

3. Analisi e Confronto tra le diverse tecnologie Wireless abilitanti per l'IoT

Il panorama delle tecnologie di comunicazione wireless (radiomobili) disponibili ad oggi–sul mercato è estremamente variegato, esattamente come la tipologia di servizi e dei relativi requisiti per i quali tali tecnologie vengono adottate.

Partendo dal **2G, 3G 4G- LTE**, la rete mobile si è evoluta sia in termini di architettura e servizi offerti sia in caratteristiche e performance, rendendo disponibili negli ultimi anni la tecnologia **Nb-IoT** ed il **5G** che è ormai il nuovo standard di mercato.

Ogni tipologia di applicazione IoT porta con sé una serie di requisiti di comunicazione (latenza, consumi, distanza di trasmissione, banda, costi) che rende ad oggi praticamente impossibile individuare un'unica tecnologia in grado di soddisfare i requisiti di ogni applicazione.

Nel mondo dei dispositivi short-range (a corto raggio d'azione) , che normalmente operano su bande non soggette a licenza (in genere per l'Europa 868MHz e 2,4GHz) si sono affermate tecnologie per campo di applicazione; ad esempio: ZigBee per il contesto home (ambiente casa), Wireless MBus per il metering (misurazioni), Low Power Bluetooth per il wearable(portatili) e l'healthcare (salute), NFC per il payment (pagamenti), reti mesh per applicazioni smart city (città intelligenti).

Nell'ambito del 3GPP. (3rd Generation Partnership Project (3GPP), organismo internazionale, che unisce [Sette] organizzazioni di sviluppo di standard di telecomunicazioni (ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC), sono state specificate tre tecnologie abilitanti per l'IoT (internet of things o internet delle cose) in ambito cellulare, a seconda dei requisiti da soddisfare e dei mercati a cui si rivolgono:

- **EC-GSM-IoT (*Extended Coverage GSM IoT*)**, rappresenta la soluzione compatibile con una rete GSM/EDGE, di cui riutilizza una porzione della banda e che richiede la disponibilità dell'EGPRS in rete (ossia della componente a pacchetto di EDGE).
- **LTE-M (*Long Term Evolution - Machine-Type Communications*)**, rappresenta un'evoluzione di una rete LTE, con l'introduzione di una categoria specifica per i terminali.
- **NB-IoT (*NarrowBand Internet of Things*)**, rappresenta una soluzione basata su una nuova interfaccia radio, che può essere utilizzata in una porzione della banda del segnale LTE o in porzioni di spettro rese disponibili dal rilascio di frequenze (ad esempio nel caso del riutilizzo di una banda GSM).

3.1 RETE EC-GSM-IoT

EC-GSM-IoT si basa su funzionalità aggiuntive a partire da EGPRS che consentono ad una rete GSM/EDGE di essere predisposta per fornire servizi IoT. Lo standard è stato pensato in particolare per quei Paesi, come quelli in via di sviluppo, dove una rete LTE non è ancora disponibile.

L'occupazione spettrale di ogni canale corrisponde a quello legacy GSM, ossia 200 kHz. Tuttavia, al fine di dispiegare EC-GSM-IoT, si richiede una banda utile di 2.4 MHz per permettere il *frequency hopping*, che, con l'aggiunta di 2 canali di guardia di 200 kHz ciascuno agli estremi della banda, porta l'occupazione di banda complessiva a 2.8 MHz. Nel caso in cui EC-GSM-IoT sia l'unico servizio dispiegato insieme all'EGPRS con cui condivide le risorse radio, ma in assenza del servizio voce GSM, sono sufficienti 600 kHz, riconducibili ad 1 MHz di banda necessaria con i suddetti canali di guardia.

La potenza di trasmissione del terminale è pari a 33 dBm (ossia quella di un terminale GSM convenzionale), al fine di raggiungere un'estensione della copertura radioelettrica corrispondente ad un MCL* di 164 dB. Tale livello di potenza richiesto all'amplificatore non ne consente l'integrazione nel SoC, oltre ad avere implicazioni in termini di consumo e di conseguente durata della batteria. Nel caso in cui la potenza di trasmissione del terminale venga ridotta a 23 dBm (ossia al valore comunque massimo previsto sia per LTE-M sia per NB-IoT), l'estensione della copertura radioelettrica si riduce conseguentemente di 10 dB, limitandosi ad un MCL* di 154 dB.

**MCL (o Maximum Coupling Loss) rappresenta la massima attenuazione che un sistema radiomobile è in grado di sopportare lungo il canale trasmissivo.*

Il data rate di picco raggiungibile sia in DL sia in UL è di 491 kbps, mentre il valore mediato nominale è di 98 kbps sia in DL sia in UL.

Al fine di soddisfare i requisiti di capacità (più di 50.000 terminali in ogni singolo settore di una cella tri-settoriale), si rende necessario utilizzare una tecnica overlay basata su CDMA, sia sui canali di traffico sia sui canali di segnalazione.

Come già sottolineato, grazie alle ripetizioni dei pacchetti radio che assicurano la buona copertura in situazioni "deep indoor" NB-IoT è anche efficiente in condizioni di scarsa qualità del segnale radio e perciò si presta ottimamente per applicazioni di smart metering, in particolare acqua.

3.2 RETE 4G-LTE

La rete **LTE (Long Term Evolution)** utilizza banda di frequenze a 1800 MHz, 800 MHz e 2600 MHz.

La massima velocità di trasferimento dati ié fino a 100 Mbps in DownLoad (scarico) e di 50 Mbps in UpLoad (carico); di fatto dipende dalla banda del sistema, che in LTE è scalabile, e dalla

categoria dei terminali LTE utilizzati (in futuro velocità di 300 Mbps in DownLoad e 75 Mbps in UpLoad).

LTE offre prestazioni e livelli di servizio che migliorano, l'utilizzo di contenuti multimediali e l'accesso al Cloud (nuvola). Di seguito alcuni esempi di utilizzo con una sintesi dei vantaggi che offre la tecnologia LTE

- Navigazione internet in mobilità fino a 100 Mbps in download e 50 Mbps in upload.
- Video streaming: I video non hanno interruzioni né tempi di attesa. E' possibile guardare video di alta qualità/definizione.
- Download: Il download di file e video anche di grandi dimensioni richiede tempi di attesa minimi. LTE offre infatti velocità di download circa 5 volte superiori a quella offerta dalla tecnologia 14.4 Mbps, e più del doppio rispetto alla tecnologia HSPA 42 Mbps (commercializzata come Ultra Internet 42 Mega)
- Upload: Si possono caricare file, foto e video anche di grandi dimensioni (ad esempio su Cloud, forum, social network, etc....) in pochi istanti. LTE offre infatti velocità di upload di circa 10 volte superiori rispetto agli standard precedenti.

3.3 RETE NB-IOT

Nell'ambito delle reti a bassa potenza **LP-WAN (Low Power Wide Area Network)**, l'LTE con le sue declinazioni tecnologiche tra cui **LTE Cat NB1 (chiamata anche NB IoT)** si configurano essere le tecnologie di accesso più adatte per supportare le esigenze dell'**IoT**.

Il **Narrow Band IoT (NB IoT)** è una **tecnologia radio a banda stretta, standardizzata dal 3GPP (Third Generation Partnership Program)**, l'ente di standardizzazione mondiale per le telecomunicazioni mobili, che opera su banda licenziata.

L'**NB IoT** indirizza nello specifico le applicazioni cosiddette «**Massive Machine Type Communication**» (**Massive IoT**) caratterizzate da ampia diffusione di oggetti da connettere, basso/medio throughput (da pochi KB a qualche MB), dalla necessità di disporre di device (strumenti) a basso costo e dalla elevata efficienza energetica che si traduce in un aumento della durata delle batterie che alimentano gli oggetti connessi. Applicazioni che necessitano anche di coperture radio decisamente più performanti rispetto a quelle oggi offerte dalle reti GSM/LTE sia in ambienti Outdoor che Indoor.

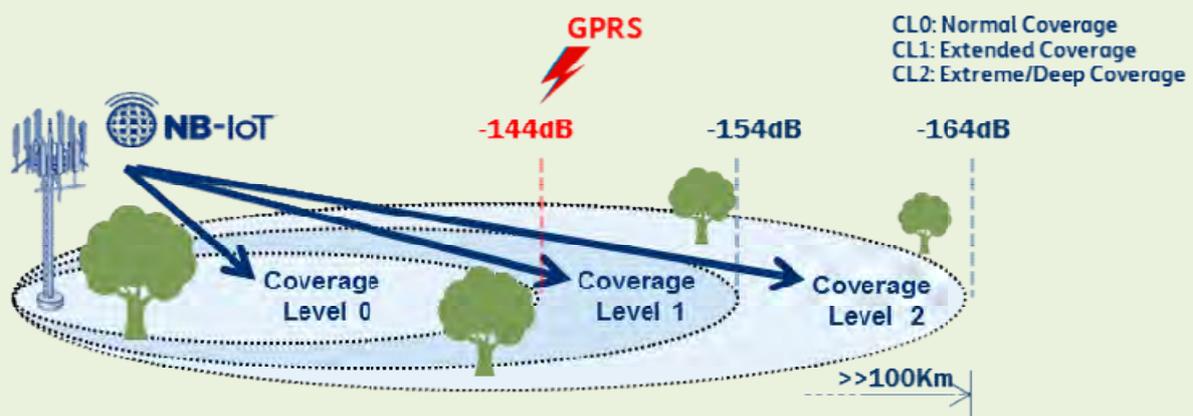
BENEFICI DELLA TECNOLOGIA NB IOT

- **Consistente Miglioramento della Copertura Radioelettrica** sia Outdoor che Indoor grazie alla capacità di fornire un MCL* massimo di 164Db, che si traduce in un guadagno di segnale che può arrivare fino a **+20Db** se confrontato con quello tipicamente garantito dalla rete legacy GPRS.

- **Miglioramento dell'Efficienza Energetica** che consente di allungare il ciclo di vita delle batterie dei dispositivi connessi fino a 10 anni di durata grazie ad un utilizzo intelligente del device e delle risorse di Rete con cui il device interagisce.
- **Aumento della capacità servente dell'Operatore all'interno di una stessa cella**, che si traduce nella capacità di garantire connettività dati ad un elevatissimo numero di oggetti in una stessa area: l'NB IoT ha la capacità di dare servizio fino a 100K dispositivi all'interno di una stessa cella.

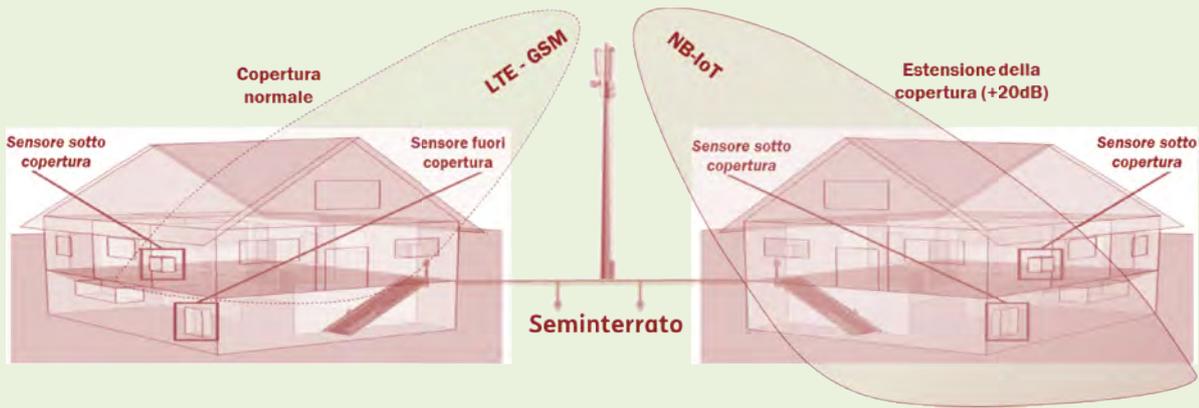
* L' *MCL (o Maximum Coupling Loss)* rappresenta la massima attenuazione che un sistema radiomobile è in grado di sopportare lungo il canale trasmissivo.

Vantaggi della copertura di +20Db



- In **Outdoor** significa che sul territorio la copertura della rete NB IoT è **7 volte superiore** a quella del GSM (2G/3G)
- In **Indoor** significa che la copertura della rete NB IoT negli spazi interni è in grado di raggiungere:
 - **Locali seminterrati**
 - **Locali interni**
 - **Zone protette da grate metalliche**
 - **Aree interrate** (Tombini, Tubature, Canalizzazioni, Pozzetti,

Più si è vicini all'antenna radio e migliore è il livello del segnale radio e la QoS percepita in termini di maggiore capacità/Data Rate e minori ripetizioni di messaggi tra il dispositivo e la rete



L'NB IoT introduce il concetto di «massimizzazione dell'efficienza energetica» e questo grazie a:

- **Disponibilità di dispositivi** che utilizzano potenze di trasmissione di 10dB più basse rispetto a quelle dei dispositivi GPRS e che si attestano tra i 23 dBm e i 20 dBm. Minore potenza di trasmissione significa non solo minore consumo energetico ma anche minor costo potendo contare sulla semplificazione dell'hw ottenibile con l'integrazione dell'amplificatore di segnale direttamente nel System on Chip e con l'adozione di batterie di minor capacità. Uso di tecniche di rete note come PSM ed eDRX che permettono l'ottimizzazione dell'interlavoro tra il chipset radio NB IoT del dispositivo e la Rete Radiomobile:
- Il **Power Saving Mode (PSM)** è una tecnica di gestione che consente di ottimizzare il consumo di potenza del dispositivo portandolo in uno stato di irraggiungibilità e al tempo stesso di stand by. Una volta entrato in PSM il dispositivo non risulta più raggiungibile. La novità introdotta dalla tecnologia NB IoT sta nel mantenere sempre viva la sua registrazione sulla rete radiomobile così da minimizzare al massimo le successive procedure di re-attach alla rete stessa che in questo caso non sono più necessarie. Il terminale nello stato PSM si sveglia saltuariamente per permettere solamente le consuete procedure Tracking Area Update.

LE FUNZIONALITÀ OFFERTE DALL'NB-IOT:

- Copertura nazionale equivalente a quella dell'LTE con aumento delle performance in termini di rapporto Segnale/Rumore di +20dB
- Potenza di trasmissione dei terminali di 10 dB inferiori a quelli tipici della tecnologia GPRS (20dB vs 33dB) adatta anche ai wearable object.
- Durata delle batterie dei terminali superiore ai 10 anni.
- Data rate ridotto tecnologia particolarmente adatta per applicazioni a basso throughput
- Bassa latenza: ritardo introdotto non è superiore ai 10 sec.
- complessità e costi ridotti dei terminali (costi < a 10€/modulo)
- Supporto ad un elevato numero di dispositivi (circa 100K oggetti gestiti) in ogni singolo settore di una cella tri-settoriale
- Elevata Sicurezza garantita dalla rete LTE.

L'NB IoT di fatto anticipa, per particolari applicazioni, il 5G con il quale andrà ad integrarsi