Introducció als aspectes bàsics que caracteritzen el 5G

ISACA Barcelona Chapter

Xavier Nuñez
V2.0
12 de Març de 2019

ÍNDEX

01

INTRODUCCIÓ AL 5G

- *Què és el 5G?*
- *Tecnologies habilitadores.*
- *Indicadors de funcionament del 5G*
- *Terminologia bàsica.*
- *Reducció de la latencia.*
- *Slicing*
- *SDN & NFV*
- *5G NEW RADIO*
- *IMPACTE EN L'ESPECTRE RADIOELÈCTRIC*

02

VERTICALS I CASOS D'ÚS DEL 5G

- *Introducció*
- *Impacte del 5G a les ciutats*
- *Casos d'ús del 5G a les ciutats*
  - ✓5G i la mobilitat a les ciutats.
  - ✓Turisme intel.ligent
  - ✓Smart Grids.
  - ✓Seguretat.
  - ✓Salut i Benestar.
  - ✓Smart Homes.

03

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G

- *Procés d'estandardització*
- *El 3GPP*
- *La iniciativa 5G PPP*
  - ✓El 5GCity
  - ✓5G MonArch
  - ✓5G Matilda
  - ✓5G CAR
  - ✓Metrohaul
  - ✓5G Picture
  - ✓5G Media
  - ✓ONE5G
  - ✓5G INFIRE
- *Nous models de negoci originats pel 5G*

04

NOUS MODELS DE NEGOCI

- *Nous models de negoci originats pel 5G*
  - ✓IOT: massive MTC
  - ✓Monetització dels operadors 5G – orígen d'ingressos
  - ✓Tipus de servei vs. Casos d'ús.
  - ✓Verticals d'aplicació del 5G

05

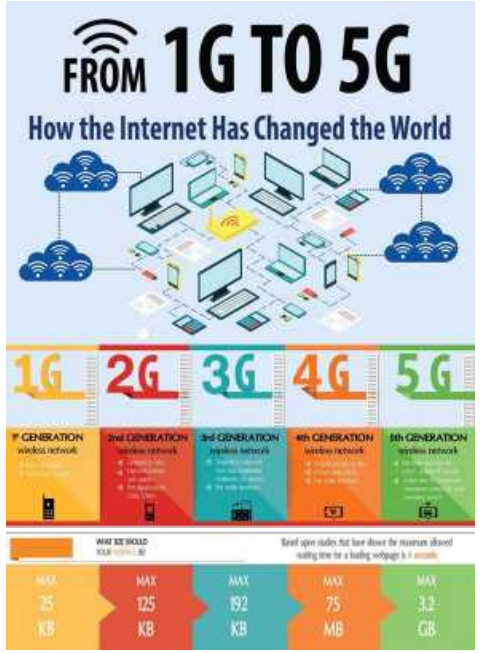
Q&A

INTRODUCCIÓ AL 5G

+ *Què és el 5G?*
+ *Tecnologies facilitadores.*
+ *Indicadors de funcionament del 5G*
+ *Terminologia bàsica.*
+ *Reducció de la latència.*
+ *Slicing*
+ *SDN & NFV*
+ *5G NEW RADIO*
+ *IMPACTE EN L'ESPECTRE RADIOELÈCTRIC*

01

INTRODUCCIÓ AL 5G
QUÈ ÉS EL 5G?



5G conformarà totes les tecnologies de telecomunicacions fixes i mòbils de cinquena generació.

Cadascuna de les evolucions ha estat marcada per un salt en mètodes de codificació o evolució de les interfícies ràdio de les estacions base.

En aquest sentit,

1G va ser la tecnologia analògica cel·lular que va fer possible l'aparició dels primers telèfons mòbils als anys 80. Les tecnologies

2G, com ara GSM o GPRS, van constituir la primera generació de tecnologies mòbils digitals.

3G, com EVDO, HSPA i UMTS, van portar velocitats de 200 kbps a uns pocs megabits per segon.

4G, com ara WiMAX i LTE, van ser el següent gran salt no retro compatible cap endavant.

Les noves xarxes 5G oferiran tota una nova col·lecció de serveis en mobilitat generant així un nou paradigma.

INTRODUCCIÓ AL 5G
TECNOLOGIES FACILITADORES

eMBB

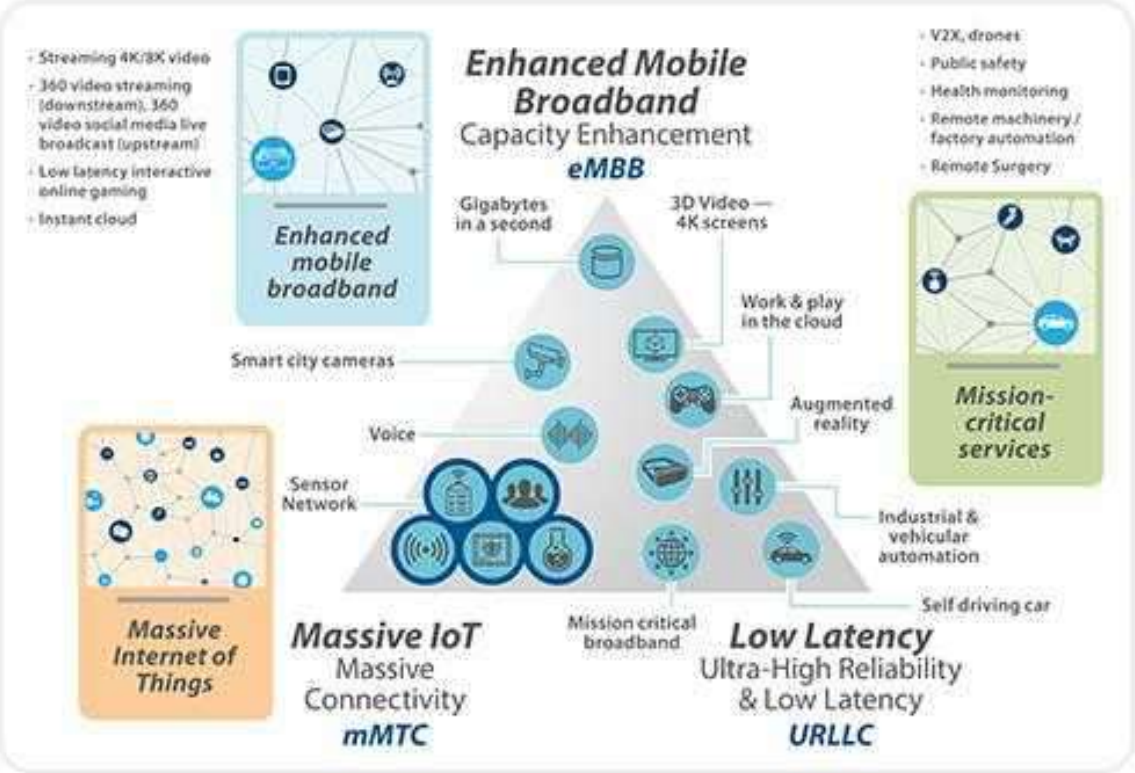
enhanced Mobile Broadband, aquest servei es considera l'evolució del 4G, i el seu objectiu principal oferir serveis multimèdia avançats. Anirà lligat a la quantitat d'espectre disponible per a les xarxes 5G

mMTC

massive Machine Type Communications destinat a servir sensors i actuadors que formen part de l'Internet de les Coses. **Connectivitat massiva** de dispositius IoT, que requereix el disseny d'algorismes avançats a l'estació base per tal de poder rebre comunicacions simultànies de molts dispositius

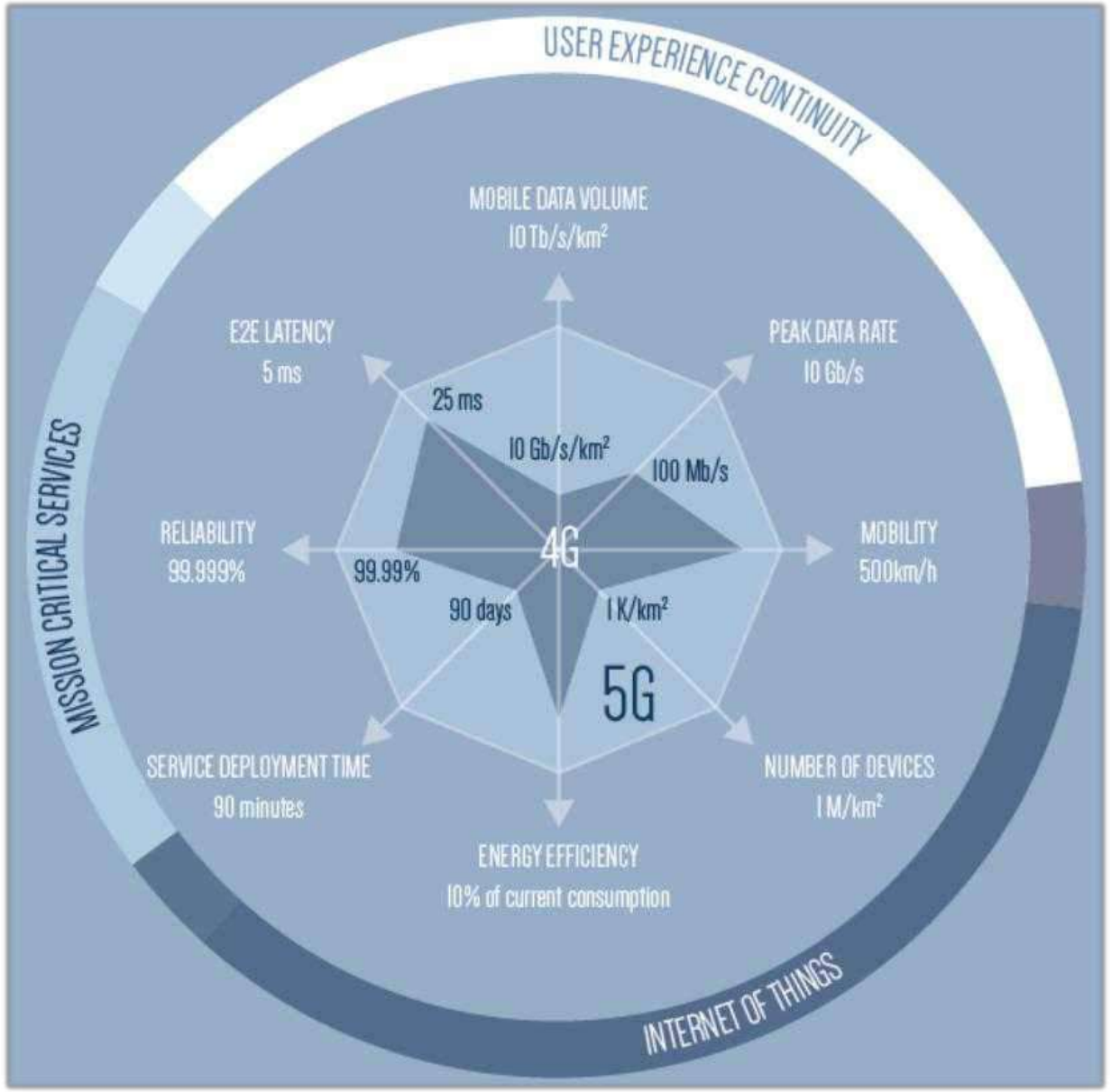
URLLC

Ultra Reliable Low Latency Communications. Proporcionar comunicacions mòbils amb alta fiabilitat i latències molt baixes és el tret característic d'aquest servei. Requereix optimitzar tant la xarxa d'accés ràdio (del terminal a l'estació base), com la xarxa de distribució i core (de l'estació base fins al punt de connexió a Internet)



INTRODUCCIÓ AL 5G
INDICADORS

- **Velocitats de pic de fins a 20 Gbps** en l'enllaç de baixada (estació base → terminal), i 10 Gbps en enllaç de pujada (terminal → estació base). Aquests valors fan referència a les velocitats màximes quan les condicions de propagació són òptimes.
- **Experiència d'usuari, en qualsevol situació, de 100 Mbps** en enllaç de baixada i 50 Mbps en pujada.
- **Capacitats per unitat d'àrea de fins a 10 Mbps/m2**. Aquesta capacitat està adreçada a entorns molt densos com per exemple actes esportius o culturals.
- **Latències per sota de 1 ms** per als serveis URLLC.
- Capacitats de connexió de dispositius IoT, de **fins a 1M de dispositius per Km2**. Aquest indicador està adreçat a serveis mMTC.
- **Fiabilitat en la transmissió** de paquets de fins a cinc 9's (99,99999%) per a aplicacions industrials fent servir serveis URLLC.
- Altes **prestacions en mobilitat a altes velocitats**, fins a 500 km/h



INTRODUCCIÓ AL 5G
TERMINOLOGIA BÀSICA

- ✓ **Multi-access Edge Computing (MEC)**, anteriorment Mobile Edge Computing, és un concepte d'arquitectura de xarxa que permet capacitats de cloud computing i un entorn de servei de TI a la vora de la xarxa cel·lular.

- ✓ **Network Slicing** proporciona l'aprovisionament de recursos a la carta, l'ús eficient i l'escalat de recursos, la multiyuança, l'aprovisionament de la xarxa com a servei, l'eficiència operativa, reduint els costos de desplegament i gestió.

- ✓ La tecnologia de xarxa definida per programari **(SDN)** és un enfocament de la computació en el núvol que facilita la gestió de la xarxa (centralització del control de la xarxa) i permet la configuració de la xarxa programàticament eficient per millorar el rendiment i la supervisió de la xarxa.

- ✓ La virtualització de les funcions de xarxa (també la **virtualització de la funció de xarxa o NFV)** és un concepte d'arquitectura de xarxa que utilitza les tecnologies de virtualització de TI per virtualitzar classes completes de funcions de nodes de xarxa en blocs que poden connectar-se o unir-se per crear serveis de comunicació.

- ✓ **5GNR** (nova ràdio): és el nou estàndard per a la tecnologia sense fils 5G capaç de ser molt més ràpida, eficient i escalable, es divideix en dues bandes de freqüència, FR1 (<6 GHz) i FR2 (mmWave), cadascuna amb diferents capacitats.

- ✓ El **Core 5G** basat en serveis és el component clau essencial per a l'èxit de 5G. El 3GPP 5G Core està dissenyat per donar suport als diferents requisits de rendiment, latència i mobilitat de cada categoria de servei

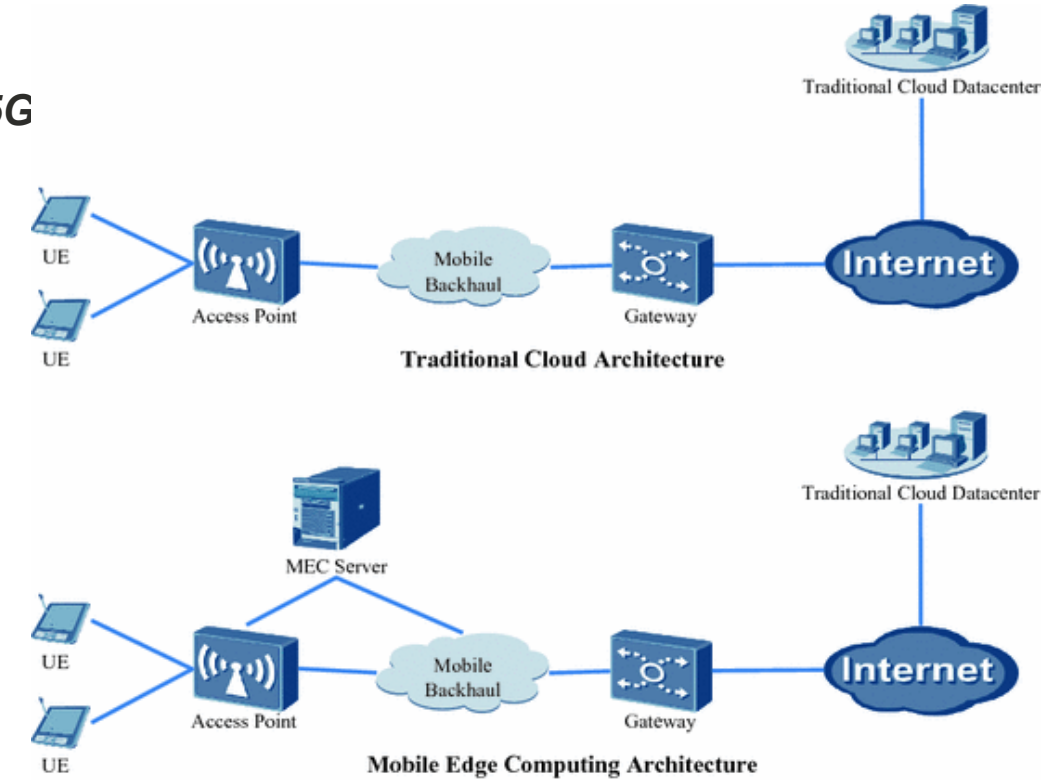
INTRODUCCIÓ AL 5G
REDUCCIÓ DE LATÈNCIA

MEC: Reducció de latència a l'arquitectura dels sistemes 5G

5G proposa acostar el servei o l'aplicació el més a prop possible de l'estació base:

1. Requereix desplegar computació en diferents punts de la xarxa, resultant en un cloud distribuït, que contrasta amb el model de cloud centralitzat que adoptaven les xarxes 4G. Aquesta nova arquitectura de xarxa es coneix com a Mobile o **Multi-Access Edge Computing (MEC).**

2. Assolint **interoperabilitat entre operadors** a nivell de APIs, de manera que els operadors puguin oferir un mercat d'aplicacions MEC que sigui atractiu per als desenvolupadors d'aplicacions. Un ecosistema com aquest permetria als operadors competir amb proveïdors en el núvol, els quals també estan desenvolupant solucions per oferir aplicacions amb baixa latència (un exemple podria ser Greengrass d'Amazon).



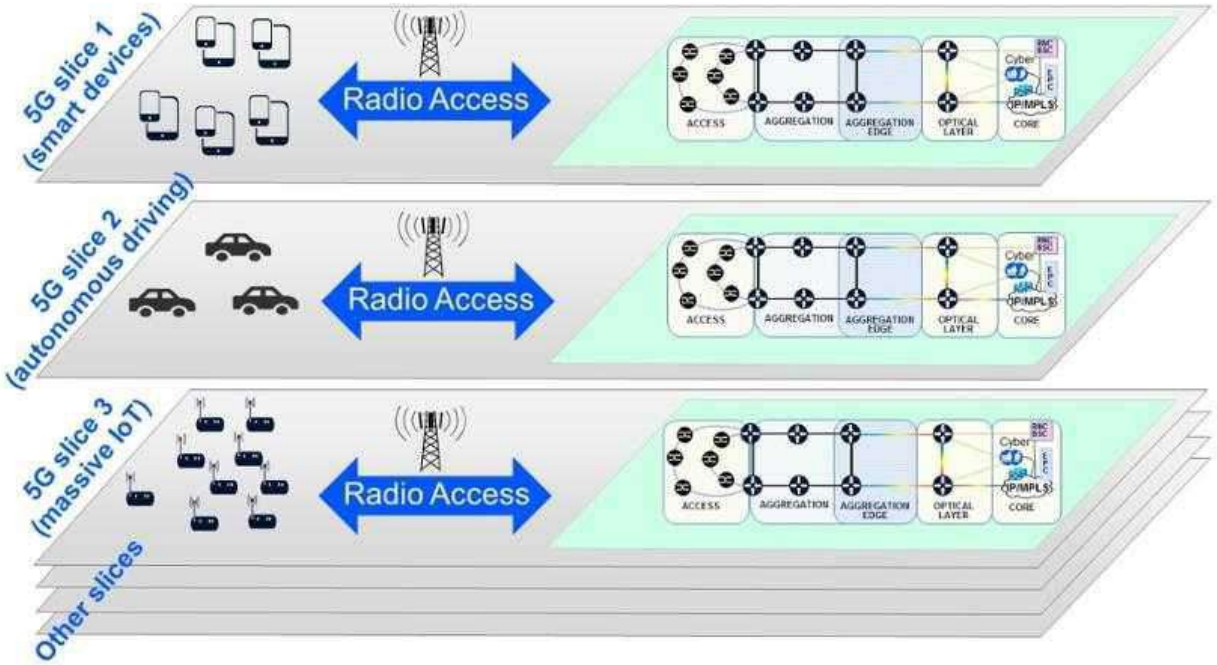
Slicing: Una característica essencial de les xarxes 5G

Permet crear diverses xarxes virtuals dins d'una infraestructura física compartida. Aquestes xarxes virtuals es personalitzen per satisfer les necessitats específiques d'aplicacions, serveis, dispositius, clients o operadors.

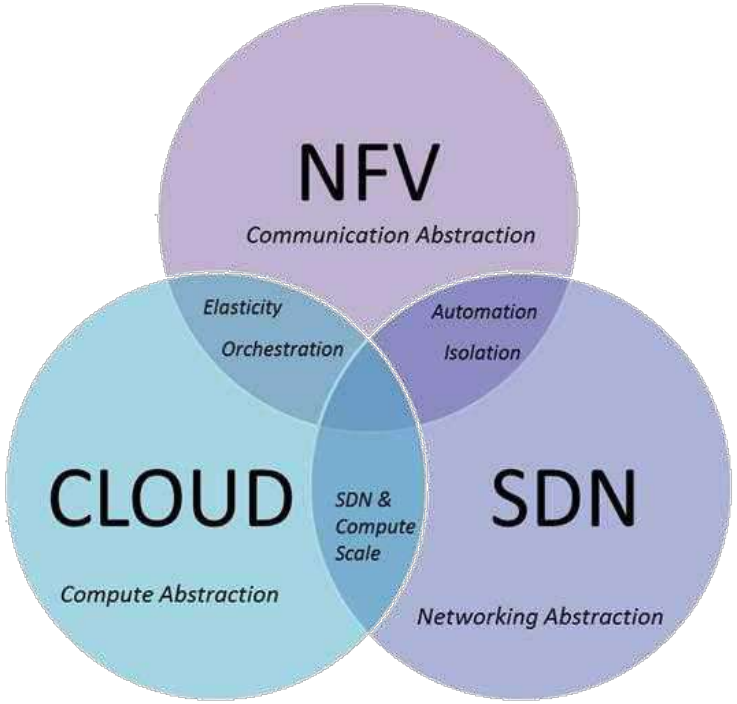
Pot ser una solució natural per acomodar simultàniament, a través d'una infraestructura de xarxa compartida, l'àmplia gamma de serveis que requereixen casos d'ús específics verticals.

Pilars tecnològics:

i) la virtualització de funcions de xarxa,
ii) els mecanismes de slicing a nivell ràdio, i
iii) la gestió automatitzada de serveis de xarxa. A continuació detallem aquestes innovacions.



INTRODUCCIÓ AL 5G
SDN & NFV



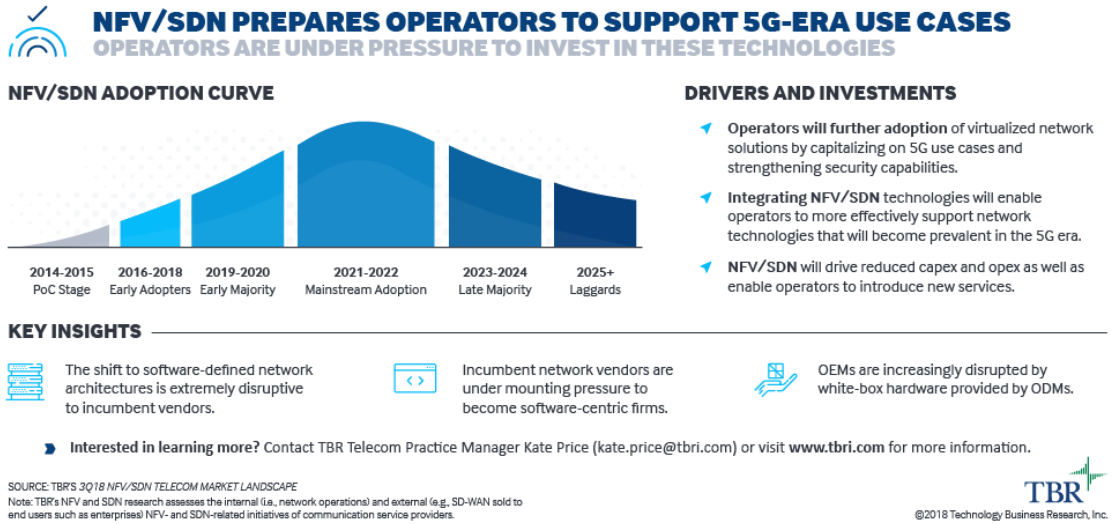
NFV: elasticitat de la xarxa 5G

Un requisit important per a xarxes 5G és una ràpida flexibilitat. Això significa que és possible implementar i llançar nous serveis sense redissenyar la xarxa física.

També significa que la xarxa ha de ser flexible en termes d'adaptació als patrons de tràfic canviants entre el dia i la nit, els dies de la setmana i el cap de setmana, etc.

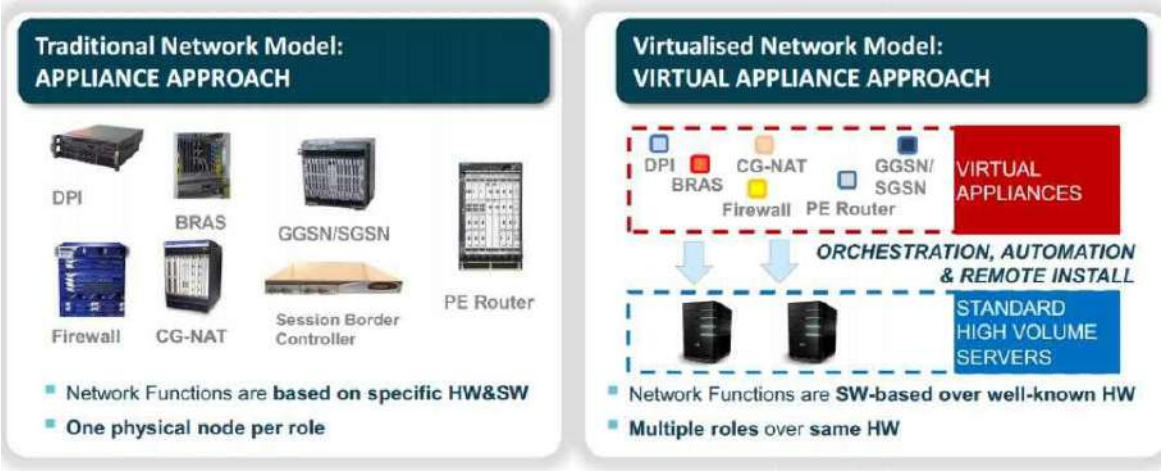
P.E.: Agafeu les dades de l'IoT com a mesuradors d'aigua o electricitat, que tots poden informar el consum mensual l'última hora cada mes, però generarà molt poc trànsit totes les altres vegades. Per exemple, una hora al mes, ens agradaria que la xarxa 5G tingués una gran capacitat per a aquests informes, mentre que en altres ocasions els recursos de maquinari mateixos s'utilitzen per a una altra cosa.

O diguem que el processament de la informació de càrrega es pot fer de nit utilitzant els mateixos recursos de maquinari que s'utilitzen per controlar el trànsit de dades dels usuaris durant el dia. L'atractiu d'això és obvi, però la necessitat de gestionar una gran quantitat de recursos físics en multitud d'ubicacions fa que sigui complexa.

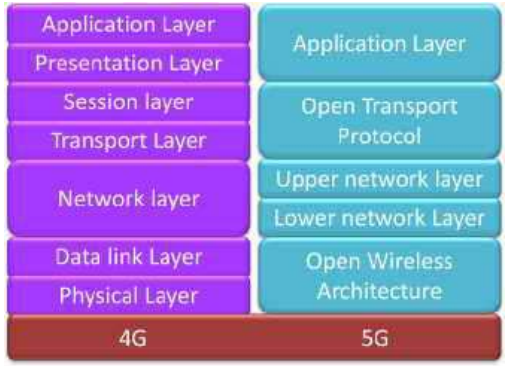


INTRODUCCIÓ AL 5G
SDN & NFV

NFV: elasticitat de la xarxa 5G



Source: Adapted from D. Lopez Telefonica I+D, NFV

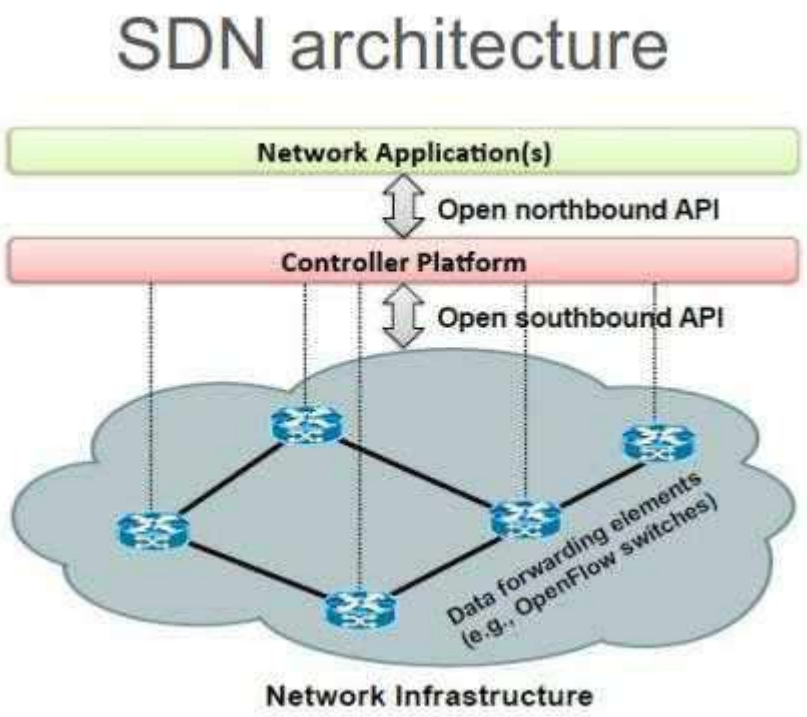


- **Virtualització:** utilitza recursos de xarxa sense preocupar-se per on és físicament ubicat, quant és, com s'organitza, etc.
- **Orquestració:** gestiona milers de dispositius
- **Programable:** ha de ser capaç de canviar el comportament sobre la marxa.
- **Escala dinàmica:** ha de ser capaç de canviar la mida, la quantitat.
- **Automatització:** permet que les màquines o el programari facin el treball dels humans
- **Visibilitat**: monitorització de recursos, connectivitat
- **Rendiment:** optimització de la utilització del dispositiu de xarxa
- **Multi-tenant:** Slice la xarxa per a diferents clients (as-a-Service)
- **Integració de serveis:** permet que la gestió de la xarxa s'adapti a l'OSS / BSS
- **Obertura:** elecció completa dels connectors modulars

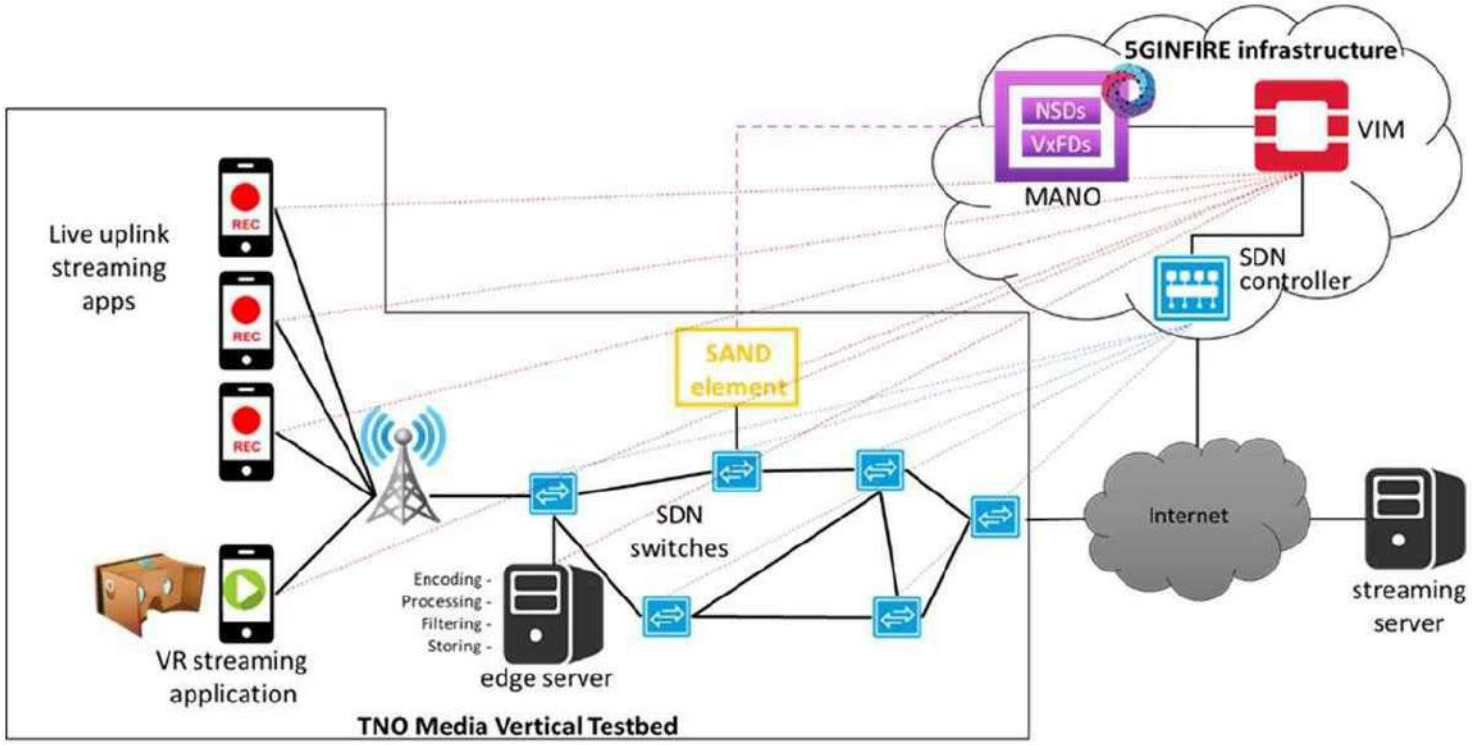
SDN: Virtualització de la xarxa 5G

SDN és una arquitectura de xarxa intel·ligent dissenyada per minimitzar les restriccions de maquinari. El propòsit d'introduir SDN és extreure funcions de nivell inferior i traslladar-les a un pla de control normalitzat, que gestiona el comportament de la xarxa a través de les interfícies de programes d'aplicació (API). Des d'un pla de control centralitzat basat en programari, els administradors de xarxa poden proporcionar serveis a través de la xarxa tot i els components de maquinari connectats.

- Separació del Control Plane del Data Plane.
- Control de xarxa "lògicament centralitzat" al controlador.
- Maquinari de forwarding simplificat.
- Xarxes programables per facilitar la gestió i el control i combatre l'ossificació de la xarxa.
- Avís de dades "commoditització".



SDN: Virtualització de la xarxa 5G

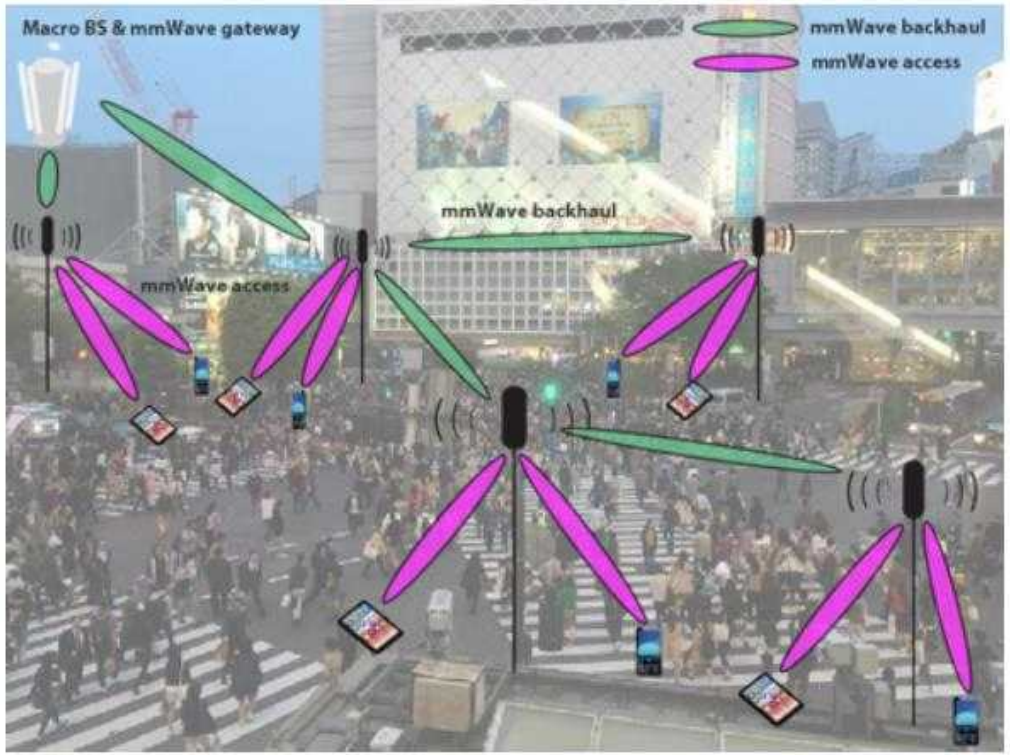


5G NEW RADIO: eMBB Key enabling technologies

- Small Cells (densificació).
- mmWave
- Massive MIMO
- Beamforming

Small Cells: Philips & Ericsson zero site

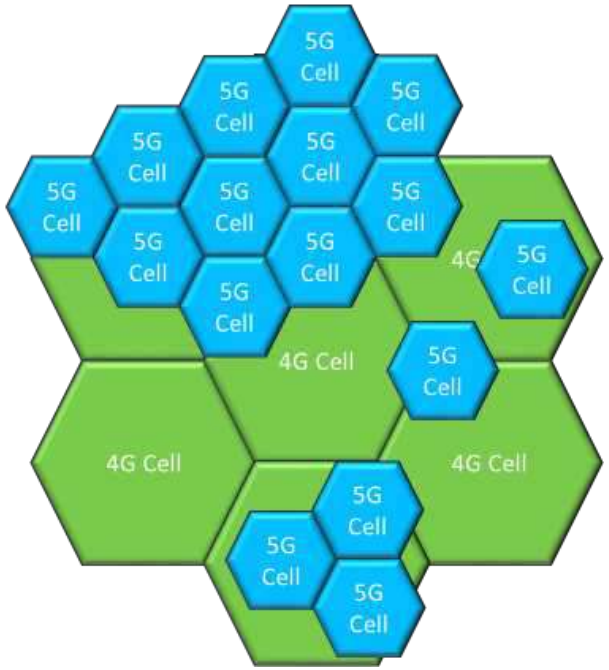
Massive MIMO array



mmWave RAN Shibuya emulation

*Source : Sakaguchi, Kei, et al. "Where, When, and How mmWave is Used in 5G and Beyond." *IEICE Transactions on Electronics*100.10 (2017): 790-808.

INTRODUCCIÓ AL 5G
5G NEW RADIO: CEL·LES DE COBERTURA 5G



Grafisme exemple de distribució de cel·les 4G i 5G coexistents.

- Les xarxes 5G introduiran cel·les de menor dimensió, que poden arribar fins i tot a la mida de les generades pels actuals enrutadors domèstics, i que seran afegides a la topologia de xarxa.
- Les xarxes 5G incorporaran una major intel·ligència que les dels sistemes anteriors. Intel·ligència, en molts casos, distribuïda.
- L'existència d'un major nombre de cel·les i el fet que aquestes puguin canviar de mida i forma, comporta un increment en la complexitat de la gestió de xarxa i la qualitat del servei.
- L'objectiu és disposar de majors taxes de velocitat de transmissió de dades i una major capacitat de connectivitat a cada àrea servida, amb un retard de transmissió de dades (latència) molt inferior a la que presenta la tecnologia 4G.
- Els organismes d'estàndards implicats apunten que 5G arribarà a velocitats de 20 Gbps i 1ms de latència, escenari que habilita l'aparició de casos d'ús sense precedents.

INTRODUCCIÓ AL 5G
5G NEW RADIO: SMALL CELLS EN ZONES DENSIFICADES

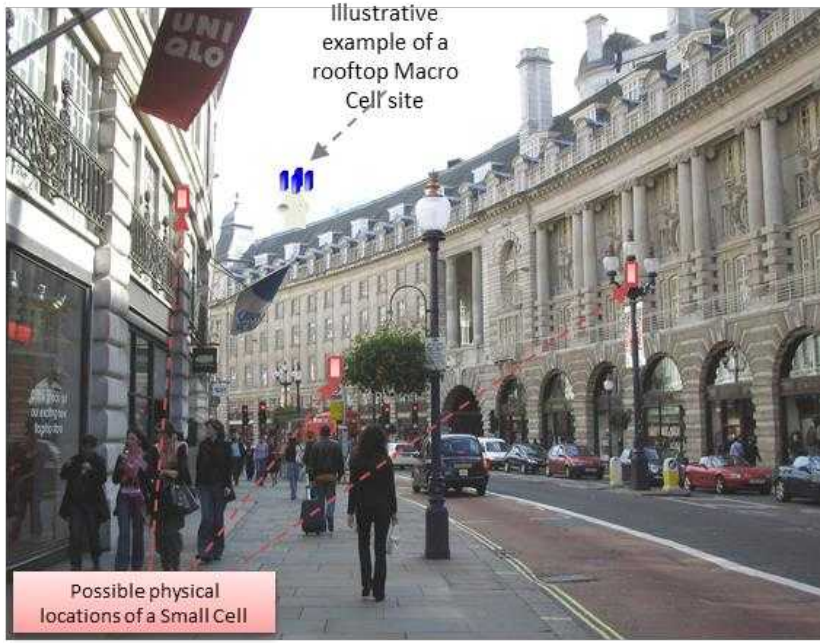
Models de desplegament amb densificació: SmallCells

En la modalitat de desplegament amb SmallCells, en entorns urbans de certa densitat, quan la capacitat proporcionada per les noves freqüències de la banda de 3,5 GHz s'esgota, les macro cel·les es complementen amb cèl·lules petites, instal·lades a peu de carrer. Aquest desplegament de Small Cells planteja el següents reptes:

- Trobar **localitzacions a peu de carrer amb alimentació i connexió de xarxa**. En cas de no tenir xarxa, es poden fer servir connexions sense fils d'alta velocitat (p.ex. enllaços a 60GHz), però requereixen visió directa.

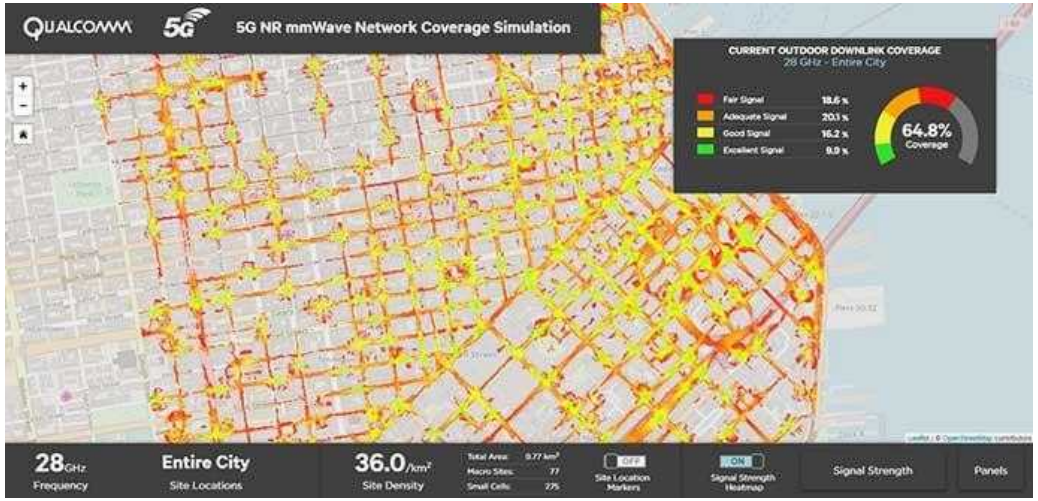
- Habilitar la **compartició de Small Cells entre diferents operadors**, mitjançant mecanismes de virtualització.

- Es necessiten **nous models d'interacció entre les ciutats i els operadors** per tal de poder desplegar i mantenir aquestes Small Cells



5G NR – mmWAVE.

Encara que l'ús de bandes superiors a 24 GHz per a comunicacions sense fils no és nou, mmWave és una frontera completament nova per a mòbils. És molt convincent ja que els grans amples de banda disponibles en aquestes altes freqüències permeten taxes de dades extremadament elevades i increments significatius de capacitat.

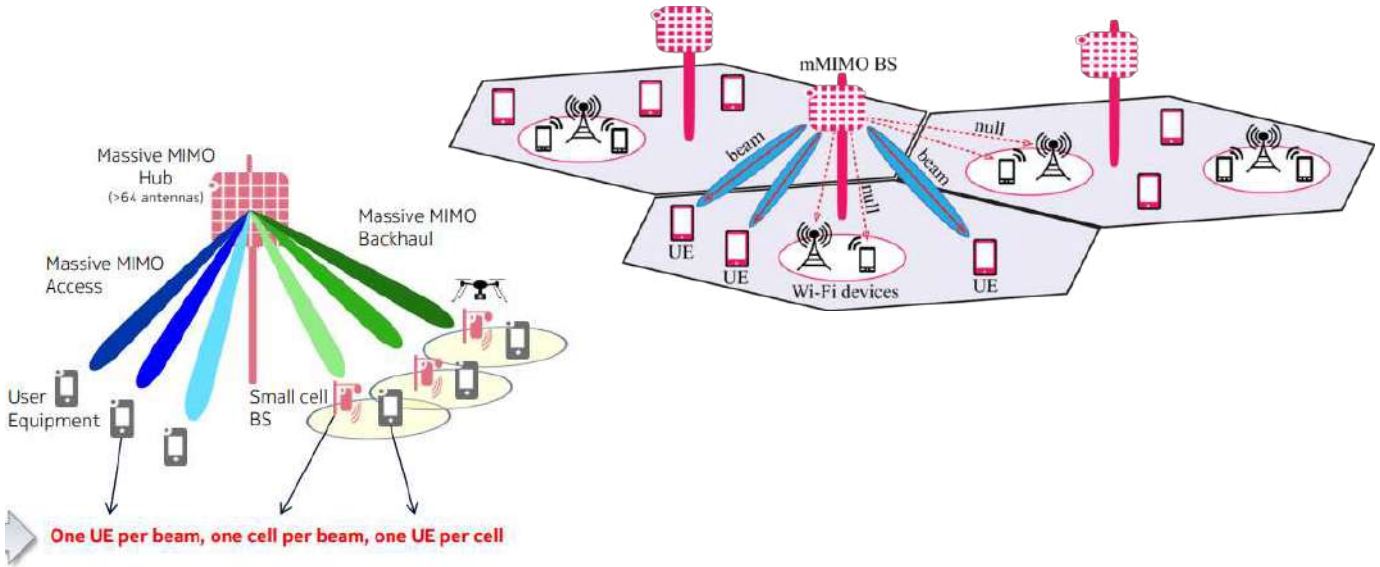


No obstant això, l'augment de la pèrdua de propagació, la susceptibilitat al bloqueig i la complexitat i eficiència energètica, històricament han fet que aquestes bandes altes no siguin viables per a les comunicacions mòbils. El mmWave basat en 5G NR està canviant això.

La banda de mmWave ofereix grans amples de banda, per tant, necessita disposar de més estacions base.

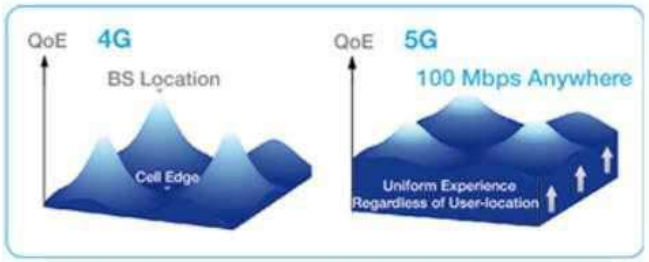
5G NR – Massive MIMO.

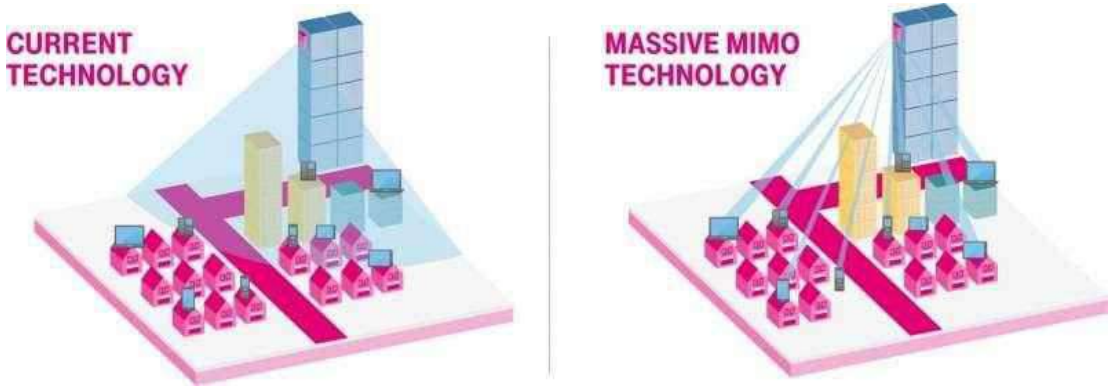
MIMO és l'acrònim de Multiple input – multiple output. Tot i que implica diverses tecnologies, MIMO pot essencialment reduir-se a aquest únic principi: una xarxa sense fil que permet la transmissió i recepció de més d'un senyal de dades simultàniament al mateix canal de ràdio, normalment utilitzant una antena independent per a la transmissió i recepció de cada senyal de dades. mMimo per la seva banda i extrapolant-ho, és un sistema MIMO amb múltiples antenes.

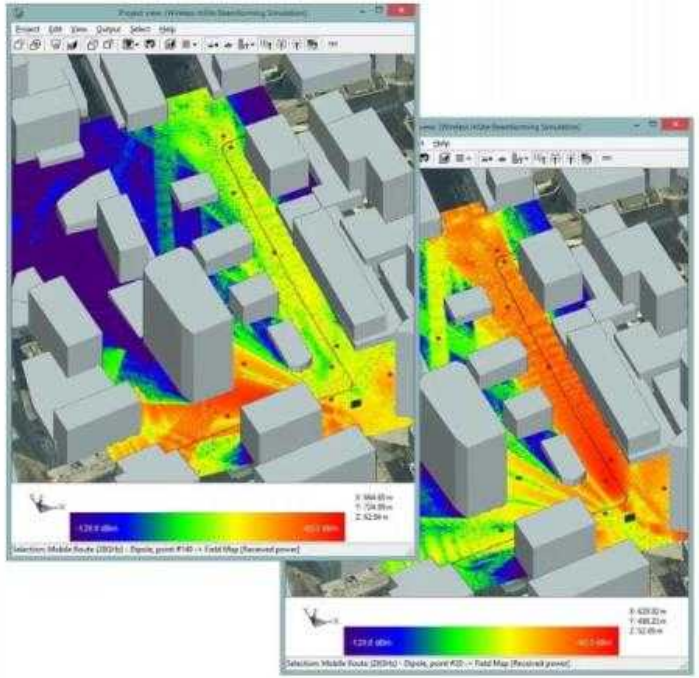


No hi ha una figura determinada per al que constitueix una configuració MIMO massiva, però la descripció sol aplicar-se a sistemes amb desenes o fins i tot centenars d'antenes. Per exemple, Huawei, ZTE i Facebook han demostrat massius sistemes MIMO amb fins a 96 a 128 antenes.

5G NR - Beamforming.







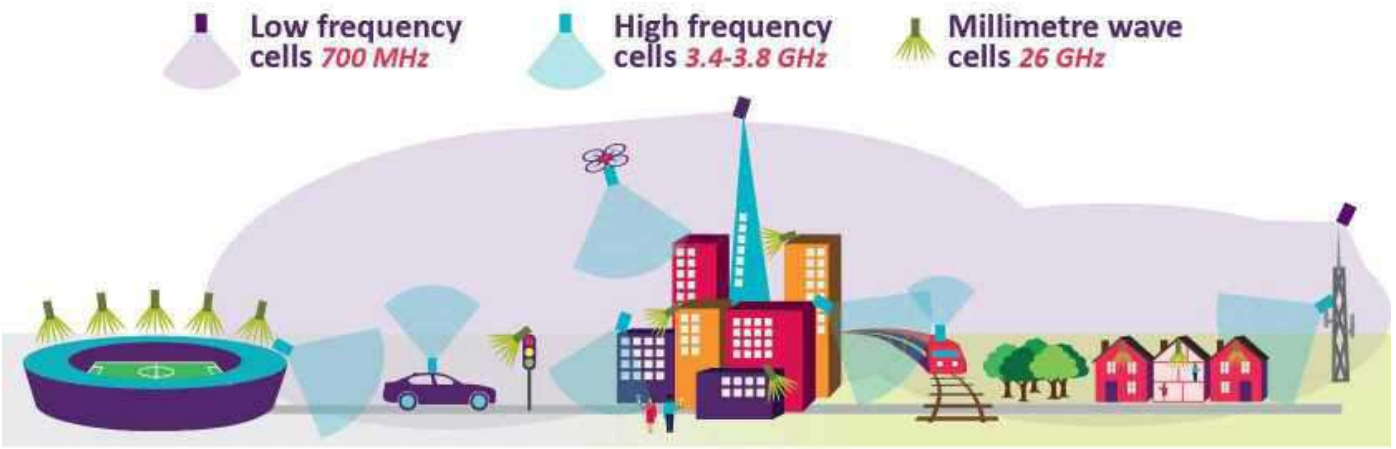
En general, *"beamforming"* utilitza múltiples antenes per controlar la direcció d'un front d'ona mitjançant una ponderació adequada d'antenes individuals en una matriu d'antenes múltiples. És a dir, el mateix senyal s'envia des de múltiples antenes i, en qualsevol lloc donat, el receptor rebrà diverses còpies del mateix senyal.

INTRODUCCIÓ AL 5G
IMPACTE EN L'ESPECTRE RADIOELÈCTRIC

Una de les principals conseqüències de l'adopció de la nova tecnologia és la necessitat d'utilització de noves franges de freqüències per a fer efectiva la nova cobertura.

A Europa 5G utilitzarà 3 bandes de freqüència diferents: 700 MHz; 3,5 GHz i 26 GHz. La banda de 700MHz és particularment interessant per aplicacions relacionades amb l'internet de les coses, ja que donada la seva relativa baixa freqüència pot oferir bones cobertures exteriors i interiors a canvi de donar amples de banda relativament baixos. Aquesta banda està ocupada actualment per a la difusió de la TDT i cal el seu alliberament, mitjançant el que s'anomena Segon Dividend Digital.

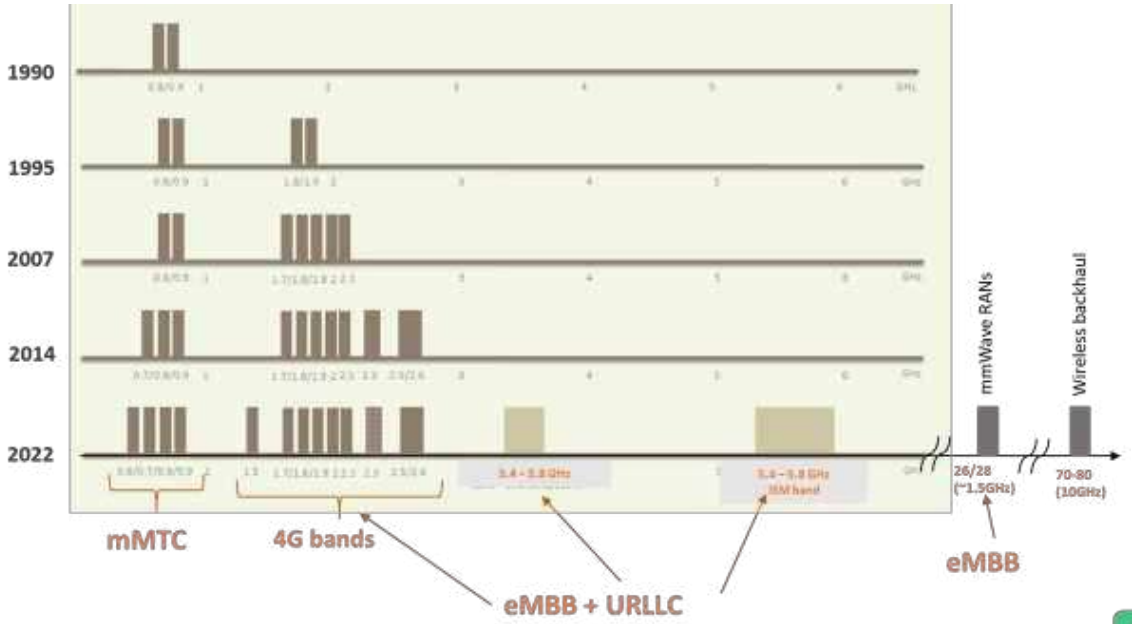
La banda de 3,5 GHz presenta característiques intermèdies i proporciona amples de banda i cobertures que la fan ideal per donar cobertures en entorns urbans.



Grans esdeveniments Milers d'usuaris | Comunicacions entre vehicles i/o vehicle-infraestructura | Monitoratge ambiental i Smart Cities | Transport i infraestructures | Millora de les connexions residencials i Smart Energy

Bandes de freqüències 5G i els seus possibles usos. Font: OFCOM

INTRODUCCIÓ AL 5G
IMPACTE EN L'ESPECTRE RADIOELÈCTRIC

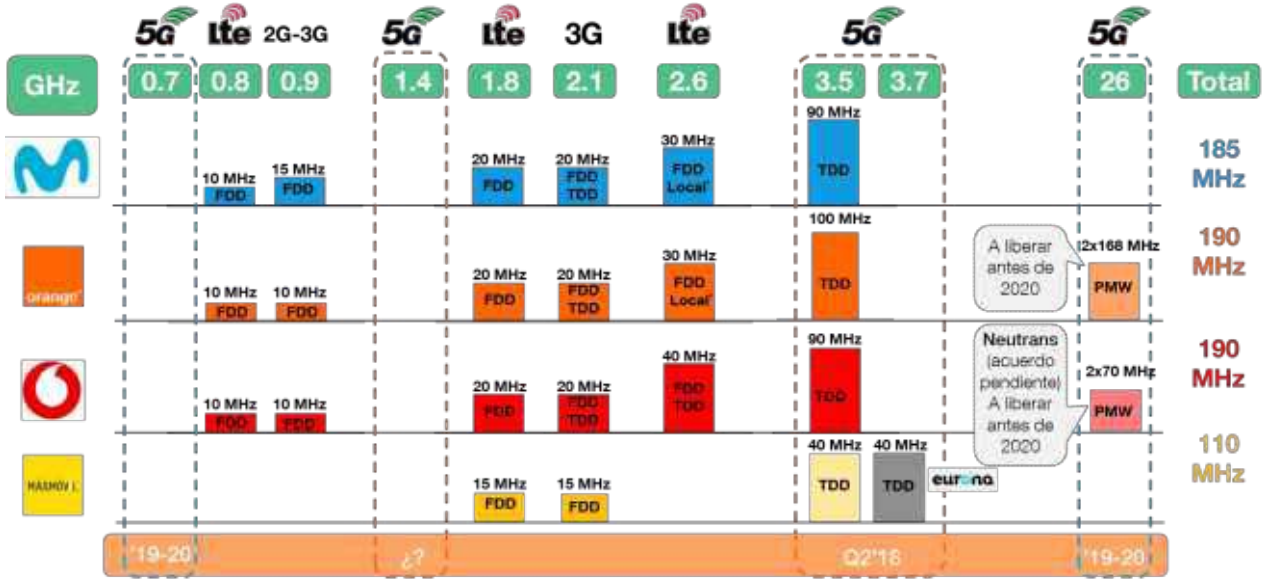


Una de les principals conseqüències de l'adopció de la nova tecnologia és la necessitat d'utilització de noves franges de freqüències per a fer efectiva la nova cobertura.

A Europa 5G utilitzarà 3 bandes de freqüència diferents: 700 MHz; 3,5 GHz i 26 GHz.

La banda de 700MHz és particularment interessant per aplicacions relacionades amb l'internet de les coses, ja que donada la seva relativa baixa freqüència pot oferir bones cobertures exteriors i interiors a canvi de donar amples de banda relativament baixos. Aquesta banda està ocupada actualment per a la difusió de la TDT i cal el seu alliberament, mitjançant el que s'anomena Segon Dividend Digital.

La banda de 3,5 GHz presenta característiques intermèdies i proporciona amples de banda i cobertures que la fan ideal per donar cobertures en entorns urbans.



* Orange en todas las regiones excepto Madrid, Melilla, Castilla La Mancha, País Vasco, Asturias and Galicia; Movistar sólo en Madrid y Melilla

Casos d’ús del 5G

+ *Introducció*

+ *Impacte del 5G a les ciutats*

+ *Casos d’ús del 5G a les ciutats*
    - ✓*5G i la mobilitat a les ciutats.*
    - ✓*Turisme intel.ligent*
    - ✓*Smart Grids.*
    - ✓*Seguretat.*
    - ✓*Salut i Benestar.*
    - ✓*Smart Homes.*

02

CASOS D'ÚS DEL 5G
INTRODUCCIÓ

Impacte del 5G en la transformació digital de les ciutats

L'expansió de la tecnologia 5G és una de les claus del desenvolupament de les ciutats. Les ciutats del món afegeixen tecnologia per millorar els aspectes ambientals, financers i socials de la vida urbana.

5G servirà de base per a xarxes urbanes de cel·les petites que alimentaran la propera generació d'infraestructures de xarxa sense fils dins d'una ciutat. La capacitat de connectivitat i computació que habilita 5G permetrà que les ciutats intel·ligents siguin una realitat, ja que els seus governs podran adoptar noves tecnologies per a crear solucions per als ciutadans.

La proliferació de l'IoT i el desenvolupament imminent de connectivitat 5G obriran les comportes de la primera ciutat veritablement intel·ligent. El principal impediment per traslladar la ciutat intel·ligent des del punt de vista teòric a la pràctica era la gran velocitat i l'ample de banda per gestionar la quantitat de dades generades per l'IoT i processar-la en temps real. Això s'exemplificarà en tot, des del trànsit públic fins els models de governança de les ciutats.

CASOS D'ÚS DEL 5G

IMPACTE DEL 5G EN LA TRANSFORMACIÓ DIGITAL DE LES CIUTATS

A nivell general, es descriuen les següents àrees on 5G tindrà un impacte en les operacions de la ciutat:

1. Mobilitat.
2. Turisme i oci.
3. Energia i Utilities a nivell general.
4. Seguretat.
5. Salut i benestar.

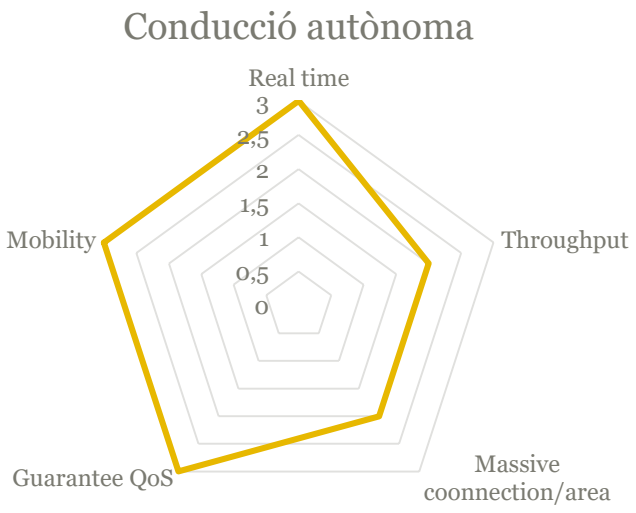
Les ciutats que aprofitin el poder de la connectivitat 5G estaran millor equipades per reforçar la seguretat pública, millorar el trànsit, els serveis públics, les xarxes Wi-Fi públiques i la seva preparació per a afrontar situacions d'emergència. Algunes d'aquestes àrees són més senzilles d'avaluar des d'un punt de vista tecnològic que d'altres en el context de serveis utra ràpids 5G.

El rol de 5G en mobilitat, per exemple, és un dels més clars. En aquest sentit, operadors i fabricants ja han iniciat el camí i han completat transmissions exitoses d'un senyal 5G 3GPP New Radio (NR) a un receptor situat en un vehicle en moviment, gestionant adequadament el "hand over" entre cel·les de cobertura.

FACILITADORS

5G Radio access	• Densitat massiva. • Cost dels dispositius. • Mobilitat i latència. • Excés de senyalització significativament reduït fet que restringeix els consums d'energia. • Soft-SIM o operació sense SIM per a dispositius de tipus sensor.
5G Core network	• Integra xarxa d'infraestructura pública dins les slices de la xarxa. • Suporta comunicació orientada a missatge Publisher/subscriber. • Latència d'anada i tornada inferior de l'ordre de 1 ms.
Orquestrador 5G	• Orquestració de grans quantitats de dades i interfícies d'entrada. • Vista comú de totes els subministradors de utilities i infraestructures. • Diferents perfils d'usuari per a accedir a la mateixa xarxa.

CASOS D'ÚS DEL 5G
5G I LA MOBILITAT



5G i la Mobilitat a les ciutats: vehicle connectat i vehicle autònom.

Per molts analistes, l'ús de 5G en l'àmbit de la mobilitat serà un dels primers casos d'ús massius i dels que tindrà més impacte. Les millores en aquest àmbit venen donades per la millora en el tràfic de dades que proporcionarà la connectivitat del vehicle tant amb altres vehicles (V2V) com amb l'entorn (semàfors, passos de vianants, vehicles d'emergència...). Això produirà una reducció del número d'accidents i una eficiència en la conducció que es tradueix en una reducció en l'emissió de gasos contaminants.

Cal distingir però, entre el que és el **vehicle connectat** del que és el **vehicle autònom.** El concepte connectat implica que el vehicle constantment envia i rep informació d'ell mateix i del seu entorn i proporciona informació i recomanacions als conductor.

El **vehicle autònom** implica en l'extrem la no necessitat que un humà prengui les decisions, això implica que el propi vehicle sigui capaç de processar la informació i prendre les millors decisions en cada moment.

En ambdós casos implica que en qualsevol moment el vehicle ha de conèixer la seva posició i velocitat, però també la dels altres elements mòbils (altres vehicles i vianants) i la situació dels elements de regulació de trànsit (semàfors o passos de vianants). Aquesta informació també pot ser processada per prendre decisions referents a la gestió del trànsit de la ciutat i haurà de ser convenientment processada.

Ara bé, tot aquest tractament de la informació no es farà completament en el propi vehicle si no que la corresponent a l context físic serà tractada pel propi entorn i, per tal de reduir el temps de computació, es farà en els MEC's (Mobile Edge Computing).

CASOS D'ÚS DEL 5G
5G I LA MOBILITAT: CAS D'ÈXIT

Cas d'èxit 5G i la Mobilitat: Demostració de SEAT durant el MWC 2019

Durant l'edició de 2019 del Mobile World Congress Barcelona es va testejar una solució de gestió de mobilitat urbana a través del 5G. Liderat per SEAT i patrocinat per la iniciativa 5G Barcelona el projecte mostra els avantatges de la interconnexió entre tots els elements participants en la circulació a les vies d'una ciutat.

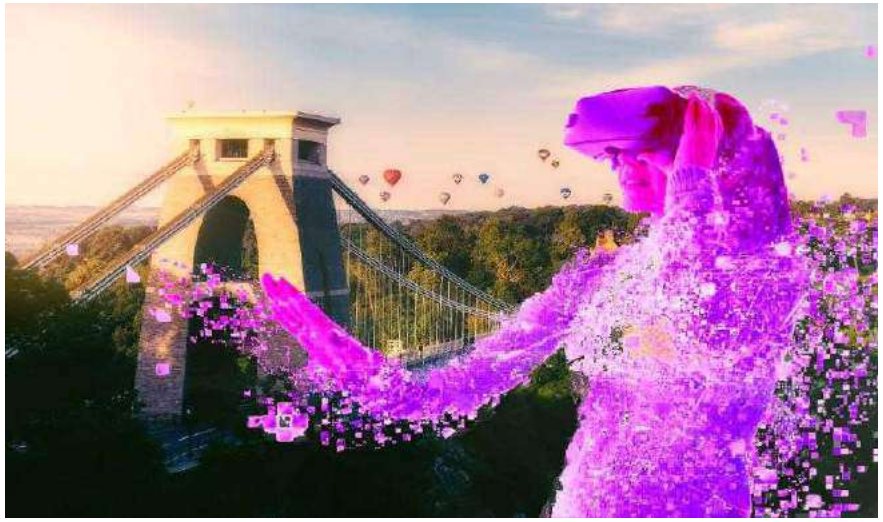
La demostració presentada durant la fira recreava dues situacions de potencial risc entre un PMV (Personal Mobility Vehicle), en aquest cas una bicicleta, i un vehicle privat, un coche connectat. L'objectiu, mostrar tres casos d'ús de situacions força comuns en la circulació diària de vehicles a les ciutats:

- **Detecció de vianant**: el vehicle connectat rebrà una indicació que un vianant és present. El vehicle V2X 5G mostrava una alarma en el seu tauler indicant la presència d'un vianant en un pas semafòric que es trobi en un gir a la dreta pel que fa al cotxe. L'encreuament en qüestió disposava de poca visibilitat per al conductor i, per tant, suposava un perill potencial d'atropellament.

- **Detecció de ciclista.** El vehicle V2X 5G mostrarava una alarma en el seu tauler indicant una potencial col·lisió amb un ciclista que circula en un carril bici a la dreta del vehicle quan aquest pretén realitzar un gir a la dreta. La bicicleta es trobava en angle mort que fa al vehicle o bé el encreuament té poca visibilitat.

- **Detecció d'obstacle en calçada:** El vehicle V2X 5G mostrarava una alarma en el seu tauler indicant la presència en els seus voltants d'un altre vehicle V2X 5G realitzant maniobres d'aparcament o desaparcament.

CASOS D'ÚS DEL 5G
5G I EL TURISME SMART



5G i el turisme Smart

Un dels sectors en els quals es preveu que 5G tingui major impacte, dins el marc de les ciutats, és el del turisme. En aquest sentit, ja existeixen projectes pilot d'implementació que, a través de la connectivitat 5G, faciliten sistemes de realitat immersiva (AR/VR) per a usuaris en mobilitat.

5G proporcionarà als turistes d'oci una nova experiència en la seva visita, a través de la immersió en cada destinació en termes històrics-artístics, culturals, però també comercials o gastronòmics. També 5G pot proporcionar una nova manera d'interactuar amb altres membres d'un grup de turistes amb un mateix perfil o preferències, o bé amb les persones residents a la ciutat visitada.

Per a les empreses turístiques, el poder de 5G els donarà un millor coneixement dels seus clients, les seves característiques, els seus gustos, preferències, interessos, costums, segmentats per grups d'interès i perfilats amb gran detall (amb total respecte a la intimitat i l'anonimat).

CASOS D'ÚS DEL 5G
CAS D'ÈXIT: SMART TOURISM A UK

Cas d'èxit: 5G-enabled Smart Tourism a l'oest d'Anglaterra.

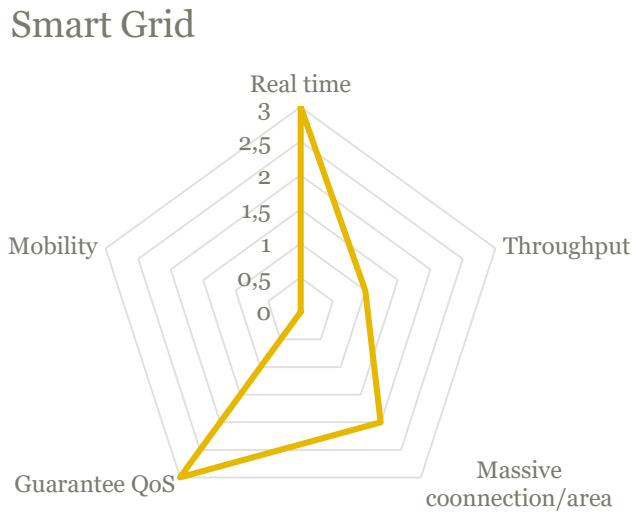
És el cas de la ciutat de Bristol, on s'ha fet un desplegament de 5G amb aquest propòsit, liderat per la Universitat de Bristol en cooperació amb la West England Combined Auhtority (WECA). El projecte de Bristol, liderat pel WECA i desenvolupat per la Universitat de Bristol, comprèn un total de sis casos d'ús per demostrar indicadors 5G així com afegir valor als sectors de les telecomunicacions, turisme, digital, creatiu així com d'altres que hi pugui tenir-hi a veure tangencialment. El pilot abasta no només la ciutat de Bristol si no ciutats de tota la regió, fent un desplegament a localitzacions de certa densitat al centre de les ciutats. Els beneficis que s'espera que introdueixi aquest projecte són, entre d'altres:

- **Per visitants:** experiències que agreguen valor per destinacions de certa rellevància. Millora de la seguretat del visitant.
- **Per proveïdors de turisme:** increment de la rellevància i accessibilitat, atractiu per visitants més joves, nous models de negoci i generació d'ingressos.
- **Per sectors tecnològics i creatius:** un demostrador d'alt nivel per al talent regional (també per a PIMES), incloent continguts i aplicacions de realitat virtual, augmentada i mixta.
- **Per proveïdors de xarxa i servei 5G:** demostrar els indicadors de funcionament del 5G així com els beneficis per al públic en general.

El cas d'ús Smart Tourism a Bristol està basat en:

a. L'ús de 5G New Radio i operació pionera a la banda 5G (3.5 GHz i 26 GHz).
b. Connectivitat a través de xarxes heterogènies (sense fils, fixes i mòbils, fibra òptica).
c. Elevat ample de banda per a densitats elevades d'usuaris. (1Gbps per a 100 usuaris).
d. Molt baixa latència (gràcies a la combinació de 5G NR + MEC).
e. Mobile Edge Computing per proveir continguts d'alta qualitat de VR/AR per usuaris.
f. Slicing de la xarxa i provisió automàtica de servei (per al cas d'ús de seguretat pública).
g. Operacions de xarxa d'alta flexibilitat responent a diferents requeriments d'usuari/aplicació.
h. Oferint plataformes de xarxa flexibles (NFV/SDN + MEC) dins la infraestructura de xarxa.
i. Marc de treball en accés obert amb API obertes per a facilitar l'accés de terceres parts a les tecnologies subjacents, facilitades a través de l'arquitectura software 5G.

BRISTOL FUTURES GLOBAL



5G i les Smart Grids

Anomenem **xarxes elèctriques intel·ligents** o *Smart Grid* a aquelles que poden predir i gestionar en temps real el comportament dels seus clients (la demanda) i per tant adaptar els recursos de generació (oferta) de la manera més eficient i segura.

Aquestes xarxes permeten una gestió energètica més eficient, reduint l'impacte mediambiental i disminuint els costos ja que permeten el balanceig de la generació amb energies renovables usant les fonts més properes al consum tot augmentant la seguretat i disponibilitat de les pròpies xarxes. Cal també poder prevenir i donar resposta immediata tant a les caigudes totals de xarxa (Black out), pics de tensió o les reduccions sobtades de voltatge (Brown out) que poden causar desperfectes als equips sensibles als canvis.

Aquestes intel·ligència de les xarxes es fonamenta en la recollida i anàlisi permanent de la demanda i l'oferta i la capacitat de respondre en temps real a qualsevol incidència. Per poder-ho fer cal disposar d'una infraestructura de telecomunicacions amb molt baixa latència, de manera que els sistemes de distribució elèctrica puguin detectar i aïllar l'àrea de la incidència abans de 100ms (temps total entre la detecció i la posada en marxa de la resposta).

Les xarxes intel·ligents hauran d'afrontar diferents reptes:

- **La problemàtica associada a les noves formes de generació amb l'ús cada vegada més important d'energies renovables.** Moltes d'aquestes fonts tenen generacions molt variables i difícils de controlar, el que implica dificultat a l'hora de balancejar la potència i també el control de les operacions. D'altra banda, el fet de la distribució de les fonts de generació d'energia que estan transformant el que eren xarxes passives en una sola direcció en xarxes actives amb fluxos energètics bidireccionals.

- **Nous usuaris:** el ràpid desenvolupament del cotxe elèctric genera noves necessitats amb nous requeriments. Com a exemple, per fer una millor gestió de la demanada podem fer la càrrega quan sigui òptim millor que no pas pel sol fet d'estar connectat a la xarxa elèctrica.

CASOS D'ÚS DEL 5G
CAS D'ÈXIT DE 5G I SMART GRIDS: WIVE A FINLÀNDIA

Cas d'èxit de 5G i Smart Grids : el projecte WIVE a Finlàndia

El projecte WIVE a Finlàndia investiga l'impacte de 5G en augmentar el valor comercial de les xarxes intel·ligents, entre altres aplicacions industrials. Nokia, ABB i Kalmar, que formen part de Cargotec, han realitzat amb èxit proves industrials que aprofiten les baixes capacitats de latència de 5G per donar suport a aplicacions crítiques i millorar la protecció i l'eficiència en la xarxa elèctrica intel·ligent i l'automatització del port. Els assaigs, realitzats com a part del projecte de recerca Wireless for Verticals (WIVE), representen una de les primeres aplicacions del món real de les aplicacions 5G crítiques per al temps en la xarxa elèctrica i l'automatització del port.

L'objectiu del projecte, que durarà dos anys, és donar nous tipus d'indústries, com ara xarxes elèctriques intel·ligents, avantatges competitius amb l'ajuda de les últimes tecnologies sense fils, especialment 5G.

El projecte WIVE se centrarà en les necessitats de connectivitat de tipus màquina per a àrees d'aplicació, incloses comunicacions de baixa latència ultra-fiables (URLLC) per servir sectors com ara xarxes intel·ligents i màquines controlades remotament. Una altra màquina és la connectivitat de tipus màquina (mMTC per permetre que un gran nombre de dispositius es connectin amb un cost limitat i un consum d'energia.

L'impacte del treball de recerca en WIVE es basa en tres components; activitats de recerca sòlides, interacció entre verticals i recerca, així com coneixements de primera mà en matèria de normalització relacionada amb la tecnologia cel·lular.

CAS D'ÚS DEL 5G
5G I LA SEGURETAT A LES CIUTATS

5G i la Seguretat a les Ciutats.

Es considera que la **innovació introduïda per les Smart Cities en matèria de Seguretat** està començant només a ser visualitzada i que la connectivitat sense fils és només la força que dirigirà aquesta innovació. De fet, encara que la xarxa actual 4G proveeix vídeo en temps real que permet els cossos de seguretat tenir accés a una escena abans d'arribar-hi, la distribució del 5G en una smart city facilitarà la integració de tota l'observació de vídeo amb accés a ubicacions específiques, punt a punt, amb definició d'ultra alta definició. Aquesta mesura permetria els assistents a una situació d'emergència, per exemple, utilitzar reconeixement facial per a identificar criminals coneguts o bé persones desaparegudes abans d'arribar a una escena.

En aquest sentit es preveu una gran oportunitat per, partint del vell model de videovigilància, augmentar-lo de manera significativa, ja que serà possible retrocedir el vídeo i processar-lo més a prop de la xarxa, gràcies al 5G i el MEC (Mobile Edge Computing), mentre que, avui, un departament de policia que vulgui tenir més dades d'una situació d'emergència a tracés del vídeo, ho té molt difícil en un entorn de la ciutat degut al fet que no es pot obtenir la connectivitat necessària per a recuperar totes aquestes les dades de vídeo necessàries.

Les xarxes 5G aportaran un nou ventall d'oportunitats a la indústria de la seguretat. La xarxa més ràpida i més robusta significarà més dispositius i sistemes més connectats i autònoms, així com imatges millorades i una transmissió més ràpida. La recopilació de la informació a través de l'anàlisi es farà més fluïda, ja que les dades produïdes proporcionaran més informació, més coneixement.

CAS D'ÚS DEL 5G A LES CIUTATS

PROVA PILOT DEL 5G I LA SEGURETAT: EXPERIENCE DAY A MILÀ

5G i la Seguretat a les Ciutats: una prova de concepte Vodafone i Huawei a Milà.

Amb motiu de l'esdeveniment Vodafone 5G Experience Day a Milà, Vodafone va presentar la solució de videovigilància aèria mitjançant drones per a propòsits de seguretat pública realitzats amb Intellitronika, Milà Polytechnic, Huawei, amb el suport de la Policia Local i en col·laboració amb Italdron.

El sistema utilitza la plataforma d'aplicacions d'Intellitronika, una empresa que forma part del Grup ITK, que ofereix solucions tecnològiques avançades per a la seguretat i la seguretat civil i militar. La plataforma recull 4 fluxos de vídeo adquirits per un avió de corrent, especialment dissenyat per Italdron per a l'experimentació de 5G de Vodafone, i gràcies a l'arquitectura MEC de Vodafone, els processa i els transmet en temps real, una resolució molt alta per als sistemes de vigilància de la comissaria.

La gran capacitat de transmissió de la xarxa permet enviar fluxos multimèdia d'alta resolució, amb la possibilitat de fer zoom per capturar els detalls dels esdeveniments, mentre que la baixa latència i la ultra fiabilitat permeten fer-ho en temps real garantint la continuïtat de el servei en totes les condicions de càrrega de la xarxa. A més, l'arquitectura 5G permet que les aplicacions es col·loquin a la infraestructura del núvol de la xarxa de Vodafone, garantint els nivells més alts de seguretat i fiabilitat.

Mitjançant l'ús de 5G es garanteix la possibilitat de tenir connectivitat i visibilitat, i per tant navegació BVLOS (Beyond Visual Line of Sight). El vol BVLOS requereix el disseny i la implementació de protocols de xarxa de baixa latència que satisfan necessitats radicalment diferents en comparació amb els mitjans de transmissió tradicionals i que inclouen fluxos d'alta i baixada amb requisits estrictes en temps real Aquesta característica, implementada per 5G, permetrà majors radis d'acció del dispositiu UAV (Unmanned Automated Vehicle) i, per tant, cobrir espais més amplis als quals protegir mitjançant aquest sistema.

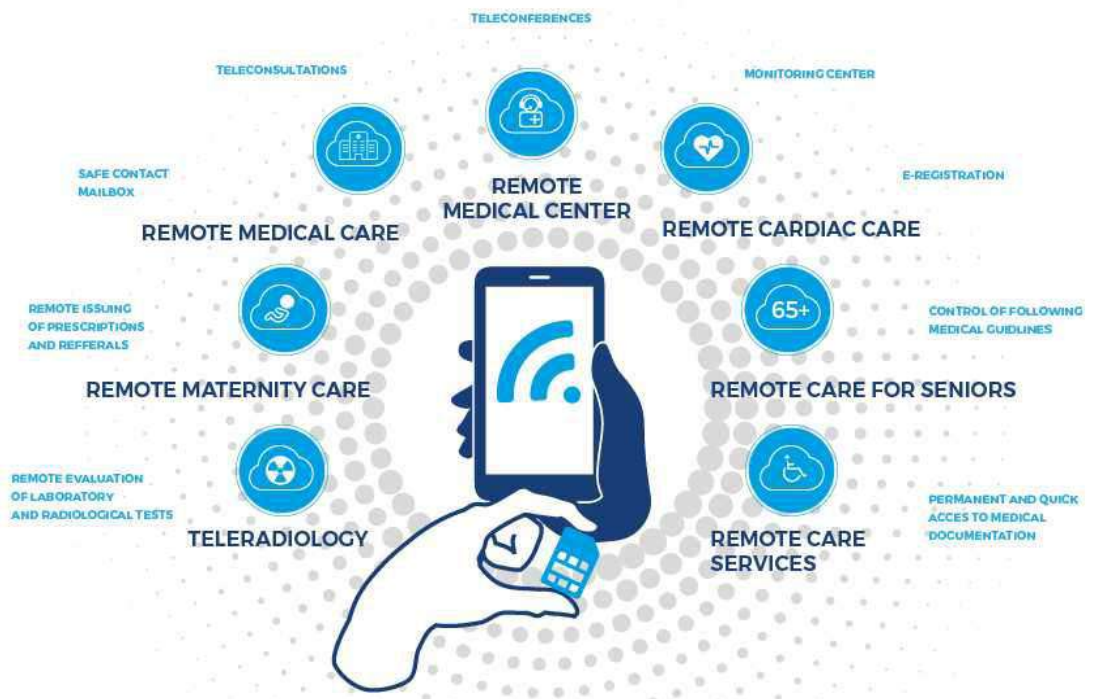
CAS D'ÚS DEL 5G
5G I LA SALUT I BENESTAR

5G i la Salut i benestar :

Potser un cas d'ús menys evident, però indiscutiblement cruci emocionant per a 5G és el seu rol dins de la indústria sanitària.

Hi ha diverses maneres en què les tecnologies d'una xarxa beneficiaran el sector sanitari, incloent millores generals de v per al públic en general i augmentant l'accessibilitat per als c actualment no poden accedir als serveis bàsics.

S'exploren alguns casos d'ús per a 5G en el sector sanit incloent:



- Wearables de seguiment de constants vitals.
- Consultes remotes segures.
- Cirurgia assistida i totalment robótica.
- Escaneig 2D / 3D.
- Assitència a emergències mèdiques.

S'espera que el 5G millori la connectivitat i gestió de dades potenciant l'intercanvi entre proveïdors sanitaris, fabricants de dispositius mèdics, pacients, assegurances, indústria farmacèutica i altres membres de la cadena de subministrament dels sistemes de salut.

Això podria reduir els costos operatius gràcies a un millor monitoratge de pacients i processos de recuperació o permetre el desenvolupament de diagnosis i fàrmacs personalitzats, contribuint a la millora de l'esperança de vida.

CASOS D'ÚS DEL 5G
PROJECTE PILOT: CIRURGIA TELEASSISTIDA

Projecte Pilot 5G i la Salut: cirurgia teleassistida

La possibilitat de disposar de suport remot especialitzat en intervencions quirúrgiques requereix de connexions d'alta qualitat dins del quiròfan i també en l'extrem remot. El fet de disposar de càmeres i equipament connectat directament a la xarxa 5G, sense necessitat de tenir cablejat l'espai o de connectar-se a la xarxa interna de l'hospital farà que es redueixi dràsticament la latència de les comunicacions i per tant el temps de resposta i la fiabilitat del suport remot. D'altra banda, la mobilitat 5G permetrà que el suport remot en el cas de les intervencions o la formació remota es facin en espais no necessàriament cablejats.

Durant el MWC 2019, Vodafone i l'Hospital Clínic, amb la col·laboració de AIS Channel, van realitzar un projecte pilot en el que un cirurgià, Antonio Lacy va poder realitzar una operació en mode remot practicada a un quiròfan situat a l'Hospital, amb connexió 5G.

La intervenció, consistent en l'extirpació d'una part de l'intestí gruixut (tècnica aplicada a pacients amb càncer de colon o malaltia de Crohn), va ser un èxit. La tecnologia aplicada a més, permetia dibuixar sobre la imatge del pacient per tal de fer indicacions a l'equip present a quiròfan a més d'enviar imatges o textos i donar-los consells per a evitar danys durant l'operació.

En aquest cas, la baixa o gairebé nul·la latència de la connexió permet una intervenció remota en temps real. De manera afegida, en una hipotètica connexió realitzada sobre un servei 5G en compartició de connectivitat en segment ràdio i backhaul, la possibilitat de crear una "slice" de servei amb qualitat i connectivitat garantida amb condicions òptimes, fa que el sistema presenti garanties de viabilitat i èxit.

El 'telementoring' real sustentat en la tecnologia 5G permetrà que un cirurgià especialista guiï sense estar físicament present i a temps real al cirurgià que estigui operant al quiròfan.

CASOS D'ÚS DEL 5G

PROVA PILOT: GESTIÓ DE SITUACIONS MÈDIQUES. AMBULÀNCIA CONNECTADA

5G i la gestió de situacions d'emergències mèdiques: el cas d'ús de l'ambulància connectada.

Durant l'edició de 2019 del Mobile World Congress, la Generalitat de Catalunya va presentar en el seu booth la demostració de com, a través de l'aplicació de connectivitat 5G a un vehicle del SEM (Servei d'Emergències Mèdiques) és possible millorar la gestió de la situació d'emergència i introduir-hi factors que poden ser claus per a garantir la supervivència de la persona assistida, tals com la gestió remota del cas per part de personal mèdic gràcies al factor temps-real de la connexió.

Concretament, la demostració simulava un accident de trànsit on una persona resultava ferida de gravetat. El sistema audiovisual, present a l'ambulància, permetia monitoritzar remotament les imatges en temps real de tot allò que està succeïnt en l'interior de l'ambulància així com escoltar les observacions del personal sanitari que atenia el ferit. D'aquesta manera s'establia una comunicació bidireccional amb el metge ubicat en l'Hospital de referencia on, molt probablement, seria derivat el pacient un cop estabilitzat.

Tota l'operativa remota és només possible gràcies a dos factors que resulten clau presents en la tecnologia 5G:

- ***Comunicacions de baixa latència i alta fiabilitat*** *(URLLC,* Ultra Reliable Low Latency Communications): la baixa latència permet la interacció en temps real del personal sanitari a l'ambulància i l'equip mèdic de l'hospital.

- ***La capacitat de crear Slices per a serveis Mission Critical sobre 5G:*** *la possibilitat de fer Slicing sobre la capacitat total de la xarxa mòbil, fa que es pugui garantir un ample de banda per a la transmissió en casos d'emergència, sense que el tràfic de dades general afecti aquest servei.*

CASOS D'ÚS DEL 5G
5G I LES SMART HOMES

5G i les Smart Homes.

Les llars connectades o Smart Homes, són **una realitat tecnològica plenament funcional i inclús madura** en implantació en el mercat de l'habitatge.

Els sistemes de control Intel·ligent d'energia, climatització, comfort, oci, etc, dins una llar cada cop hi tenen més implantació i la tecnologia que els facilita així com la cadena de valor del mercat és estable i proporciona amb plenitud el que el mercat demanda. A més, cal dir que Catalunya presenta un ecosistema de fabricants, integradors i desenvolupadors de solucions dels més rics del sud d'Europa.

En aquest context, **què aporta 5G a les tecnologies Smart Home?** Els avantatges de desplegar connectivitat a Internet per a dispositius i electrodomèstics intel·ligents, i en ciutats i comunitats, a través d'una veritable xarxa 5G, són innegables.

- **Consolidació de múltiples estàndards inalàmbrics confusos.** 5G, proporcionarà una connectivitat omnipresent, d'alta velocitat i baixa latència amb un protocol inalàmbric. Tot es connectarà al núvol de manera ràpida i senzilla sense haver de passar necessàriament per passarel·les domèstiques.

- **Connexió dels dispositius directament al núvol.** El laberint existent de tecnologia domèstica intel·ligent patirà una revolució profunda després de la irrupció de 5G i les tecnologies 5G Ready. En aquest sentit, el projecte "LPWAN" de la 5G (xarxa d'àrea àmplia de baixa potència) permetrà que diversos dispositius a la llar puguin passar per alt les xarxes domèstiques, i la configuració necessària i aconseguir una connexió directa. Això comporta menys càrrega en la vostra xarxa domèstica i una millor estabilitat i menys temps d'inactivitat per als dispositius IoT, que anteriorment es trobaven supeditats al rendiment de les xarxes Wi-Fi domèstiques, a vegades imprevisibles.

- **Més densitat de dispositius connectats: e**l 5G està configurat per oferir molt més espai per connectar molts més dispositius. Això és especialment important en un moment en què l'Internet de les coses s'està expandint ràpidament. Es podran allotjar més sensors, activadors, elements i dispositius sense impactar considerablement la velocitat de la xarxa mòbil o de la xarxa domèstica.

Procés de transició cap el 5G

+ *Procés d'estandardització*

+ *El 3GPP*

+ *La iniciativa 5G PPP*
    - ✓ *El 5GCity*
    - ✓ *5G MonArch*
    - ✓ *5G Matilda*
    - ✓ *5G CAR*
    - ✓ *Metrohaul*
    - ✓ *5G Picture*
    - ✓ *5G Media*
    - ✓ *ONE5G*
    - ✓ *5G INFIRE*

+ *Nous models de negoci originats pel 5G*

03

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
EL PROCÉS D'ESTANDARDITZACIÓ

Els **propers anys seran els de estandardització**, desplegament i validació del 5G però aquestes tecnologies estan en desenvolupament tant tècnic com estratègic des de finals de l'any 2015. Aquestes són algunes de les fites clau fins a dia d'avui:

2015

Primer *workshop* impulsat pel 3GPP*
Va comptar amb més de 550 assistents i més de 70 presentacions que van servir per establir les bases d'actuació dels següents 5 anys.

2016

Pla d'acció europeu per al desplegament de xarxes 5G
Iniciativa estratègica que afecta tots els grups d'interès, públics i privats, petits i grans, en tots els Estats membres, per afrontar el repte de fer que 5G sigui una realitat per a tots els ciutadans i empreses al 2020.

2017

Pla nacional 5G 2018-2020 pel Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital
Suposa el full de ruta per situar a Espanya entre els països més avançats en el desenvolupament d'aquesta tecnologia.

2018

Primera subhasta d'espectre a l'estat espanyol (banda de 3,6-3,8 GHz)**
L'estat va ingressarà un total de 1410,7 milions d'euros i les concessions tenen una vigència de 20 anys. Telefónica, Vodafone i Orange van ser les adjudicatàries de la subhasta.

* 3GPP (3rd Generation Partnership Project: Projecte Associació de Tercera Generació)
* *MasMovil també disposa d'espectre gràcies a l'adquisició d'un paquet de bandes freqüencials propietat d'Eurona.

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
EL PROCÉS D'ESTANDARDITZACIÓ

De la mateixa manera que la ITU ha definit els serveis que hauran de proporcionar les futures tecnologies 5G, també defineix una sèries d'indicadors de rendiment (KPI) que qualsevol tecnologia que vulgui ser homologada com a 5G haurà de complir.

En concret, el 3GPP treballa a partir d'una sèrie de iteracions, anomenades Releases, amb una periodicitat aproximada de 18 mesos. Així doncs la Release 15 serà la primera tecnologia considerada purament 5G i que serà enviada al comitè IMT-2020 per consideració durant el 2018. S'espera que la Release 16 sigui la versió del estàndard que sigui finalment certificada com a 5G per el IMT-2020 durant el 2020.

INTRODUCCIÓ AL 5G
EL PROCÉS D'ESTANDARDITZACIÓ

3GPP Release 15 i Release 16

Els *desplegaments comercials de la tecnologia 5G* estan condicionats pels temps marcats per la ITU i de la estandardització en el 3GPP.

Així doncs s'espera que el 5G es desplegui en 3 fases:

- Una primera fase, on encara es faran servir certs components de la xarxa 4G, estarà basada en una versió preliminar del Release 15 i es començaria a desplegar a finals de 2018.
- La primera versió completa de 5G, basada en Release 15, es podria començar a desplegar a finals del 2019
- La versió pròpiament dita de 5G, amb certificació IMT 2020 basada en la Release 16, es començaria a desplegar a partir del 2021.

Cal destacar però que molts factors afecten al desplegament d'una nova tecnologia mòbil i per tant les dates anteriors son temptatives. La línia de temps anterior es mostra a la figura.

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G

PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP EN FASE 1

L'Associació d'Infraestructura Públic Privada 5G PPP és una iniciativa conjunta entre la Comissió Europea i la indústria europea de les TIC (fabricants de TIC, operadors de telecomunicacions, proveïdors de serveis, pimes i institucions investigadores). El programa d'impuls tecnològic impulsat pel 5G PPP està segmentat en 3 fases diferents: recerca, optimització i assaigs a gran escala. Té com a principal objectiu desplegar el 5G a partir de 2020, ja que abans es requeriran recursos per a desenvolupar una sèrie de tecnologies innovadores, estàndards mundials i acords per a les bandes d'espectre rellevants.

El dia 1 de juliol de 2015, els projectes de la primera fase del 5GPPP van començar amb una reunió conjunta a París, França. Aquesta va ser una fita important per a aconseguir una inversió en recerca aplicada a tenir una infraestructura de comunicacions que doni resposta a les futures demandes.

Flex5Gware *
5G NORMA
METIS II
EURO 5G
SESAME *
Selfnet
CogNet
VIRTUWIND
5Gex
CHARISMA *
FANTASTIC 5 *
Coherent
sonata *
SUPERFLUIDITY
5G-Ensure
5GXCrosshaul * the integrated fronthaul/backhaul
mmMAGIC
Speed5G
5G-XHaul *

* Projectes amb participació d'universitats i centres de recerca catalans.

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP EN FASE 2

El llançament de la fase 2 de projectes 5G PPP va ser una fita important ja que representava un canvi d'enfocament per al programa de recerca. Els projectes de la fase 1 es van centrar en els fonaments tècnics focalitzant la recerca en l'estandardització del 5G.

En canvi, els projectes de la fase 2 estan més centrats a demostrar i validar desenvolupaments tecnològics integrant els casos d'ús de les indústries verticals més enllà telecomunicacions. Un exemple d'això és el domini de projectes enfocats a l'automoció, a més del nou grup de treball que s'ha format centrat en aquesta vertical.

A continuació es fa un detall d'aquells projectes impulsats pel 5G PPP que, d'una manera o una altra, tenen a veure amb la transformació digital de les ciutats a través del desplegament de xarxes i serveis 5G.

5G ESSENCE *
5G CAR *
5GCity *
5G MEDIA
Global 5G
5G-MONARCH
5G phos
5G-PICTURE *
5Gtango *
SAT 5G *
5G TRANSFORMER *
5G XCAST
5G blue SPACE *
IoRL
SLICENET *
MATILDA
Metro Haul *
NGpaas
NRG5
ONE 5G

* Projectes amb participació d'universitats i centres de recerca catalans.

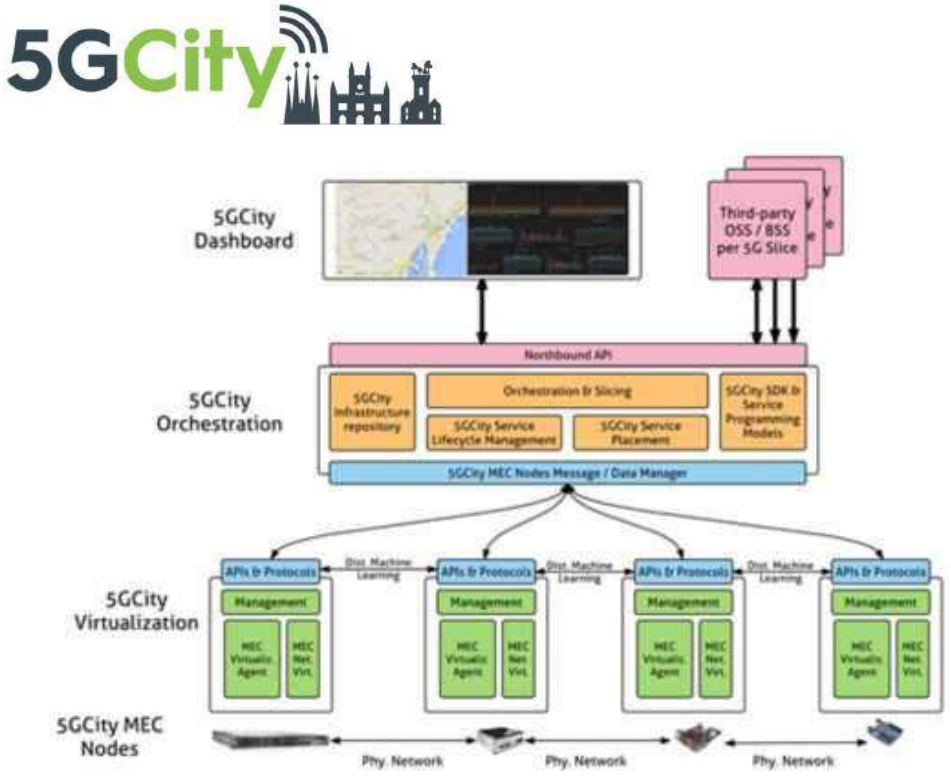
PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP

El 5G City:

5GCity dissenya, desenvolupa, desplega i demostra, en condicions operatives, una plataforma distribuïda de núvols i ràdio per als municipis i propietaris d'infraestructures que actuen com a amfitrions neutres 5G.

L'objectiu final de 5GCity és maximitzar el retorn de la inversió per a tota la cadena del mercat digital (usuaris, aplicacions, proveïdors en el núvol, és a dir, els propis municipis, proveïdors de telecomunicacions i proveïdors d'infraestructures).

Per a fer-ho, l'objectiu principal de 5GCity és construir i implementar una plataforma oberta comú que estén el model de núvol (centralitzat) a l'extrem de la xarxa, amb una demostració en tres ciutats diferents (Barcelona, Bristol i Lucca) i, d'aquesta manera, avançar en l'estat de la tècnica per resoldre els principals reptes de recerca oberts en el domini de virtualització basada en 5G, inclosa la perspectiva d'acollida neutral en entorns de desplegament durs com ara ciutats. D'aquesta manera, 5GCity dissenyarà, desenvoluparà, desplegarà i demostrarà, en condicions operatives, una plataforma distribuïda de núvols i ràdio per als municipis i propietaris d'infraestructures que actuen com a amfitrions neutres de 5G.



5GCity Functional Architecture
Font: 5GCity

El 5G MonArch:

El focus de 5G-MoNArch és sobre una arquitectura flexible, adaptable i programable per a 5G. El control inter-slice i la gestió de diversos dominis, la modelització i l'optimització orientades a l'experiment, la pila de protocols nativa habilitada per a núvols són solucions innovadores per a la xarxa en slices.

Els conceptes i els facilitadors es posen en pràctica a través d'implementacions de prototips, desplegant l'arquitectura ideada en dos tests (el port marítim d'Hamburg i la ciutat turística de Torí) que generen slices que inclouen les innovacions funcionals de la resistència de la xarxa i l'elasticitat dels recursos, respectivament.

Pel que fa al cas d'ús de Tori, basat en el turisme immersiu, el testbed es desplegarà a la ciutat turística de Torí, on hi ha un nombre constant de visitants presents durant tot l'any. La ubicació específica escollida per al desplegament de testbeds és Palazzo Madama, un dels edificis monumentals més representatius del Piemont, situat al centre de Torí. Actualment, el Palazzo Madama alberga el Museu d'Art Antic, les col·leccions inclouen més de 70.000 obres de l'edat mitjana al barroc: pintures, escultures, manuscrits il·luminats, ceràmica i porcellana, or i plataformes, mobles i teles que donen testimoni de la riquesa i complexitat de deu segles d'art italià i europeu.

L'objectiu final de la prova turística de la ciutat és millorar l'experiència de l'usuari dels turistes que visiten el Palazzo Madama. Al proporcionar als turistes les aplicacions de VR, podran obtenir més informació sobre la història i altra informació de l'edifici d'una manera interactiva. Donats els requisits específics d'aquest tipus d'aplicacions en termes de rendiment i latència, aquesta funcionalitat no es pot oferir sense 5G funcions desenvolupades per 5G-MoNArch com ara: (i) tallat en xarxa per proporcionar els requisits personalitzats necessaris per VR, (ii) MEC per satisfer els requisits de latència de les comunicacions tàctils, i (iii) l'elasticitat de recursos per satisfer tots aquests requisits de forma eficient.

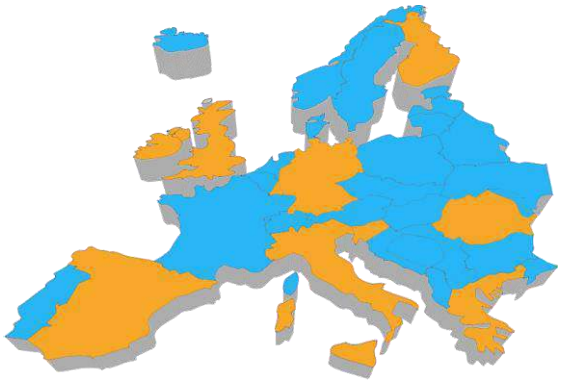
Font : 5GPPP

El 5G Matilda:

El projecte MATILDA preveu dissenyar i desenvolupar un marc integral que suporta una estreta interconnexió entre el desenvolupament d'aplicacions preparades per a 5G, la creació de la xarxa necessària sota demanda i la infraestructura computacional en forma de llesca de xarxes d'aplicació i la activació dels mecanismes de xarxa adequats per al suport de les aplicacions verticals de la indústria.

Entre els diferents casos d'ús tipificats dins el projecte, destaca per a entorns urbans el basat en enllumenat intel·ligent per a Smart Cities. Aquest cas utilitza un servei de Smart City proporcionat per Orange Romania basat en un middleware desenvolupat per als serveis de ciutats intel·ligents. El servei considerat a MATILDA es refereix a un sistema d'il·luminació intel·ligent. El sistema d'il·luminació intel·ligent és una aplicació intel·ligent de la ciutat que funciona amb una xarxa de LoRaWAN, i millora l'empresa d'il·luminació de la ciutat per gestionar i mantenir fàcilment tots els pols d'il·luminació d'una ciutat i aconseguir una reducció del consum energètic fins al 70% quan es combina amb el ple Llums LED.

La plataforma middleware recopila, emmagatzema i assegura les dades dels controladors per tal que s'utilitzin més tard per mitjà d'API obertes per qualsevol altra aplicació. Es realitzarà en MATILDA el desplegament i l'orquestració del gràfic general d'aplicació de la xarxa consistent en els components de l'aplicació, així com els VNF requerits, que permeten complir amb els requisits de rendiment, requisits de seguretat, fallades per mantenir la connectivitat, l'anàlisi i la decisió complexa. i els requisits d'escalat de les aplicacions, tot permetent i explotant l'accés 5G. D'aquest cas d'ús es preveu una demostració en un entorn operatiu a la ciutat d'Alba Iulia a Romania..



Font : 5GPPP

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP

El 5G CAR:

Els objectius principals dins del projecte 5GCAR són desenvolupar una arquitectura de sistema general de 5G que proporcioni una connectivitat de xarxa V2X optimitzada per a serveis de V2X de gran latència i de baixa latència, que admet la seguretat i la privadesa, gestiona la qualitat del servei i proporciona una gestió del flux de trànsit en un sistema multi-RAT i multi -enllaç de comunicació V2X.

- Interworking de multi-RAT que permeten incrustar solucions de comunicació existents i noves solucions de 5G V2X.
- Desenvolupar una interfície sidelink eficient, segura i escalable per a comunicacions V2X de baixa latència i alta fiabilitat.
- Proporcionar 5G tècniques de posicionament amb ràdio per a usuaris de carreteres vulnerables i vehicles per augmentar la disponibilitat de localització molt precisa.
- Identificar models de negoci i alternatives d'ús de l'espectre que admetin una àmplia gamma de serveis 5G V2X.
- Demostrar i validar els conceptes desenvolupats i avaluar els beneficis quantitatius de les solucions 5G V2X utilitzant escenaris automàtics de conducció en llocs de prova.

Font : 5GPPP

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP

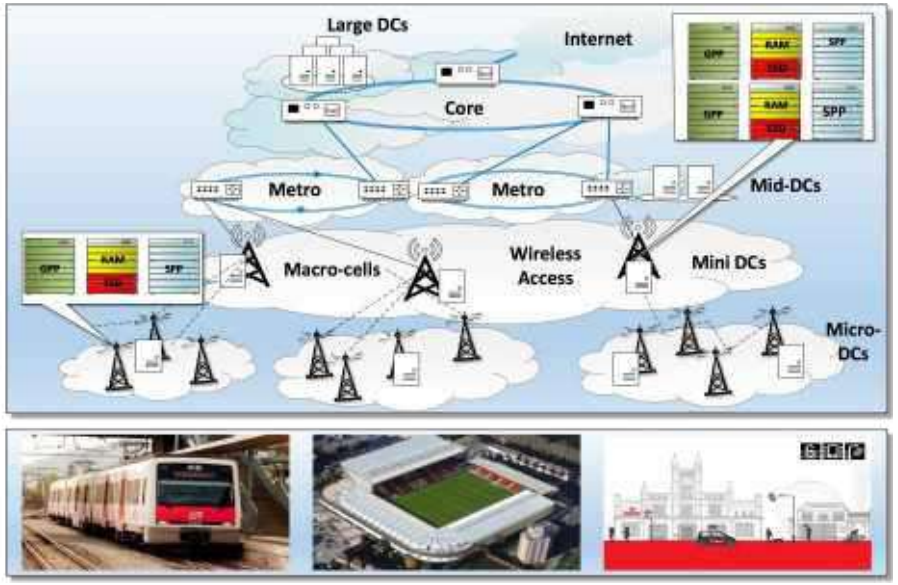
El 5G Picture:

El creixement explosiu del tràfic d'Internet mòbil introdueix la necessitat de transformar les infraestructures de xarxa tradicionals tancades, estàtiques i inelàstiques, en ecosistemes oberts, escalables i elàstics que donen suport a nous tipus de connectivitat, alta mobilitat i nous serveis crítics per a operadors, proveïdors i indústries verticals. 5G-PICTURE desenvoluparà i demostrarà una infraestructura de fronthaul i backhaul convergents que integren solucions avançades de xarxes òptiques i inalàmbriques.

5G-PICTURE explotarà divisions funcionals flexibles que es poden seleccionar dinàmicament, per optimitzar l'eficiència dels recursos i l'energia. La "desagregació de recursos" permet desacoblar aquests components, creant un "grup de recursos" comú que es pot seleccionar de forma independent i assignar-se a la demanda per compondre qualsevol servei d'infraestructura.

Això permetrà l'aprovisionament de qualsevol servei mitjançant la combinació flexible de recursos de xarxes, càlculs i emmagatzematge, sense sacrificar el rendiment i l'eficiència com és el cas en les solucions basades en NFV actuals. Per validar aquestes capacitats, 5G-PICTURE demostrarà els serveis fronthaul i backhaul convergents entre d'altres en:

- un entorn de ciutat intel·ligent.
- una prova experimental de ferrocarril 5G que mostra un subministrament de serveis sense fissures i una gestió de la mobilitat en entorns mòbils d'alta velocitat.
- un estadi amb una densitat d'usuari ultra alta, que dóna suport als serveis multimèdia.



5GPicture Functional Architecture
Font: 5G Picture website

Font : 5GPPP

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP

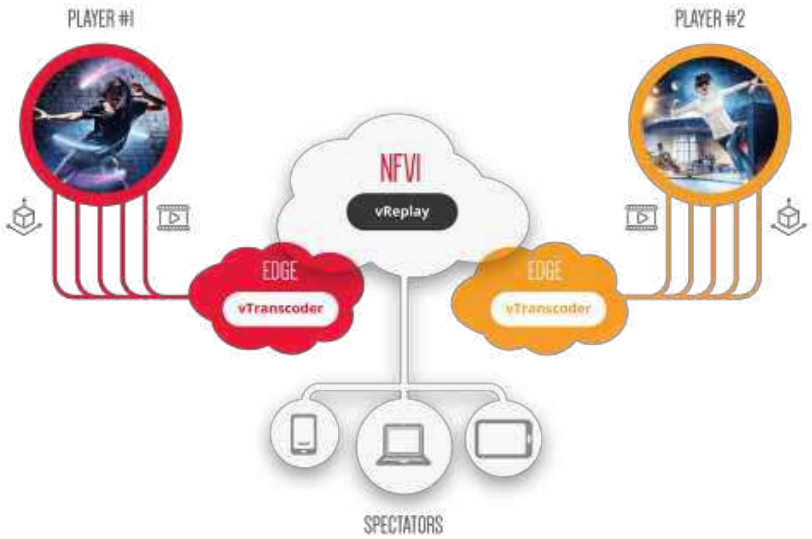
El 5G Media:

El projecte 5G-MEDIA té com a objectiu innovar les aplicacions relacionades amb els mitjans investigant com aquestes aplicacions i les xarxes subjacents 5G s'han d'unir i interconnectar en benefici d'ambdós: garantir que les aplicacions assignin els recursos necessaris per oferir una alta qualitat d'experiència i, per tant, la xarxa no està desbordada pel trànsit multimèdia.

5G-PICTURE explotarà divisions funcionals flexibles que es poden seleccionar dinàmicament, per optimitzar l'eficiència dels recursos i l'energia. La "desagregació de recursos" permet desacoblar aquests components, creant un "grup de recursos" comú que es pot seleccionar de forma independent i assignar-se a la demanda per compondre qualsevol servei d'infraestructura.

Això permetrà l'aprovisionament de qualsevol servei mitjançant la combinació flexible de recursos de xarxes, càlculs i emmagatzematge, sense sacrificar el rendiment i l'eficiència com és el cas en les solucions basades en NFV actuals. Per validar aquestes capacitats, 5G-PICTURE demostrarà els serveis fronthaul i backhaul convergents entre d'altres en:

- un entorn de ciutat intel·ligent.
- una prova experimental de ferrocarril 5G que mostra un subministrament de serveis sense fissures i una gestió de la mobilitat en entorns mòbils d'alta velocitat.
- un estadi amb una densitat d'usuari ultra alta, que dóna suport als serveis multimèdia.



Exemple de desplegament amb 5G Media
Font: 5G Media website

Font : 5GPPP

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP

El ONE5G:

El projecte 5G-MEDIA té com a objectiu innovar les aplicacions relacionades amb els mitjans investigant

Tretze innovadors de telecomunicacions líders han unit esforços per avançar en el desenvolupament de noves tecnologies de ràdio per a 5G (5G New Radio - 5G NR). El projecte europeu de recerca ONE5G * se centra a potenciar la capacitat de les xarxes mòbils, millorar la seva eficiència energètica i permetre una varietat de nous casos d'ús vertical en denses zones urbanes (així com en entorns rurals).

L'objectiu del projecte de dos anys és:

- Proposar 5G NR extensions per a la normalització que permeten serveis sense fils d'alt rendiment i de baix cost en 'Megacities' (p. Ex. entorns urbans densos amb requisits molt heterogenis i "Àrees no reservades", p. menys poblats i amb requisits relativament homogenis).
- Per desenvolupar tecnologies i millores avançades de 5G, més enllà la release 15 de 3GPP, que lliurarà el primer conjunt de normes 5G el 2018. Aquestes tecnologies avançades inclouen esquemes d'accés a prova de futur, avançaments avançats de habilitadors MIMO i gestió d'enllaços.
- Per oferir sistemes d'optimització de rendiment 5G NR per a la implementació i el funcionament de la xarxa amb un enfocament en l'experiència de rendiment millorada per a tots dos, l'operador de xarxa i l'usuari E2E;
- Identificar i millorar els elements de conducció de costos en els desplegaments i les operacions per tal de permetre la prestació sostenible de serveis sense fils en àrees subdesenvolupades en circumstàncies limitades.

Font : 5GPPP

PROCÉS DE TRANSICIÓ CAP EL 5G
PROJECTES IMPULSATS A EUROPA PEL 5GPPP

5G INFIRE: cas d´ús de videovigilància.

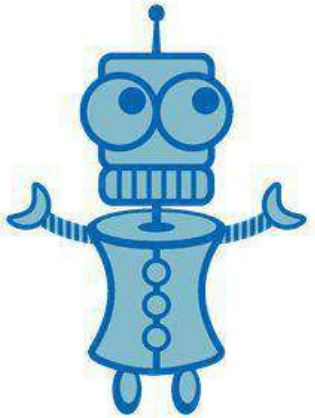
Un dels casos d'ús dins el projecte és plataforma de vigilància robòtica sense fils "RobotView", que permet la vigilància de vídeo en temps real mitjançant WiFi i xarxes mòbils a partir de robots controlats remots, avions i altres dispositius de control de video.

La plataforma està dissenyada per a la policia, la seguretat i les forces de rescat que permeten la vigilància i el funcionament en llocs perillosos per als éssers humans. En temps de major riscos de seguretat, RobotView pot salvar la vida dels agents permetent-los que enviïn un robot o avioneta i que mireu de manera remota el vídeo de les càmeres instal·lades en temps real.

El sistema està en fase de proves ara i en l'experiment hem volgut provar els paràmetres de codificació i transmissió per sintonitzar-los per utilitzar-los en diversos escenaris de control de video.

El cor de la plataforma RobotView és el processador de vídeo adaptatiu (AVP). L'AVP és capaç de canviar els paràmetres de codificació i transmissió del vídeo. El controlador de l'AVP rep informació relacionada amb QoE, l'estat de l'enllaç de xarxa, la disponibilitat de recursos locals per a la codificació de vídeo i l'entrada de l'usuari des de l'aplicació de seguretat. Basant-se en aquestes dades, decideix quins codis i perfils de transmissió hauria d'utilitzar AVP per millorar el QoE i, per tant, la facilitat d'ús del vídeo de vigilància, en les condicions canviants de les xarxes sense fils.

En la nostra implementació actual, l'aplicació central de seguretat proporciona capacitats d'anàlisi de video QoE, tot i que, aprofitant la tecnologia 5G, volem distribuir l'anàlisi de video QoE als nodes de vora. Hem provat això dins del nostre experiment.



Font : 5GPPP

NOUS MODELS DE NEGOCI

+ *Nous models de negoci originats pel 5G*
  - ✓ *IOT: massive MTC*
  - ✓ *Monetització dels operadors 5G – orígen d'ingressos*
  - ✓ *Tipus de servei vs. Casos d'ús.*
  - ✓ *Verticals d'aplicació del 5G*

04

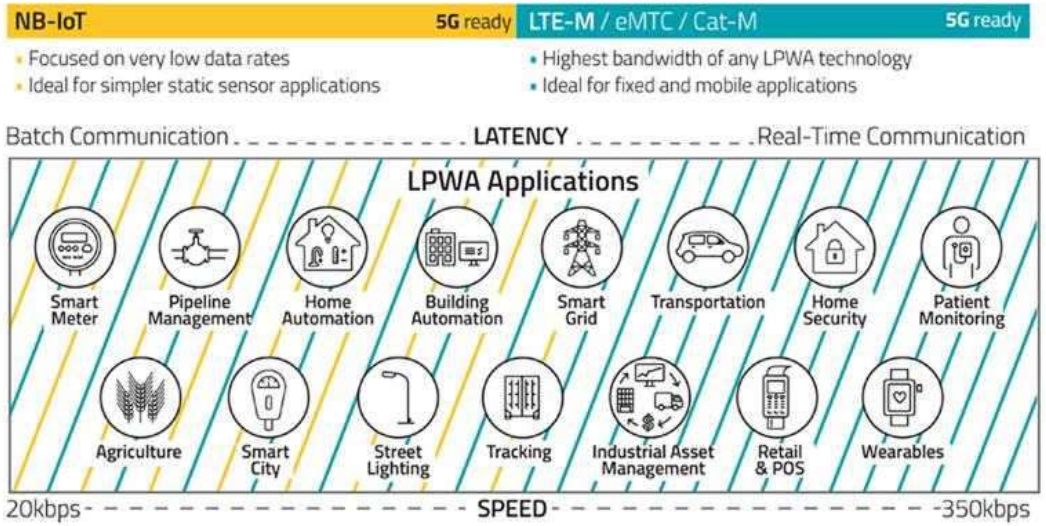
NOUS MODELS DE NEGOCI
IOT: MASSIVE MTC

Impacte de 5G en IoT: Massive MTC

L'impacte de 5G en les tecnologies IoT està avui encara en un estat preliminar. L'estat de l'art en tecnologies IoT està avui definit per les tecnologies Narrow Band IoT (NB-IoT) i LTE-M, proposades pel 5GPPP, o les tecnologies LoRa i SIGFOX, que son alternatives al 5GPPP en bandes no llicenciades. Totes aquestes tecnologies es coneixen com a tecnologies Low Power Wide Area Network (LP-WANs), i cadascuna ofereix un compromís diferent en el trinomi "abast - velocitat de transmissió - consum energètic del dispositiu".

Les tecnologies LPWAN a dia d'avui ja ofereixen prestacions interessants en el trinomi anterior, i s'espera que serveixin de catalitzadores en per l'adopció de IoT en dispositius de baix consum. La primera versió de 5G IoT que anirà més enllà de les tecnologies LPWAN s'espera que s'acabi de definir amb la Release 16 de 3GPP a finals de 2019 i que els primers desplegaments els veiem a partir de 2021. S'espera que 5G aporti a IoT innovacions, entre d'altres, en els següents aspectes:

- **Millora de la capacitat en nombre de dispositius**. Un dels indicadors claus en IMT 2020 és suportar densitats de connexions de més d'un milió de dispositius per quilòmetre quadrat. Aquest indicador fa referència implícitament a dispositius IoT que transmeten volums de dades petits en enllaç de pujada, però tot i així dista molt de les densitats de connexions que es poden proporcionar amb les tecnologies LPWAN actuals. Per tant un aspecte clau que es desenvoluparà en 5G, és la capacitat de suportar una quantitat molt més elevada de dispositius, sense incrementar la complexitat dels dispositius IoT, on el preu és un factor clau. Així doncs s'espera que 5G incorpori tècniques de processat de senyal avançades en les estacions base, que permetran descodificar les senyals de varis dispositius IoT en el cas de col·lisió.

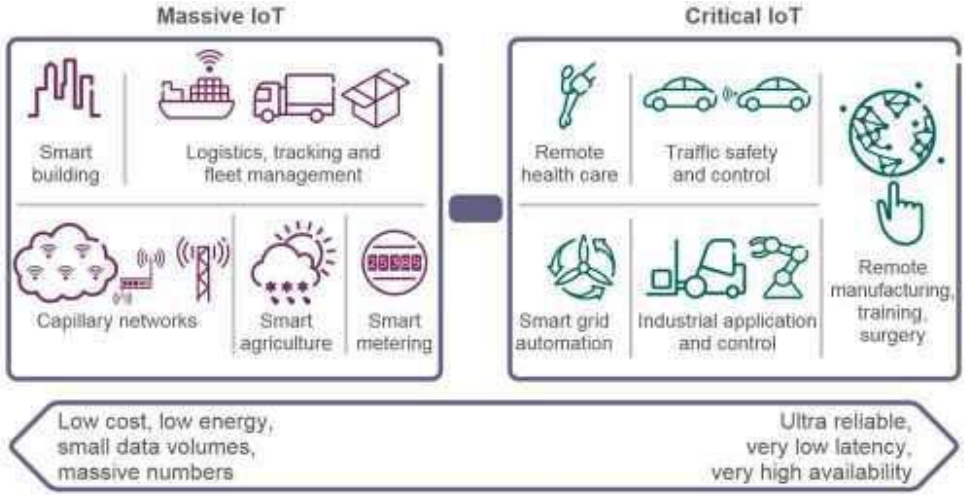


Comparativa entre les tecnologies LPWAN de banda llicenciada NB-IoT i LTE-M. Font: Sierra Wireless: What is LPWA for the Internet of Things? Part 3: A Guide to Decoding the Technologies

NOUS MODELS DE NEGOCI
IOT: MASSIVE MTC

Impacte de 5G en IoT: Massive MTC

- **Tracking precís de dispositius IoT**. El tracking o localització de dispositius és una funcionalitat clau en molts casos d'ús relacionat en IoT. És per això que tecnologies com NB-IoT, LoRa o SIGFOX ja disposen de funcions de tracking que a dia d'avui poden donar resolucions d'entre 50 i 100 metres [REF 9]. Hi ha un repte inherent en proporcionar localització precís amb tecnologies que fan servir amples de banda reduïts, com és el cas de les tecnologies LPWAN, ja que la manera més eficient d'estimar posició és estimar el retard introduït per el canal ràdio i això requereix amples de banda grans. No obstant, 5G en la seva Release 16 està plantejant requeriments de posicionament per a dispositius agrupats en tres classes: i) < 10 metres en interiors i exteriors, ii) < 3 metres en exteriors, i iii) < 0.3 metres en exteriors. S'espera que almenys el servei de posicionament amb precisions de fins a 10 metres estigui disponible per als dispositius IoT.



Diferència de requeriments entre IoT Massiu i IoT Crític. Font: Article a TechTarget – IoT Agenda Putting the M and the C into 5G cellular IoT

- **Nous serveis de missatgeria destinats a IoT**. Quan les primeres tecnologies M2M o IoT es van començar sobre xarxes 2G, un dels serveis que es va fer servir per IoT va ser el servei de SMS, ja que permetia intercanviar missatges breus que eren apropiats per a la comunicació entre màquines. S'espera que 5G Release 16 especifiqui nous serveis de missatgeria, que els operadors puguin posar a disposició dels desenvolupadors d'aplicacions IoT, els quals ofereixin de manera nativa funcionalitats com molt baixa latència i alta fiabilitat, mínim consum de bateria, comunicacions de grup, o comunicacions en mode multicast o broadcast.

- **Serveis específics per a verticals IoT.** A més de millores genèriques per a dispositius IoT, també s'està estudiant com 5G pot aplicar-se a verticals específics, com per exemple l'aplicació de 5G per a la identificació de drons, o l'aplicació de 5G per a comunicacions en entorns ferroviaris.

NOUS MODELS DE NEGOCI
MONETITZACIÓ DELS OPERADORS 5G

Monetització de la inversió dels operadors en 5G

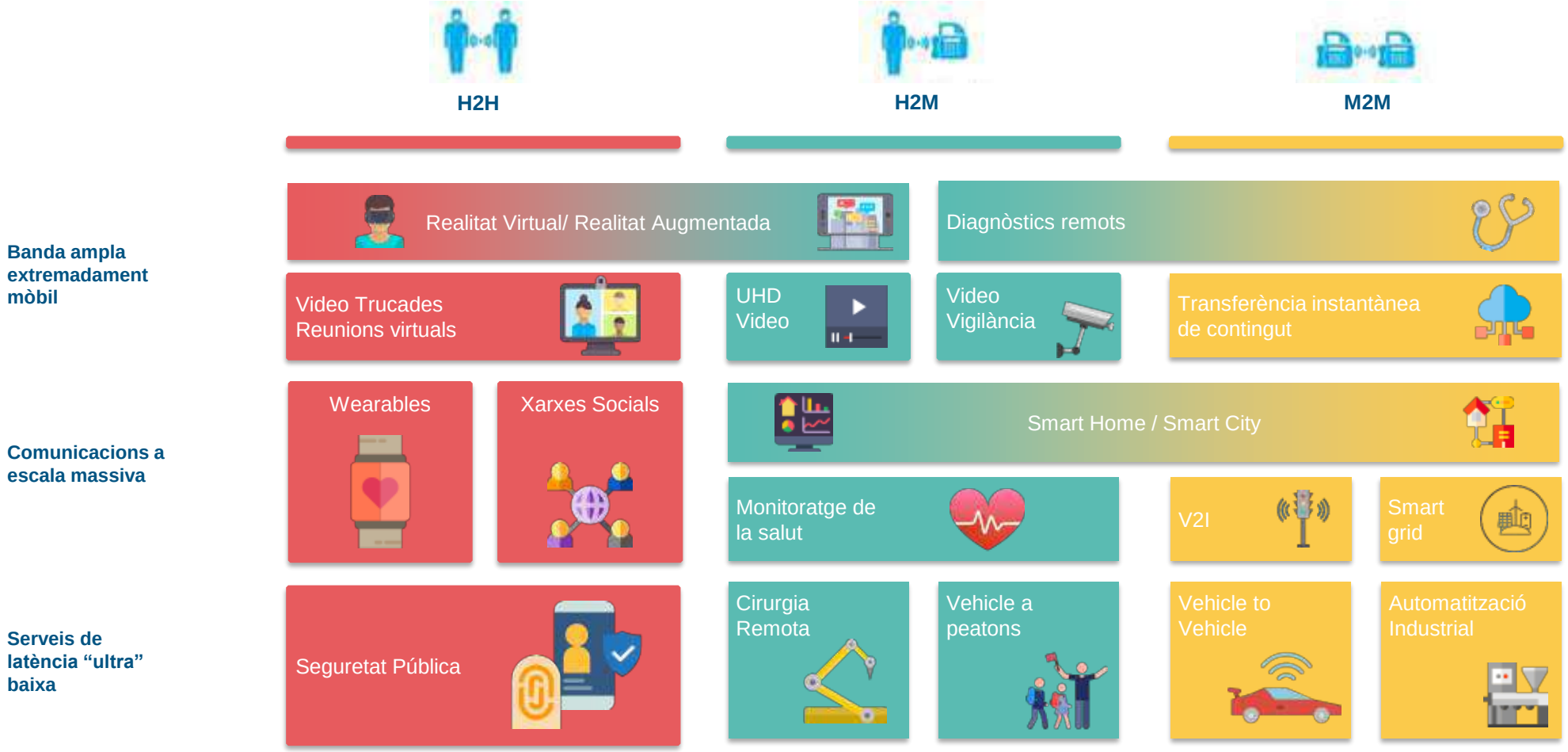
Finalment, i referent al segon principi de disseny del 5G, la figura 5 ens mostra una enquesta realitzada per la GSMA a 750 operadors arreu del món. Davant la pregunta de quin és segment que cada operador considera més important de cara a monetitzar la inversió en 5G, el 69% dels operadors consideren que el segment més important és el segment Enterprise o B2B. Això confirma el canvi de paradigma que la indústria del mòbil està buscant amb 5G, i posa sobre la taula un repte tècnic molt important que és el de poder oferir, amb una sola xarxa 5G, un servei customitzat a diferents verticals.

Previsió d'orígens dels futurs ingressos dels operadors en 5G

Font: New incremental revenue opportunities in 5G to come from the enterprise segment. From "GSMA, Network Slicing, Use Case Requirements. April 2018"

NOUS MODELS DE NEGOCI
TIPUS DE SERVEI VS. CAS D'ÚS

Durant els propers anys milers de milions de dispositius amb múltiples funcionalitats seran connectats a la xarxa gràcies a les tecnologies 5G. Aquesta serà la relació que tindrem amb ells en funció de la tipologia de servei que sigui necessari en funció de cada cas d'ús específic.

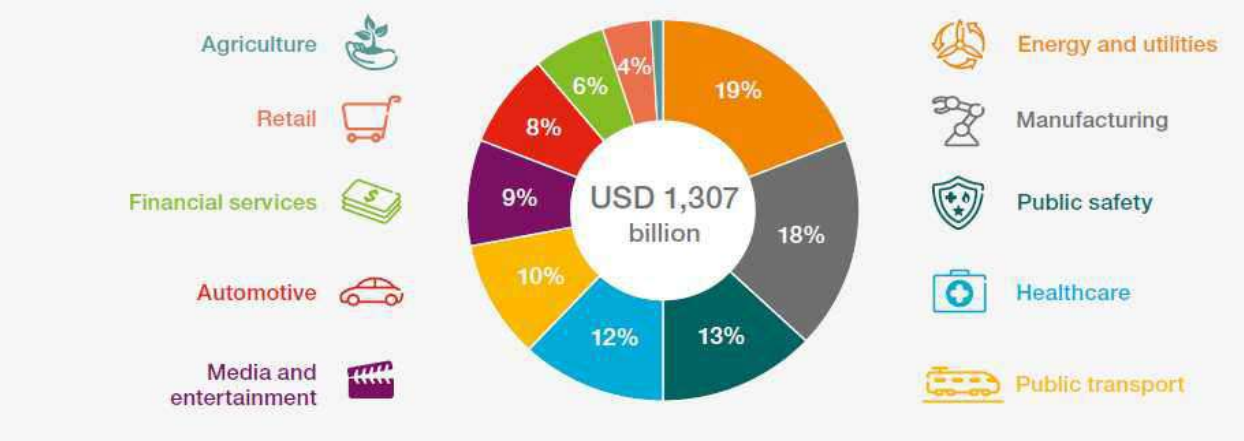


Verticals d'aplicació del 5G

Periòdicament, en intervals de 5 a 10 anys, la indústria de les telecomunicacions introdueix una nova generació de tecnologia sense fils que promet canviar-ho tot. 5G apunta, en aquest sentit, cap aquesta direcció.

Si les prediccions són certes, l'emergent estàndard sense fils d'alta velocitat conegut com 5G podria tenir el mateix impacte que l'impremta, l'electricitat, la màquina de vapor, el telègraf o Internet. Cal preguntar-se doncs per què 5G serà tan disruptiu.

A diferència de les tecnologies mòbils adoptades fins ara, s'espera que 5G transformi radicalment tant els sectors públics com industrials. A continuació es recullen les principals àrees que es veuran beneficiades per l'impacte d'aquestes tecnologies. Alguns casos d'ús seran analitzats en el capítol 3 del present document.



QUESTIONS AND ANSWERS

XAV IER NUÑEZ

5G SENIOR BUSINESS DEVELOPER

FUNDACIÓ I2CAT

xavier.nunez@i2cat.net

+34655486469

@xavin76

05

GRÀCIES!

ISACA Barcelona Chapter

Xavier Nuñez
V2.0
12 de Març de 2019