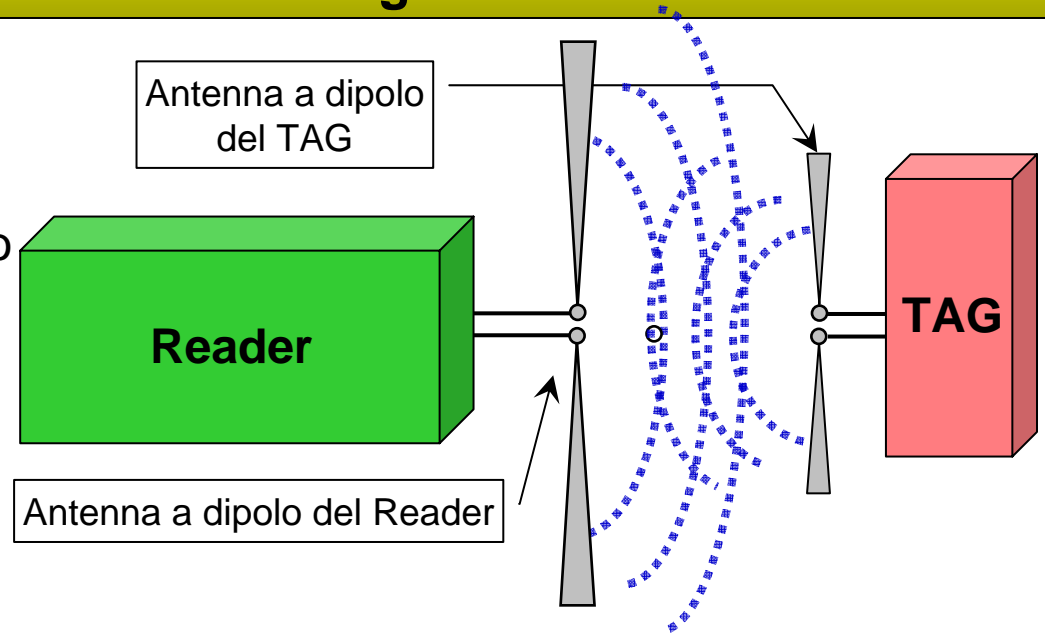
# Tecnologia dei TAG passivi

## Accoppiamento induttivo



## Accoppiamento elettromagnetico

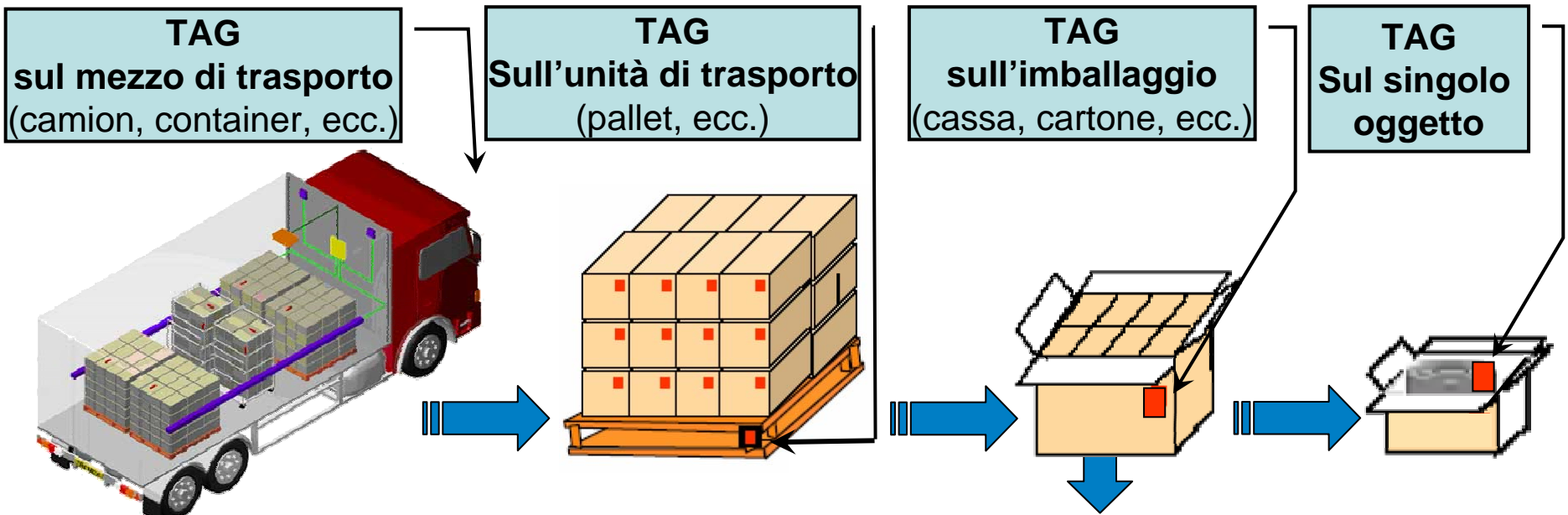
- Condizioni di “campo lontano” (distanze lunghe rispetto alla lunghezza d’onda)
- Effetti del campo elettromagnetico (trasmissione radio)
- L’antenna del TAG riflette parte della potenza elettromagnetica ricevuta (backscattering — fenomeno simile al radar)



# RFID nella logistica

Applicazioni Closed Loop

Applicazioni Open Loop



Se questa è la  
situazione attuale  
Cosa manca  
per l'ultimo passo ?  
Solo i costi dei TAG ??

# Applicazioni & Ciclo di vita dei TAG

- ↪ Dispositivi di Accesso & Pagamento:  
Carte senza contatto, NFC, chiavi, ecc.
- ↪ Passivi o Attivi
- ↪ Massime tecnologie di sicurezza
- ↪ Costituiscono un mercato separato

**Tag a perdere**  
(seguono la vita dell'oggetto)

**Applicazioni Open Loop**

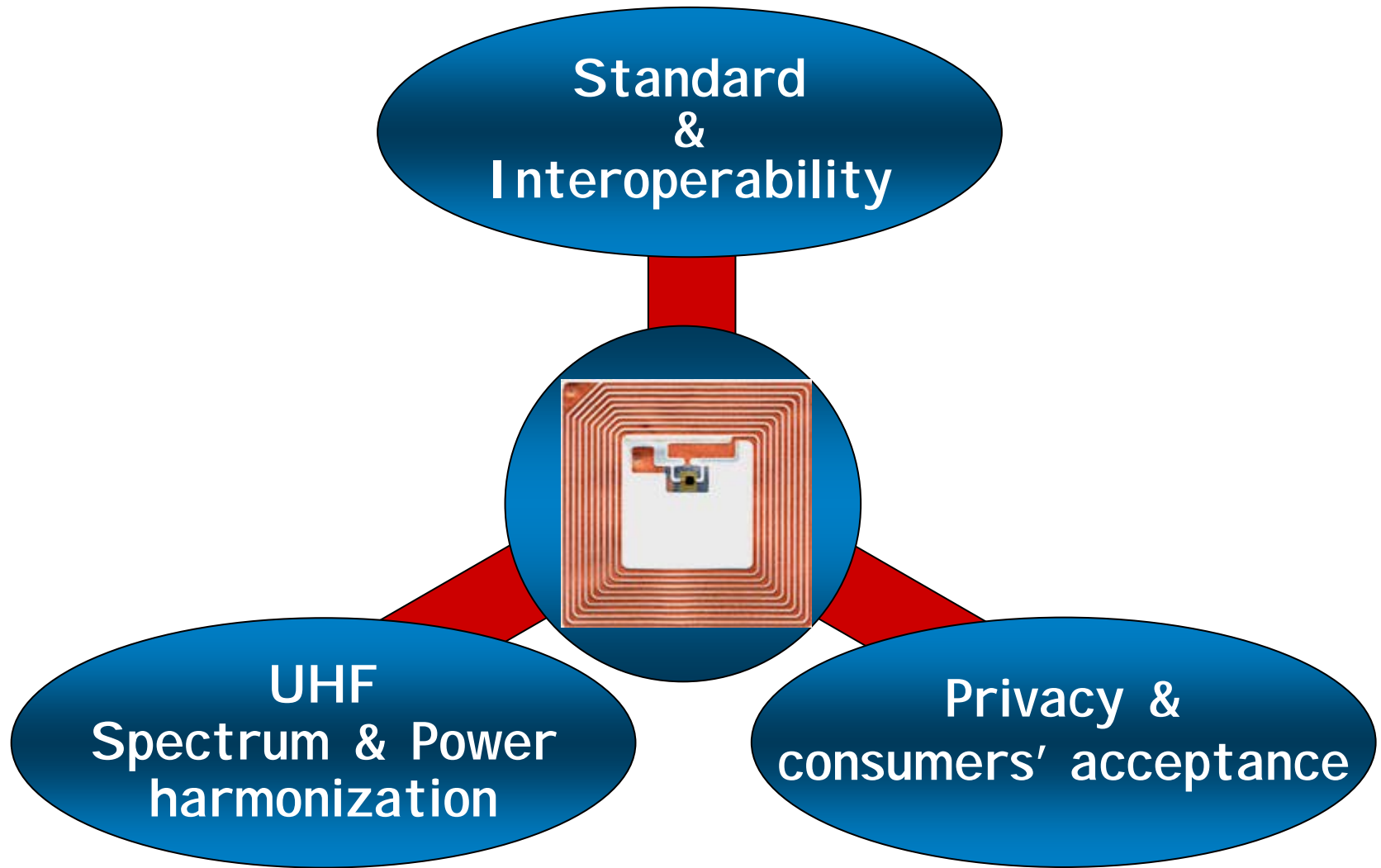
**TAG recuperabili & riusabili**

**Applicazioni Closed Loop**

- ↪ “Etichette intelligenti”  
(ma anche tappi, bottoni,  
TAG incorporati negli oggetti)
- ↪ Quasi sempre passivi
- ↪ Richiesta memoria riscrivibile  
(info su scadenza, prezzo, ecc.)
- ↪ Procedure di sicurezza semplici  
(abilitazione/disabilitazione)
- ↪ Qualche applicazione con sensori  
(semi passivi o  
passivi con sensori semplici)

- ↪ TAG fissi su contenitori riusabili  
TAG applicati poi estratti e riutilizzati  
su oggetti di pregio o animali
- ↪ Prevalentemente attivi ma anche  
passivi in contenitori “robusti”
- ↪ Memoria riscrivibile quasi  
indispensabile
- ↪ Procedure di sicurezza efficienti  
(autenticazione & crittografia)
- ↪ Sensoristica senza limitazioni

# Criticità per lo sviluppo



# Minacce alla sicurezza (Threats)

## Tecniche

- **Intercettazioni** (Eavesdropping)
- **Disturbo/ Alterazione comunicazione**  
(Data Corruption/Modification)
- **Inserimento falsi messaggi** (Data Insertion)

## Finalità

- ↪ Clonazioni/alterazioni  
Identificatori/informazioni
- ↪ Tracciamento illecito



# Tecniche di Sicurezza

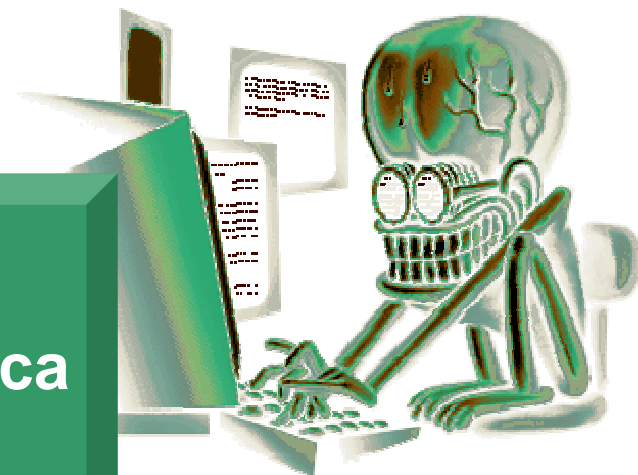
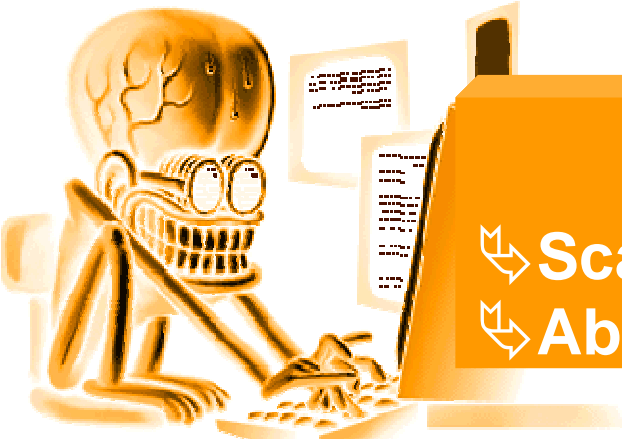
## TAG Gen2

- ↪ Scarsa capacità di calcolo
- ↪ Abilitazioni/disabilitazioni su base password

- **Killing:**  
disabilitazione totale; dati non più accessibili
- **Clipping:**  
disabilitazione parziale; dati accessibili solo in prossimità
- **Cloaking:**  
password prima di rispondere  
e/o scrivere sezioni di memoria

## Carte senza contatto

- ↪ Autenticazione & Crittografia simmetrica
- ↪ Standard proprietari:  
Mifare (Philips), Felica (Sony)



# Sistemi RFID

## Physical Markup Language (PML)

linguaggio basato su XML utilizzato per descrivere il formato di documento contenente informazioni sugli oggetti

## Object Name Server (ONS);

fa corrispondere l'EPC all'informazione sul prodotto opp all'indirizzo IP di un server PML in rete che la possiede  
Opera come i DNS (Domain Name Service) di Internet

## Middleware o Savant Software;

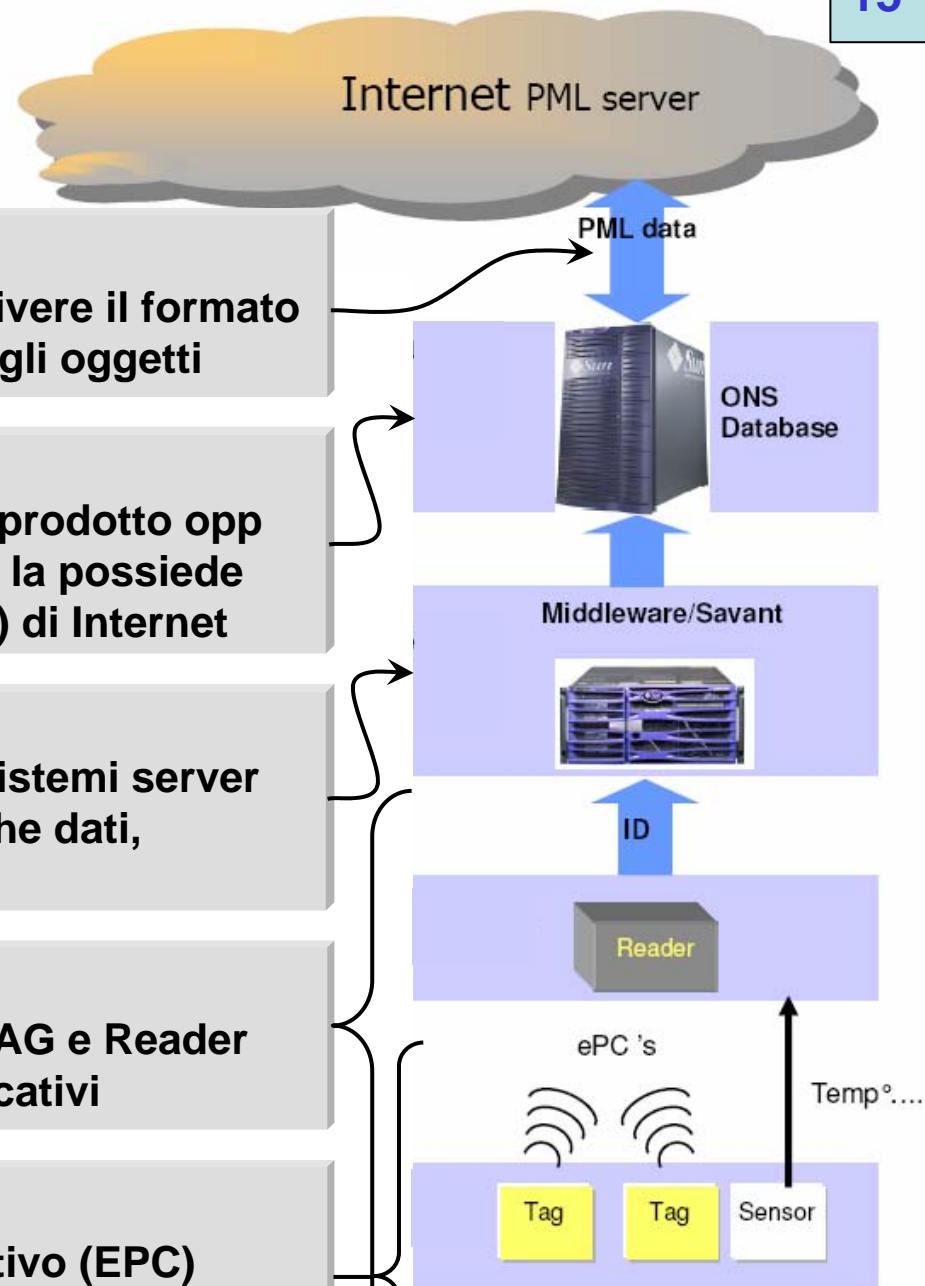
servizi per ridurre il traffico in rete verso i sistemi server  
Es. gestire false letture, realizzare cache dati, interrogare l'ONS, ecc.

## "Identification System"

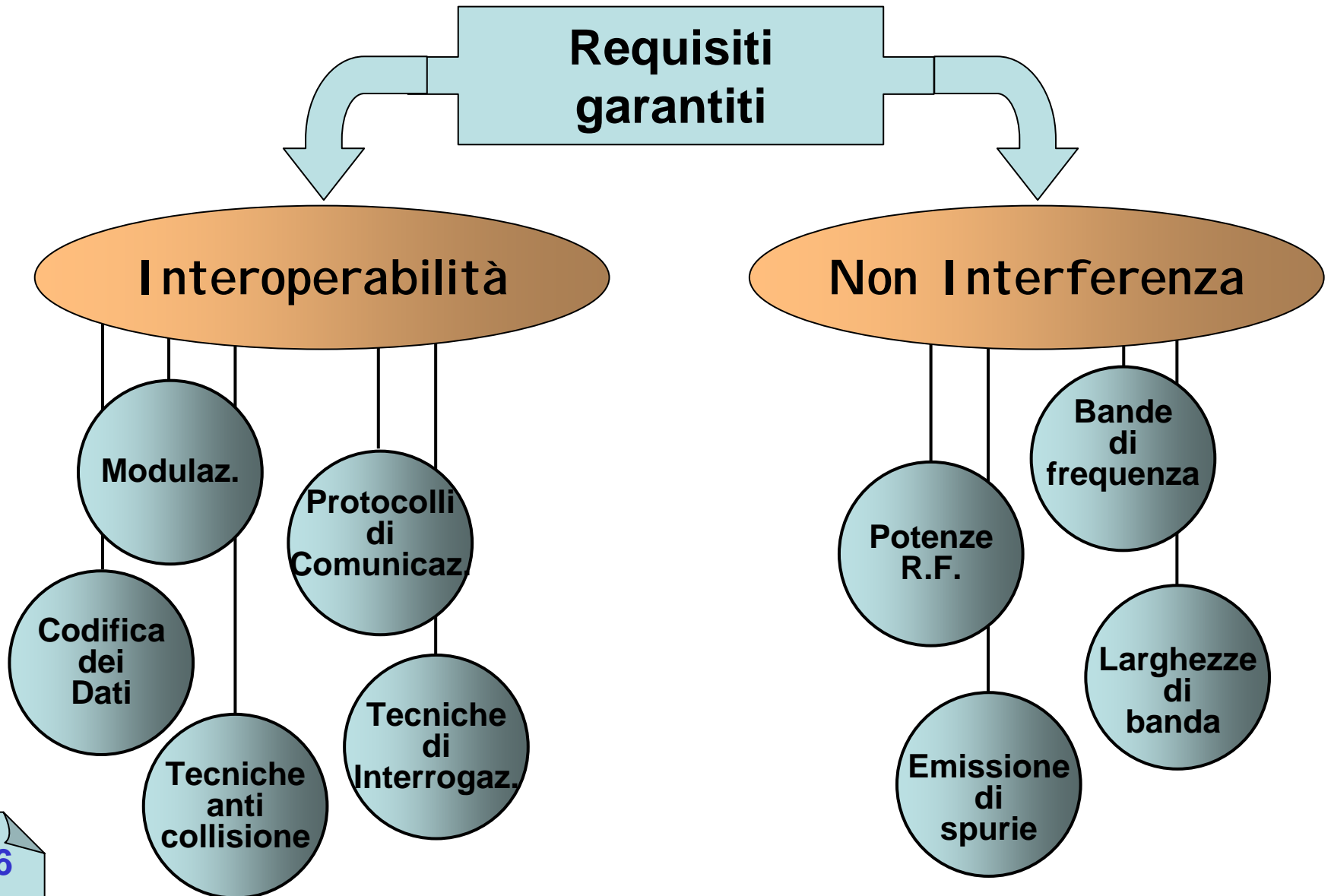
composto essenzialmente dall'insieme di TAG e Reader che operano per ottenere gli identificativi

## TAG "Etichette elettroniche"

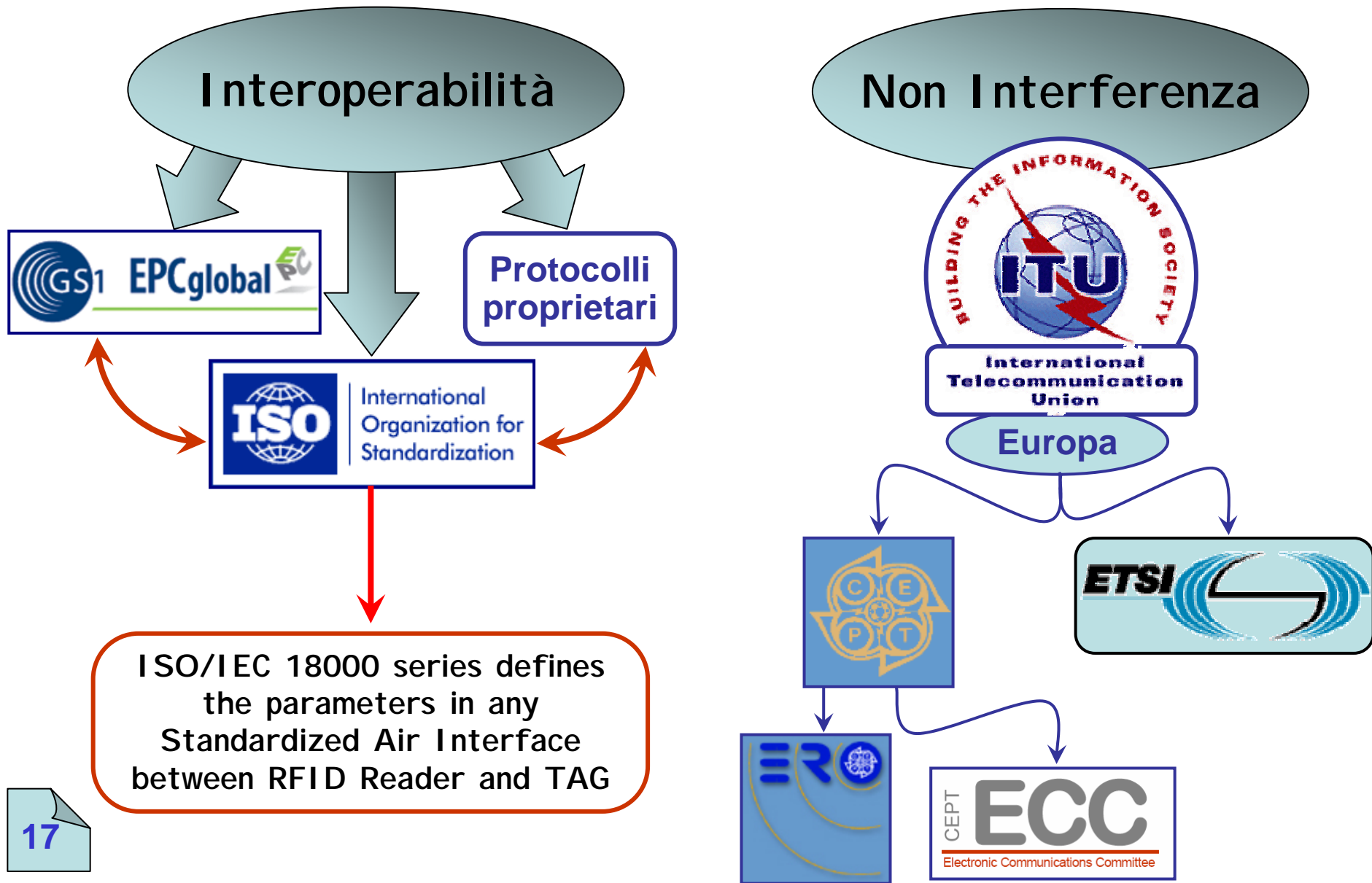
restituiscono, se interrogate, l'identificativo (EPC) che contengono in memoria ed eventualmente altri dati



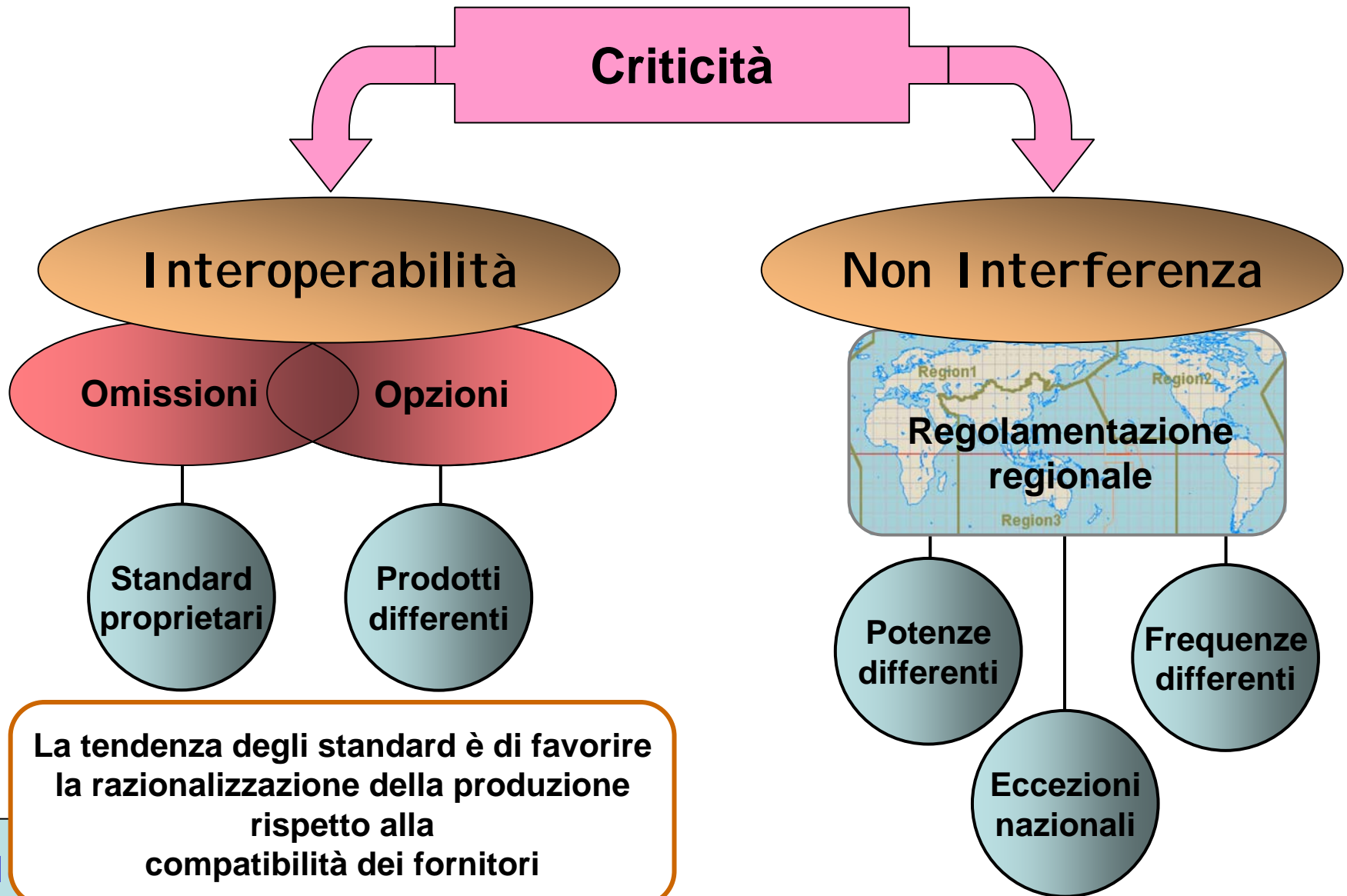
# Ruolo degli Standard RFID



# Interoperabilità / Non Interferenza

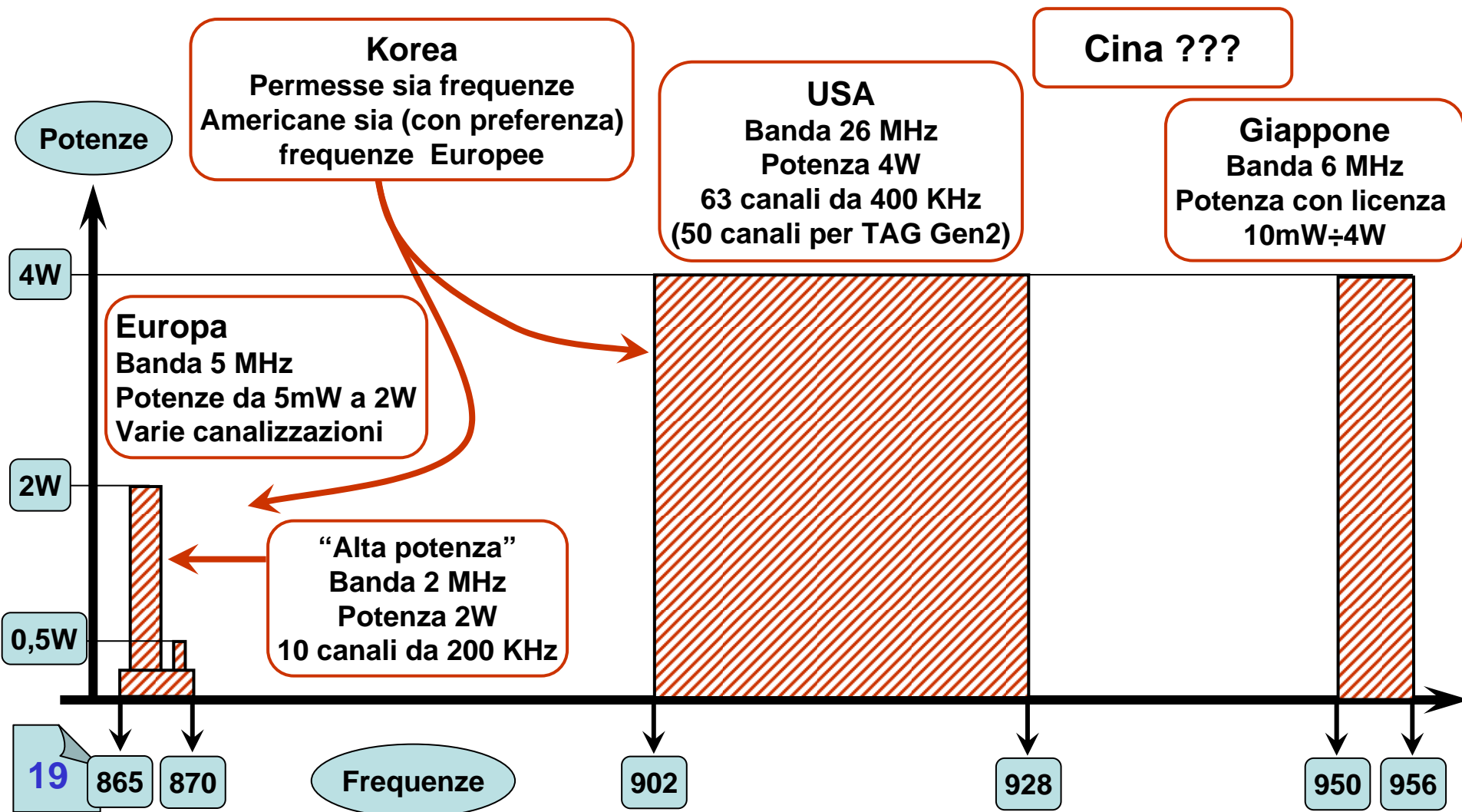


# Il ruolo degli Standard



# Le frequenze UHF

La banda dei nuovi TAG passivi “Generation2”  
i candidati all'applicazione massiva sui singoli oggetti  
(conseguente produzione di centinaia di miliardi di TAG)



# Tecnologia a larga banda

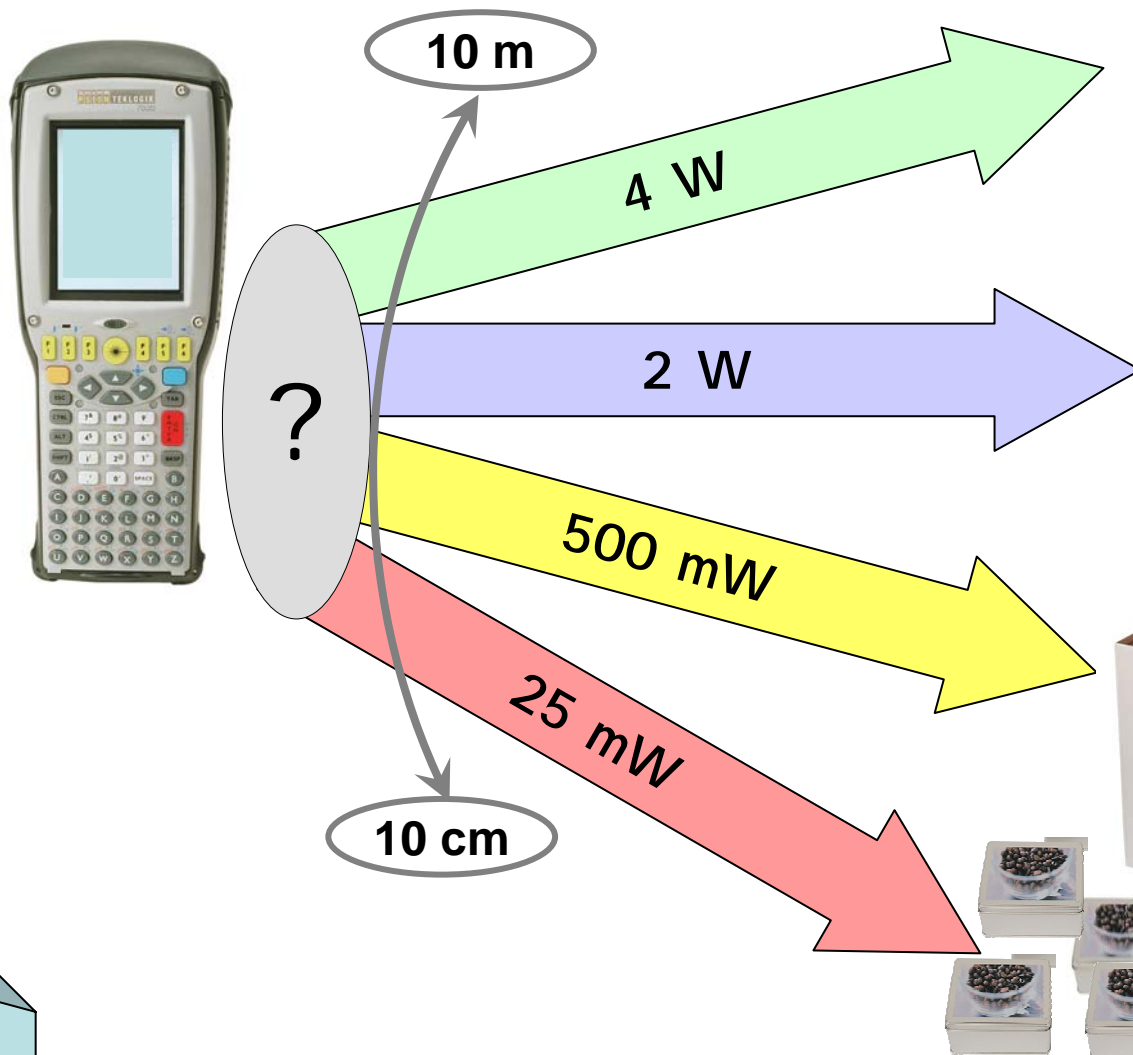
**La non uniformità delle bande UHF nel mondo richiede la costruzione di TAG in grado di rispondere a larga banda**

**I chip dei TAG gen2 sono intrinsecamente a larga banda**

**E le antenne ???**

# Potenze in trasmissione

Cosa posso interrogare alle potenze consentite?



# I vantaggi competitivi

Un maggior numero di canali consente di far convivere un maggior numero di Reader

Una maggiore potenza consente di leggere

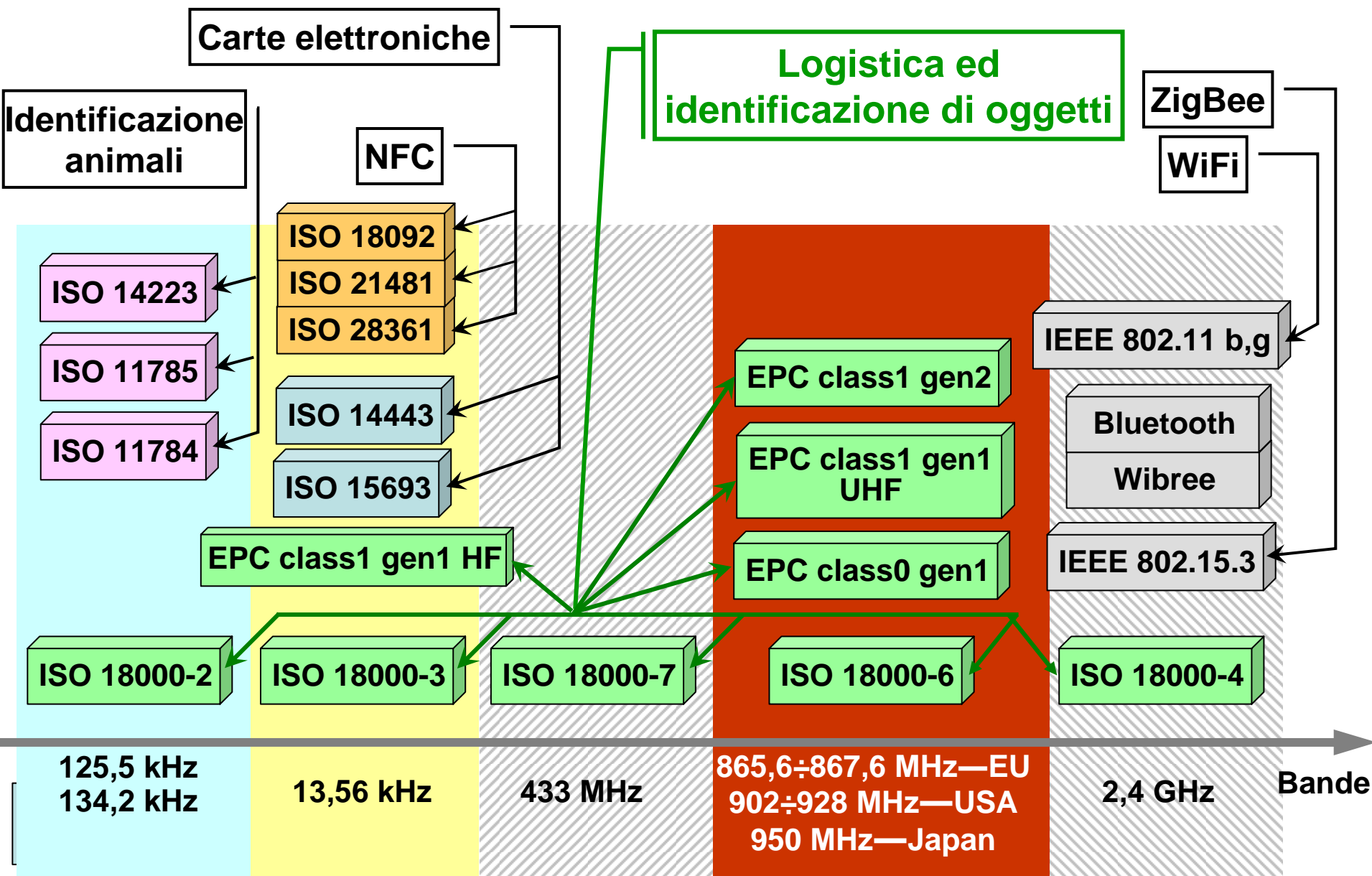
- A distanza più elevata
- Più velocemente (oggetti in moto)

Un TAG disallineato in frequenza con il Reader subisce gli stessi effetti di una potenza più bassa

Gli obiettivi non devono essere le alte potenze o il gran numero di canali ma  
Potenze, frequenze e numero di canali  
uniformi in tutto il mondo

**Armonizzazione di Frequenze/Potenze  
in banda UHF (ed in alcune bande HF, VHF, SHF)  
per TAG passivi RFID e  
per SRD (anche TAG attivi RFID)  
in Europa**

# Standard / Applicazioni / Frequenze



# Applicazioni su bande LF ed HF

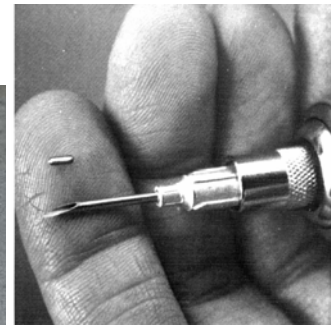
## le “bande universali”

### RFID passivi ad accoppiamento magnetico

- Operano nelle bande LF e HF
- sono stati storicamente i primi ad essere realizzati
- **Le bande di frequenza sulle quali operano sono allocate in modo abbastanza compatibile in tutto il mondo**

- LF bande definite dall'ISO per l'identificazioni di animali ed altre applicazioni

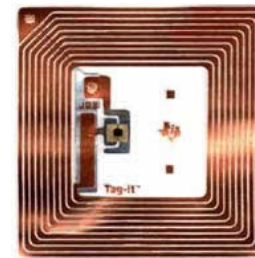
- TAG di tipo FDX a 125 kHz
- HDX a 134.2 kHz



- In HF la banda più utilizzata è quella dei 13.56 MHz.

- Ad oggi la banda 13.56 MHz è sicuramente accettata in tutto il pianeta per una grande varietà di applicazioni:

- **Smart card** per identificazione e controllo accessi
- **“Etichette intelligenti”**
- Controllo bagagli negli aeroporti
- Identificazione di contenitori (pallet, container) nella logistica.



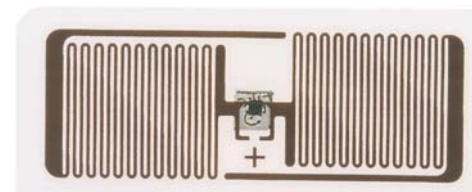
# Applicazioni su bande UHF

## I'identificazione degli oggetti

### RFID passivi ad accoppiamento elettromagnetico



- In banda UHF operano i nuovi TAG RFID passivi **"Generation2"** che si stanno affermando sul mercato mondiale come candidati all'applicazione massiva sui singoli oggetti
- Questo corrisponde alla **produzione di centinaia di miliardi di TAG** da parte dell'industria
- **Le bande di frequenza UHF sono differenti nelle diverse regioni ed i TAG operano a larga banda**
- In Europa i TAG passivi UHF operano tra 865 ed 868 MHz



### RFID attivi

- Operano come "non specific SRD" in alcune bande UHF situate tra 868 ed 870 MHz
- Sono impiegati in logistica per applicazioni "closed loop" in container, pallet, ecc. (TAG riusabili)



# Armonizzazione di Frequenze/Potenze in banda UHF tra 865 ed 868 MHz per TAG passivi RFID in Europa

La “Decisione”  
della Commissione UE  
2006/804/CE  
del 25.11.2006

# La “Decisione”

L 329/64

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

25.11.2006

## DECISIONE DELLA COMMISSIONE


del 23 novembre 2006

relativa all'armonizzazione dello spettro radio per le apparecchiature di identificazione a radiofrequenza (RFID) che operano nella banda UHF (ultra-high frequency)

*[notificata con il numero C(2006) 5599]*

(2006/804/CE)

**La “Decisione”  
riguarda solo i  
TAG passivi**

 Fino ad oggi l'uso delle frequenze/potenze per RFID  
in banda UHF non era uniforme all'interno dell'Europa

# L'articolo principale

## Articolo 3

1. Gli Stati membri designano e rendono disponibili, **entro sei mesi** a decorrere dall'entrata in vigore della presente decisione, **in modo non esclusivo, senza interferenze e senza protezione**, le bande di frequenza destinate alle apparecchiature RFID, soggette alle condizioni specifiche, di cui all'allegato alla presente decisione.
2. Fatto salvo il paragrafo 1, gli Stati membri possono richiedere **periodi di transizione** e/o meccanismi di ripartizione dello spettro radio, a norma dell'articolo 4, paragrafo 5, della decisione sullo spettro radio.

*«senza interferenza e senza protezione»*

➤ non ci devono essere interferenze dannose per i servizi di radiocomunicazione

➤ non si può pretendere la protezione di queste apparecchiature da interferenze dannose derivanti da servizi di radiocomunicazione

# L'allegato: tabella frequenze/Potenze

## Solo TAG passivi

Banda di frequenza UHF	Condizioni particolari	
	Potenza/intensità di campo massima	Spaziatura tra i canali
Sottobanda A: 865-865,6 MHz	100 mW e.r.p.	200 kHz
Sottobanda B: 865,6-867,6 MHz	2 W e.r.p.	200 kHz
Sottobanda C: 867,6-868 MHz	500 mW e.r.p.	200 kHz

Le frequenze centrali di canale sono pari a  $864,9 \text{ MHz} + (0,2 \text{ MHz} \times \text{numero del canale})$

I numeri di canale disponibili per ciascuna sottobanda sono:

Sottobanda A: numeri di canale da 1 a 3;

Sottobanda B: numeri di canale da 4 a 13;

Sottobanda C: numeri di canale da 14 a 15.

**10  
canali**

NB: La stessa apparecchiatura può operare in più sottobande.

Sono inoltre richieste:

- Conformità con le prescrizioni di base della direttiva R&TTE
- Tecnica di interrogazione del Reader "Listen-Before-Talk" a norma della ETSI EN 302 208 adottata dalla direttiva 1999/5/CE

# Armonizzazione di Frequenze/Potenze in banda UHF tra 868 ed 870 MHz

anche nelle bande:

HF 27 MHz, VHF 40 MHz, UHF 2,5 GHz, SHF 5,7 GHz  
per SRD (“apparecchiature a corto raggio”  
ma anche TAG attivi RFID) in Europa

La “Decisione”  
della Commissione UE  
2006/771/CE  
del 11.11.2006

# La “Decisione”

L 312/66

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

11.11.2006

## DECISIONE DELLA COMMISSIONE

del 9 novembre 2006

relativa all'armonizzazione dello spettro radio per l'utilizzo da parte di apparecchiature a corto raggio

*[notificata con il numero C(2006) 5304]*

(Testo rilevante ai fini del SEE)

(2006/771/CE)

**La “Decisione” riguarda gli SRD  
“apparecchiature a corto raggio”  
ma anche TAG attivi RFID**

# Estratti dagli articoli principali

## Articolo 3

1. Gli Stati membri designano e rendono disponibili, **entro il 1° giugno 2007,** **in modo non esclusivo, senza interferenze e senza protezione,** le bande di frequenza per le apparecchiature a corto raggio, soggette alle condizioni specifiche, di cui all'allegato.
2. Gli Stati membri possono richiedere **periodi di transizione** e/o meccanismi di ripartizione dello spettro radio.
3. La decisione non pregiudica il diritto degli Stati membri di autorizzare l'uso delle bande di frequenza a condizioni meno restrittive

# Estratti dagli articoli principali

*L'armonizzazione delle le bande di frequenza e i relativi parametri tecnici è volta a far sì che le apparecchiature vengano classificate nella «"classe 1" ai sensi della decisione 2000/299/CE»*

*«senza interferenza e senza protezione»*

- non ci devono essere interferenze dannose per i servizi di radiocomunicazione
- non si può pretendere la protezione di queste apparecchiature da interferenze dannose derivanti da servizi di radiocomunicazione

# L'allegato: tabelle frequenze/Potenze

## Apparecchiature a corto raggio non specifiche

Banda di frequenza (MHz)	Massima potenza / Intensità di campo	Duty Cycle	Restrizioni
26,957 ÷ 27,283	10 mW e.r.p. (42 dBμA/m a 10 metri)		Escluse: applicazioni video
40,660 ÷ 40,700	10 mW e.r.p.		Escluse: applicazioni video
433,05 ÷ 434,79	10 mW e.r.p.	fino al 10 %	Esclusi: applicazioni video segnali audio e vocali
868,0 ÷ 868,6	25 mW e.r.p.	fino all'1%	Escluse: applicazioni video
868,7 ÷ 869,2	25 mW e.r.p.	fino al 10 %	Escluse: applicazioni video
869,4 ÷ 869,65	500 mW e.r.p. Canalizzazione: 25 kHz Oppure: intera banda utilizzata come canale unico per dati ad alta velocità	fino al 10 %	Escluse: applicazioni video
869,7 ÷ 870	5 mW e.r.p.		Escluse: applicazioni video Ammesse: applicazioni vocali corredate di tecniche di mitigazione avanzate
2 400 ÷ 2 483,5	10 mW e.i.r.p.		
5 725 ÷ 5 875	25 mW e.i.r.p.		

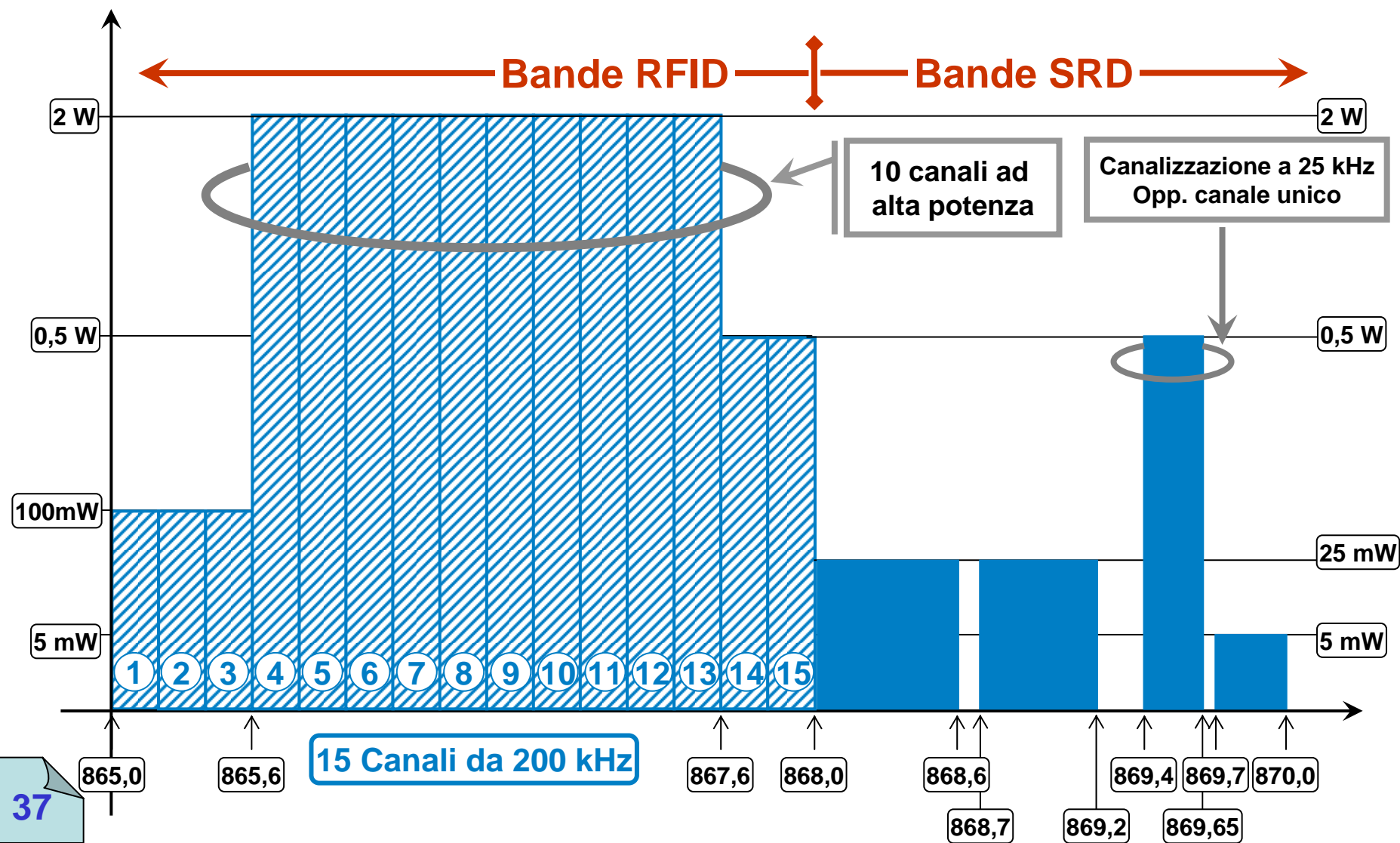
# L'allegato: tabelle frequenze/Potenze

## Applicazioni induttive

Banda di frequenza	Intensità di campo
20,05-59,75 kHz	72 dB $\mu$ A/m a 10 metri
59,75-60,25 kHz	42 dB $\mu$ A/m a 10 metri
60,25-70 kHz	69 dB $\mu$ A/m a 10 metri
70-119 kHz	42 dB $\mu$ A/m a 10 metri
119-127 kHz	66 dB $\mu$ A/m a 10 metri
127-135 kHz	42 dB $\mu$ A/m a 10 metri
6 765-6 795 kHz	42 dB $\mu$ A/m a 10 metri
13,553-13,567 MHz	42 dB $\mu$ A/m a 10 metri

# Frequenze & Potenze nelle bande UHF 865÷870 MHz

Dopo le Decisioni della Commissione UE 2006/804/CE e 2006/771/CE



# Per saperne di più: “RFID Tecnologia & Applicazioni”

edizioni



Fondazione Ugo Bordoni

## Una proposta per gli addetti ai lavori:

Un Forum dedicato alla tecnologia RFID ove sia possibile:

- trovare il testo integrale del volume con i capitoli aggiornati dalle osservazioni dei lettori
- contribuire, previa registrazione, con osservazioni ed aggiornamenti

**[www.RFID.FUB.it](http://www.RFID.FUB.it)**

**[www.RFIDpedia.it](http://www.RFIDpedia.it)**