



Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma

Fondazione
Ordine Ingegneri
Roma



GNSS Assistito da reti NTN per Posizionamento Globale

- Ing. Roberto Capua, Presidente della Commissione Navigazione Satellitare (GNSS)
- Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Zero Emission Mediterranean Trends & Expoforum, Roma 15/5/2026

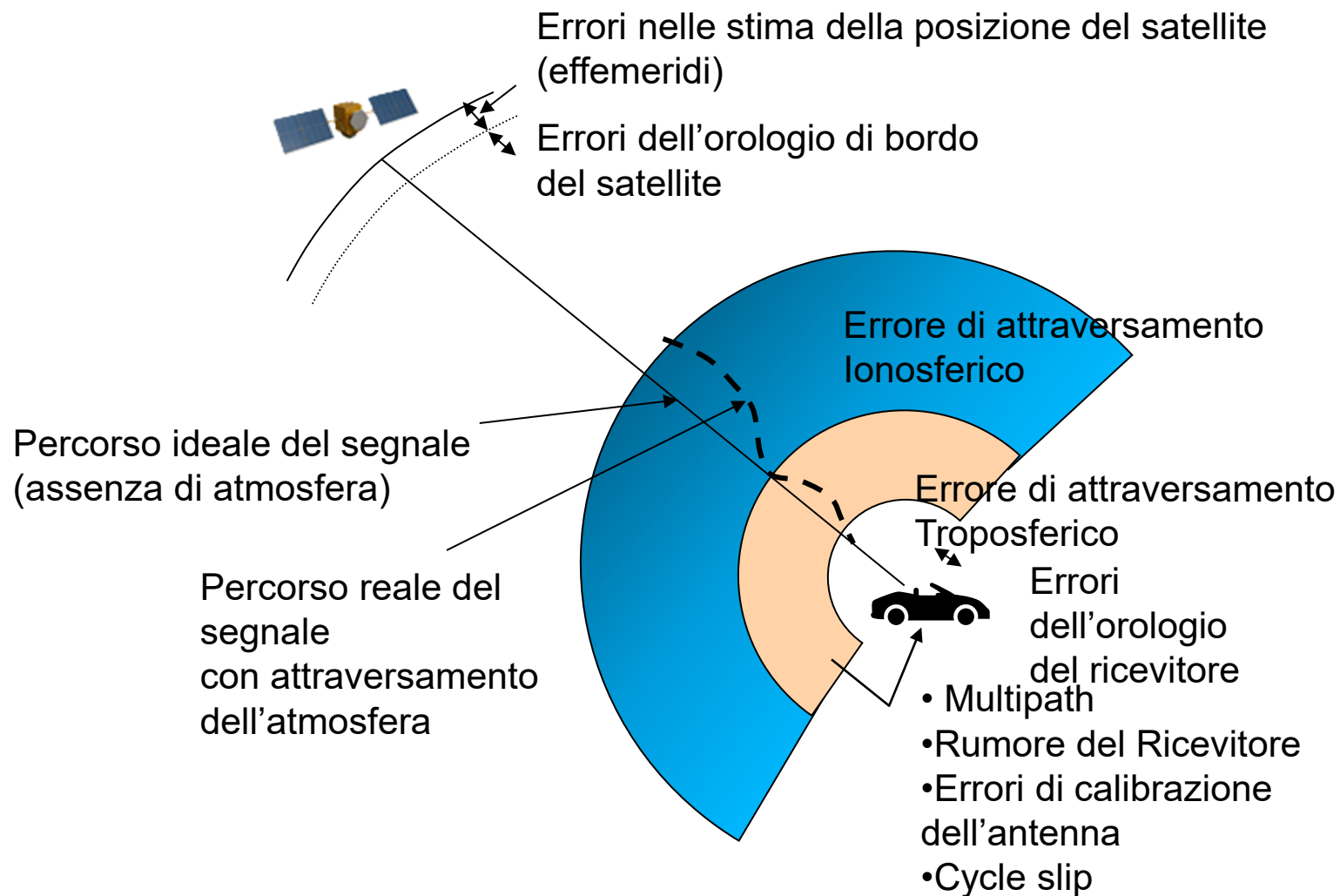


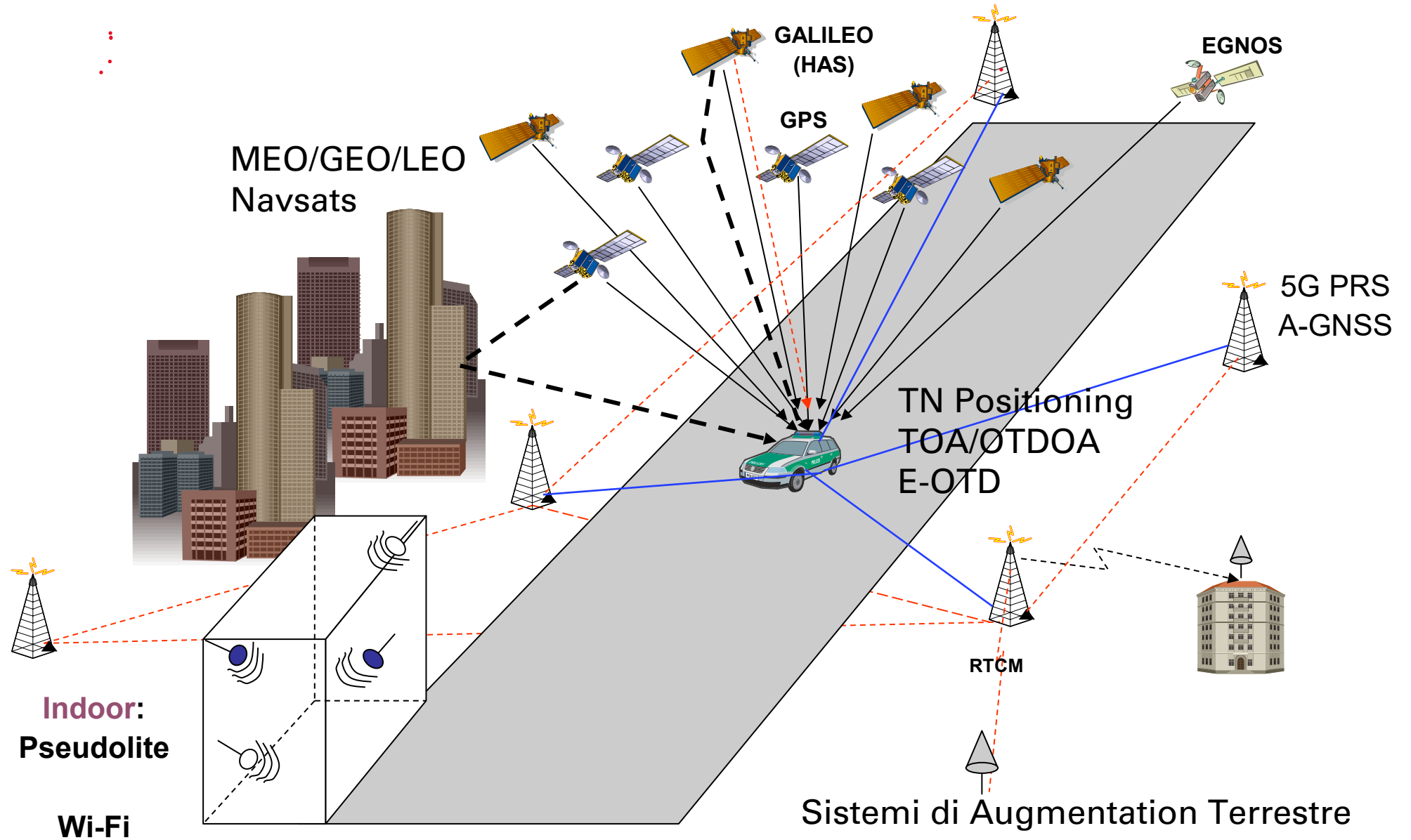
Antonio Franchi, Head of 5G/6G NTN Programme Office, ESA

*“The satellite community’s proactive engagement in 3GPP has already led to the inclusion of NTN since Release 17, driving the active endorsement of NTN by terrestrial stakeholders and a wide range of verticals. From this baseline, industry must now focus on the development of **flexible, resilient technology solutions that are cost-effective, secure, providing global coverage, freely scalable and energy efficient, by extending the presence of NTN in 3GPP, including all satellite frequency bands, broadband and narrowband services, with transparent and regenerative satellite payloads.**”*



Gli Errori del posizionamento GNSS







Posizionamento con Sistemi 5G

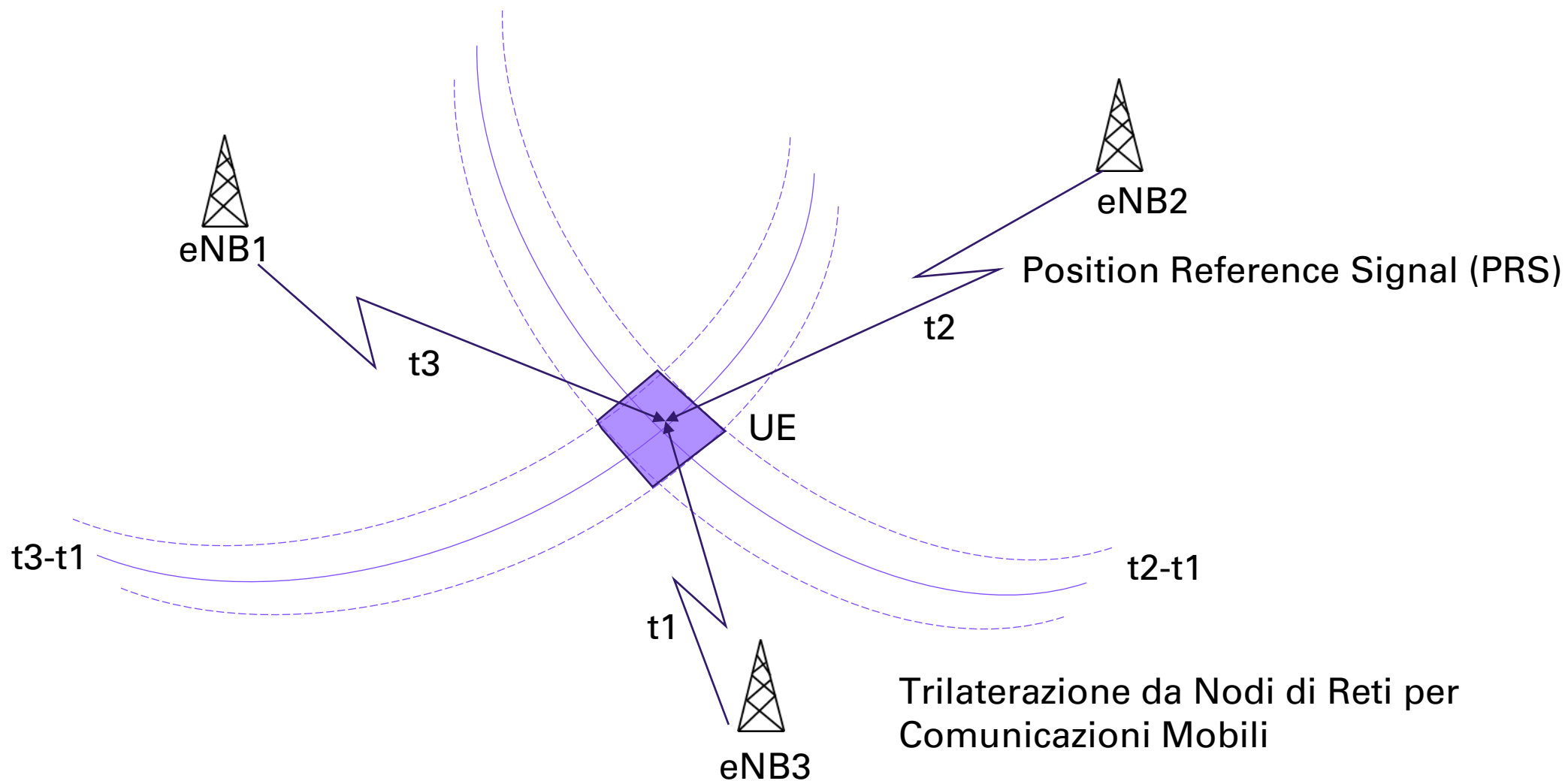




Table 1: 3GPP Summary of Positioning Methods (TS38.305)

Method	UE-based	UE-assisted, LMF-based	NG-RAN node assisted	SUPL ^{*8}
A-GNSS	Yes	Yes	No	Yes
OTDOA ^{*1, *2}	No	Yes	No	Yes
E-CID ^{*4, *7}	No	Yes	Yes	Yes for E-UTRA
Sensor	Yes	Yes	No	No
WLAN	Yes	Yes	No	Yes
Bluetooth	No	Yes	No	No
TBS ^{*5}	Yes	Yes	No	Yes (MBS)
DL-TDOA	Yes	Yes	No	Yes
DL-AoD	Yes	Yes	No	Yes
Multi-RTT	No	Yes	Yes	Yes
NR E-CID	No	Yes	Yes	Yes (DL NR E-CID)
UL-TDOA	No	No	Yes	Yes
UL-AoA	No	No	Yes	Yes

*1: This includes TBS positioning based on PRS signals.

*2: In this version of the specification only OTDOA based on LTE signals is supported.

*3: Void

*4: This includes Cell-ID for NR method when UE is served by gNB.

*5: In this version of the specification only for TBS positioning based on MBS signals.

*6: Void

*7: Enhanced Cell ID based on LTE signals.

*8: This shows whether the positioning method is supported by SUPL ULP.

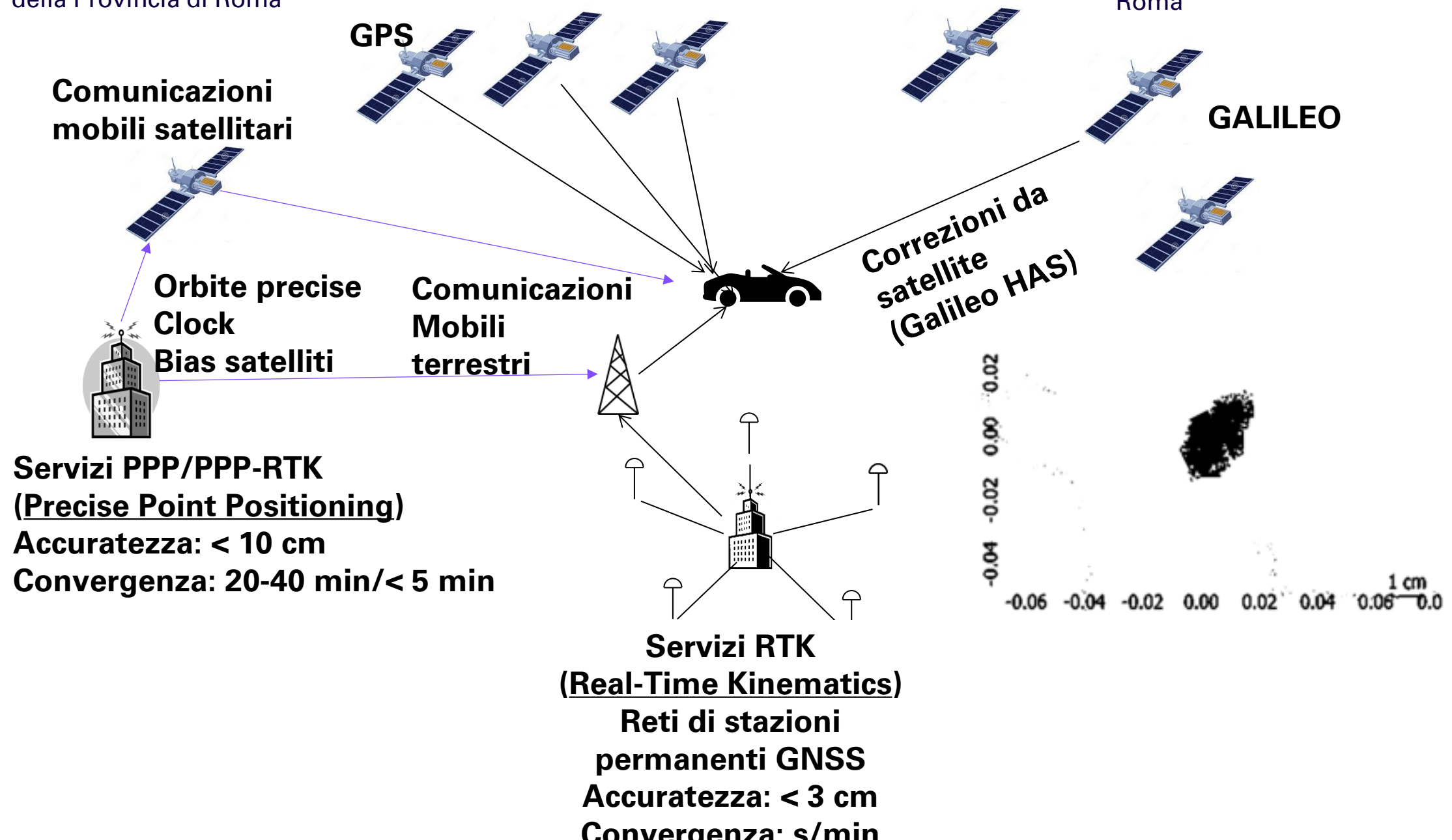


Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Roma

Fondazione
Ordine Ingegneri
Roma



Sistemi di Posizionamento GNSS di precisione





Evoluzione dei Sistemi di Posizionamento Terrestre

1 G

**Applications: intelligent
vehicle highway,
emergency services**
Methods: TDOA, AOA

2 G

Applications: Emergency Calls
Methods: AGPS, TDOA, AOA

3 G

Applications: Emergency Calls
**Methods: AGPS, TDOA, AOA,
CID, TA, ULTOA, EOTD, RFPM**

A-GPS (3GPP Rel.7)
A-GNSS (Rel. 9)

EU-US LCS

4 G

**Methods: Positioning
Reference Signals (PRS),
E-CID, ORDOA, UTD OA**

5 G

PRS



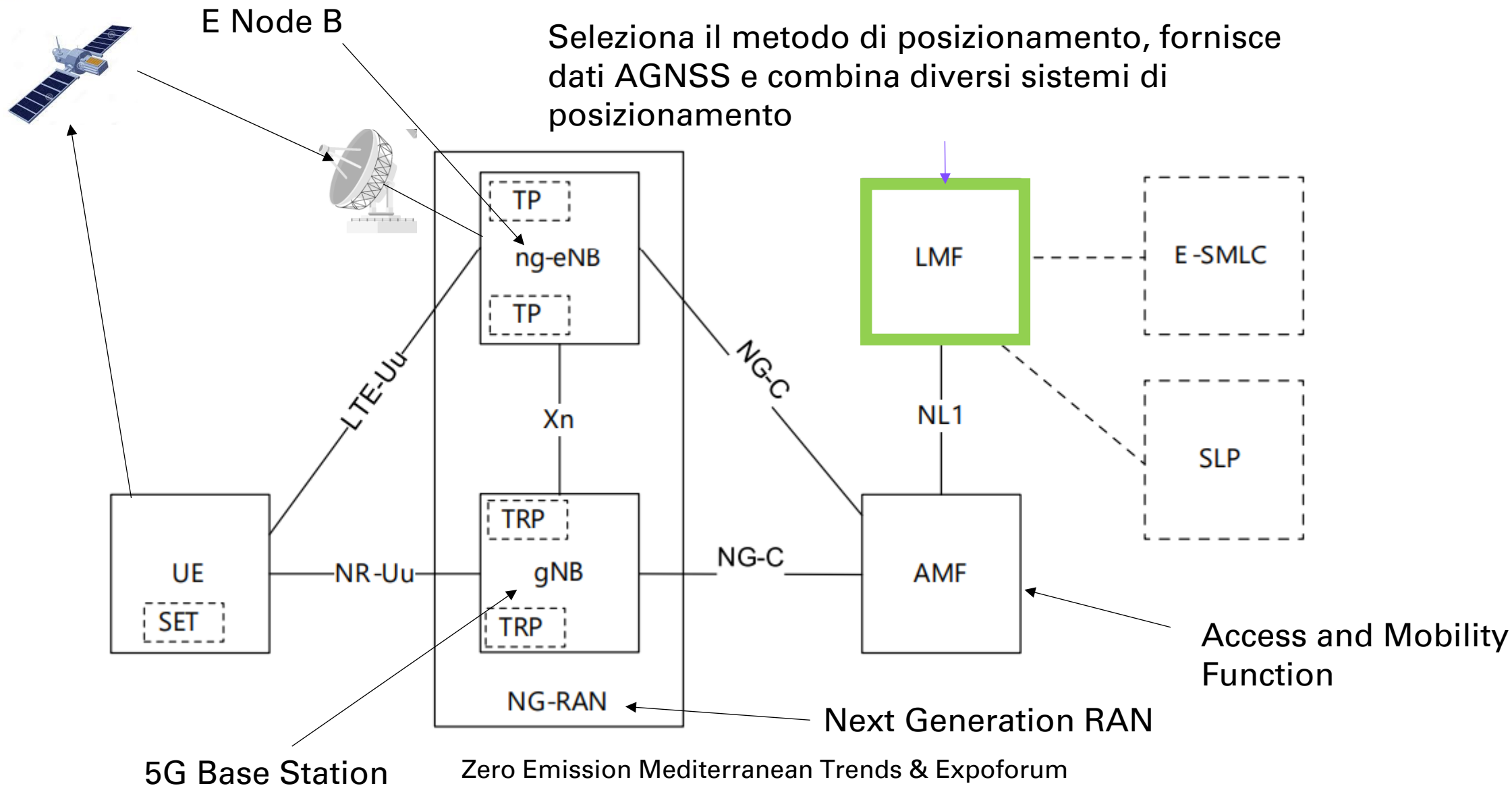
Sviluppo dei Sistemi di Posizionamento in ambito ETSI

- Le precedenti funzionalità del 3GPP (ad esempio LTE/EPC) hanno definito le funzioni **AGNSS** (ritrasmissione di effemeridi ed errori di orologio, correzioni) per aiutare gli utenti GNSS a ridurre il tempo di acquisizione del primo fix o la precisione di posizionamento
- La Release 16 ha introdotto il posizionamento multi-cella/a cella singola e basato sul dispositivo. È stato introdotto il PRS (Positioning Reference Signal), che verrà utilizzato da diverse tecniche di posizionamento 5G, tra cui Roundtrip Time (RTT), Angle of Arrival/Departure (AoA/AoD) e Time Difference of Arrival (TDOA).
- La versione 17 ha introdotto:
 - **Posizionamento indoor** preciso per l'IoT industriale
 - Assistenza in tempo reale per i **messaggi di integrità**



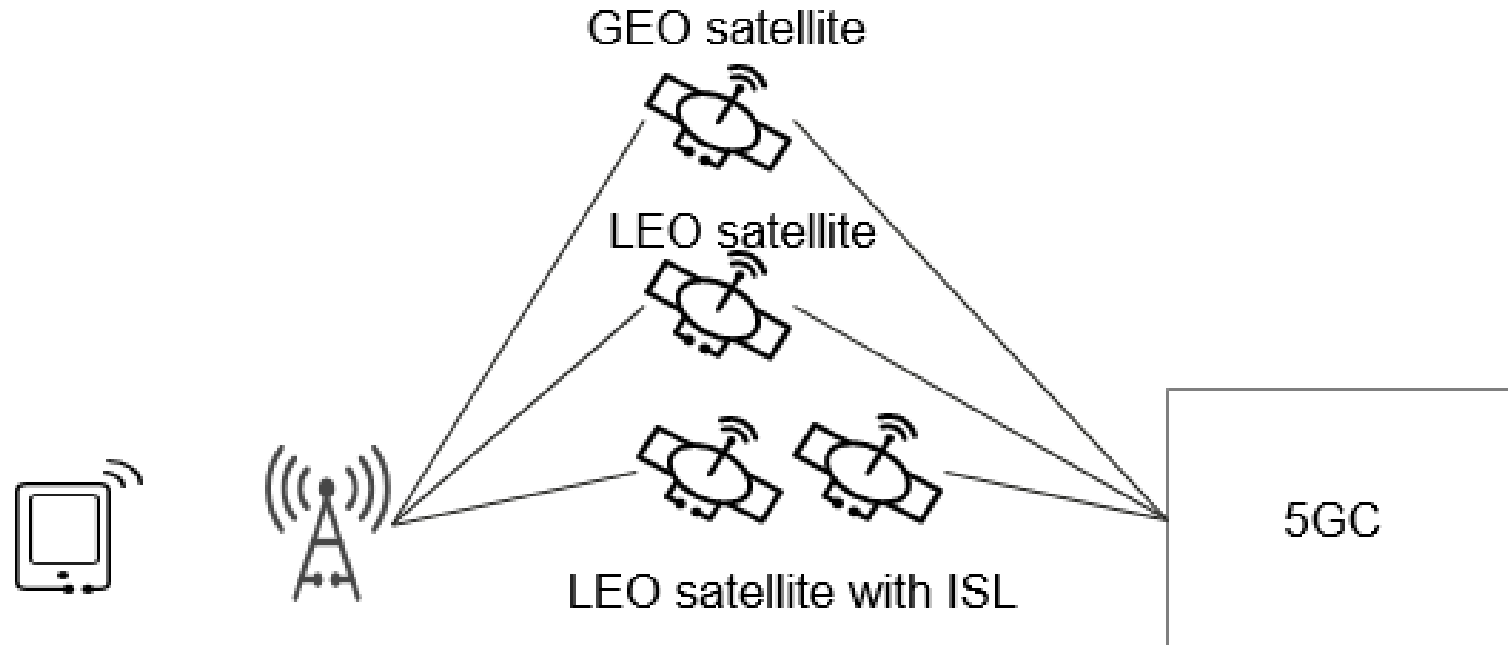
Nuove Funzionalità introdotte nella Rel. 18 ETSI

- Supporto ai servizi di localizzazione in un'area locale
- Raccolta e fornitura di dati di assistenza GNSS
- Supporto delle unità di riferimento di posizionamento
- Continuità del servizio di localizzazione in caso di mobilità dell'UE
- Posizionamento **a bassa potenza e alta precisione**
- Posizionamento **sidelink** (posizionamento cooperativo tramite scambio di informazioni tra utenti vicini, richiesto dal settore automobilistico)
- Posizionamento per UE **RedCap** (a capacità ridotta) (richiesto dall'**IoT**)
- Trasmissione del segnale di posizionamento tramite piano utente





NTN, GEO e backhaul tramite satelliti LEO



- Controllo della qualità del servizio (QoS) tramite backhaul satellitare dinamico.
- Elaborazione a bordo dei satelliti per abilitare l'Edge Computing



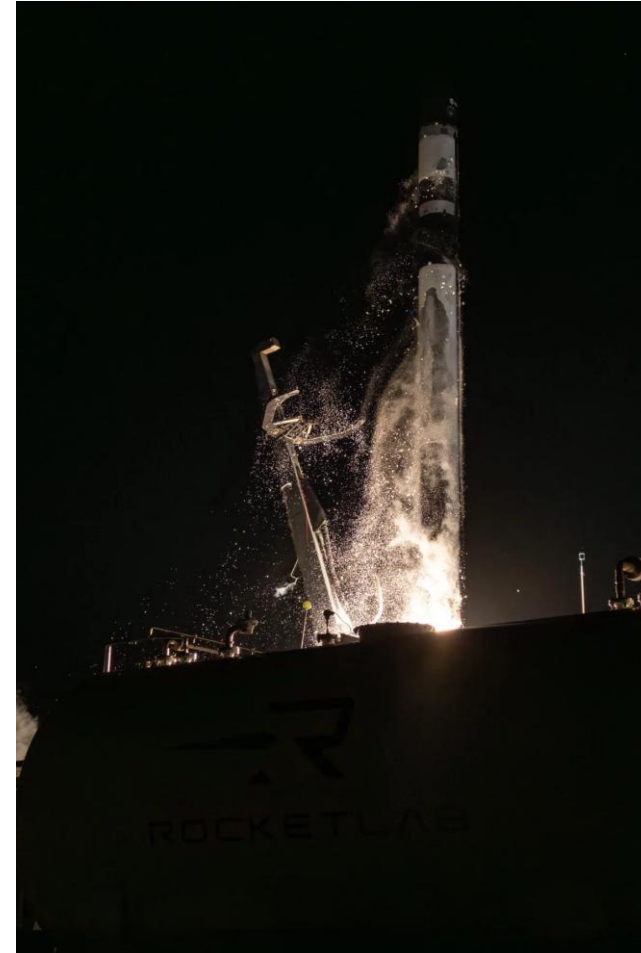
Vantaggi e svantaggi di LEO-PNT

- Vantaggi:
 - Crescente interesse commerciale per i servizi di comunicazione LEO
 - Maggiore larghezza di banda, precisione e tempi di acquisizione ridotti
 - Rapporto segnale/rumore (SNR) più elevato
 - Geometria satellitare migliore e maggiore dinamica rispetto a GNSS MEO
 - Riduzione degli effetti ionosferici
 - Frequenti cambi di satellite e decorrelazione multipath
- Svantaggi:
 - Maggiore effetto Doppler
 - Frequenti handover tra satelliti
 - Aggiornamento dinamico dei dati di assistenza da inviare tramite LMF
- Tendenze future:
 - LEO come relay GNSS MEO, consentendo un posizionamento più rapido
 - Servizi LEO-PNT come mezzo secondario per la resilienza



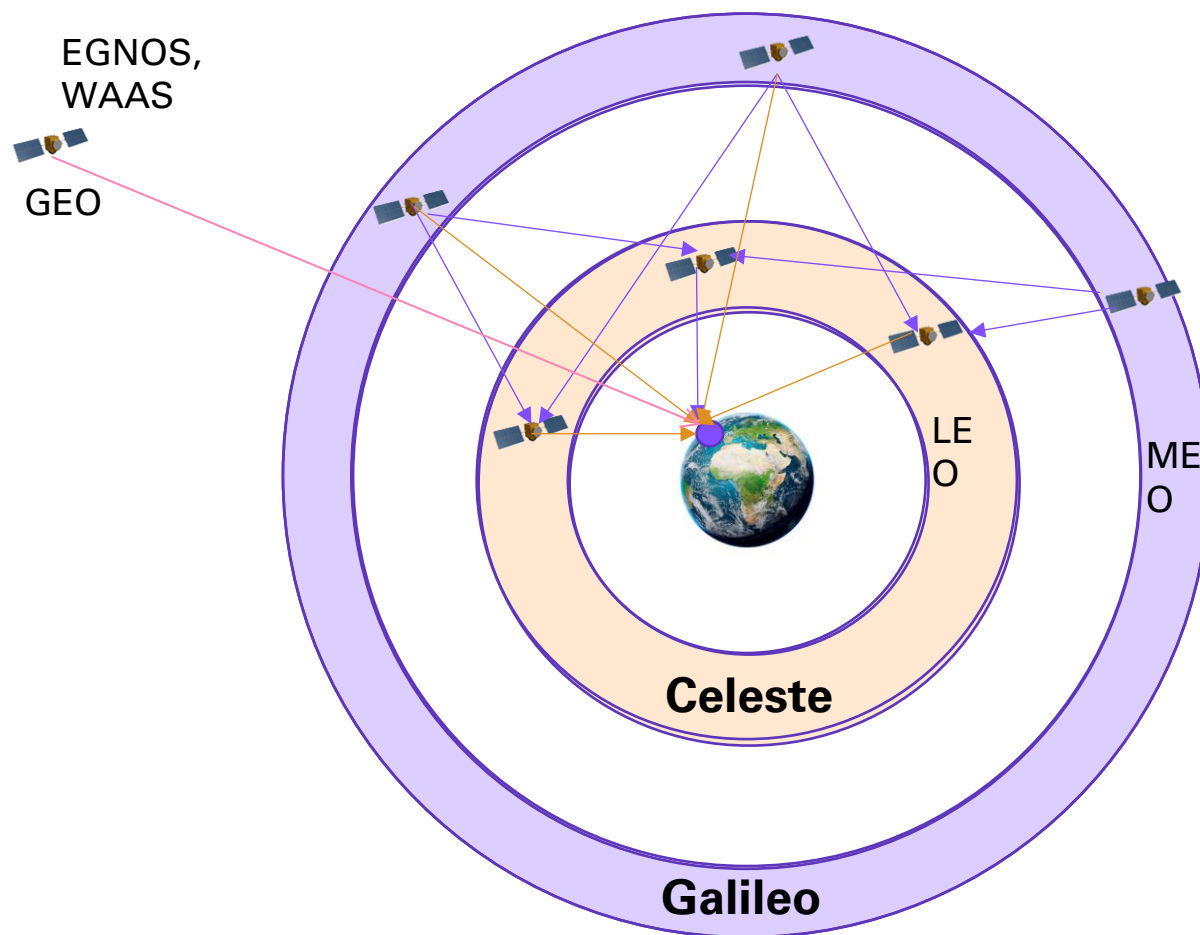
Celeste LEO-PNT

- Il sistema LEO-PNT di Galileo, noto come Celeste, ha lo scopo di dimostrare il potenziale del PNT tramite satelliti ad orbita bassa
- Sono stati lanciati due contratti per la realizzazione dei dimostratori (Pathfinder) con GMV e Thales Alenia Space per un totale di 11 satelliti
- Il lancio della prima coppia di satelliti di dimostrazione (Pathfinder) è avvenuto a Marzo 2026, con completamento della costellazione previsto per il 2027 (10 satelliti)
- Il sistema finale (più di 200 satelliti) lavorerà sulle bande L, S, C ed UHF in orbita 500-600 Km
- In tale fase verranno testate le funzionalità di determinazione orbitale a bordo (ODTS) e **l'integrazione con 5G/6G NTN NB-IoT**





Galileo e Celeste: un sistema di Navigazione Multi-orbita



- Miglioramento della configurazione geometrica
- Distanza ridotta e segnale a Potenza più alta
- Monitoraggio dei satelliti MEO
- Resistenza alle interferenze ed al Multipath
- Copertura a latitudini alte
- Aumento della resilienza



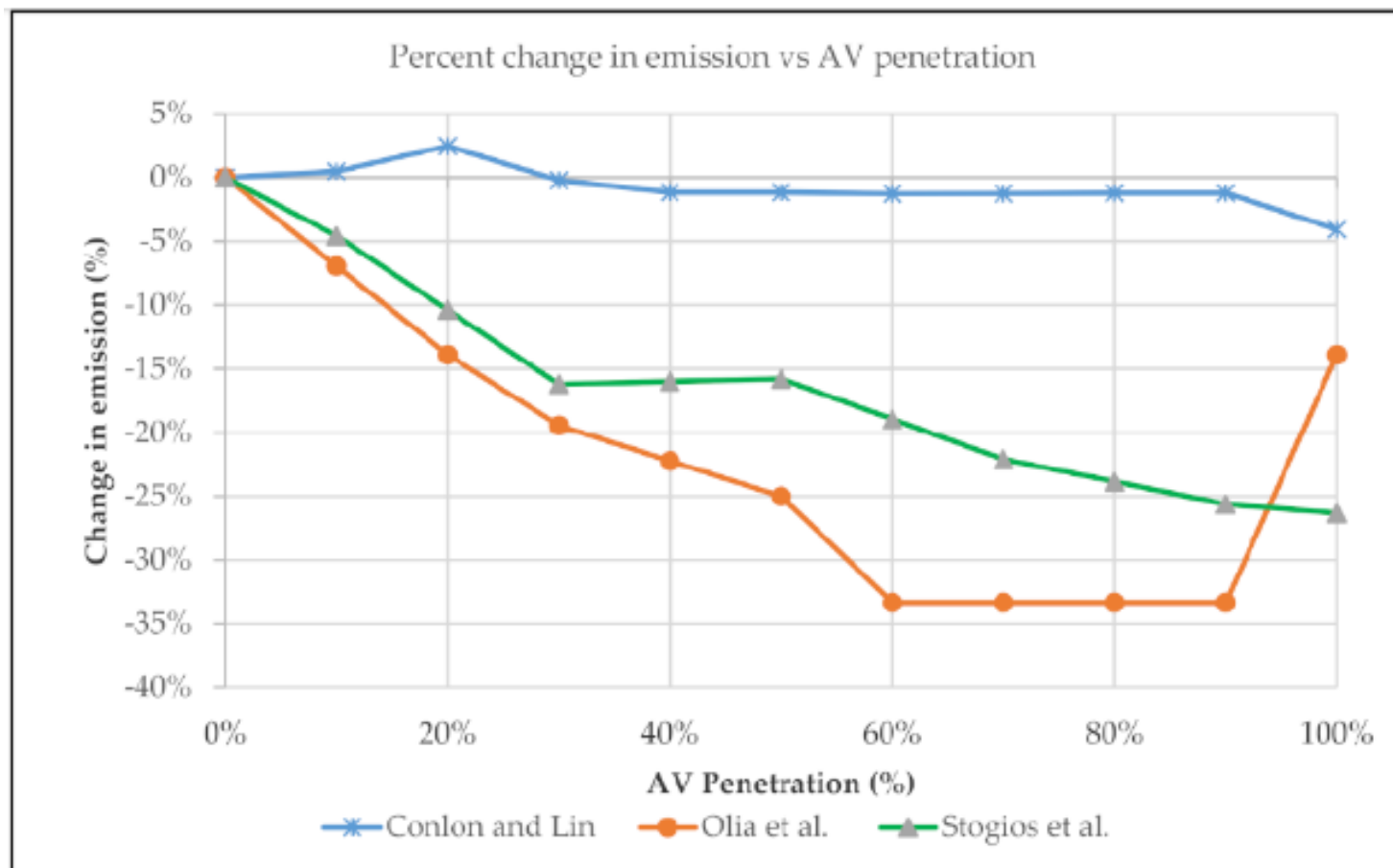
Guida Autonoma ed NTN

- Gli ultimi anni hanno visto un grande investimento nello sviluppo di sistemi complementari al GNSS (e.g. LIDAR e sistemi visual) per la Guida autonoma
- In ambito NTN il ricevitore utente necessita il posizionamento iniziale tramite GNSS per la connessione ai Servizi
- I sistemi LEO-PNT, integrati ai classici sistemi in orbita MEO Galileo e GPS, consentiranno accuratezze più elevate, un aumento della disponibilità, sicurezza ed integrità del servizio
- L'ottimizzazione del traffico porterà ad una riduzione delle emissioni considerevole

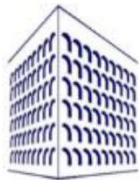




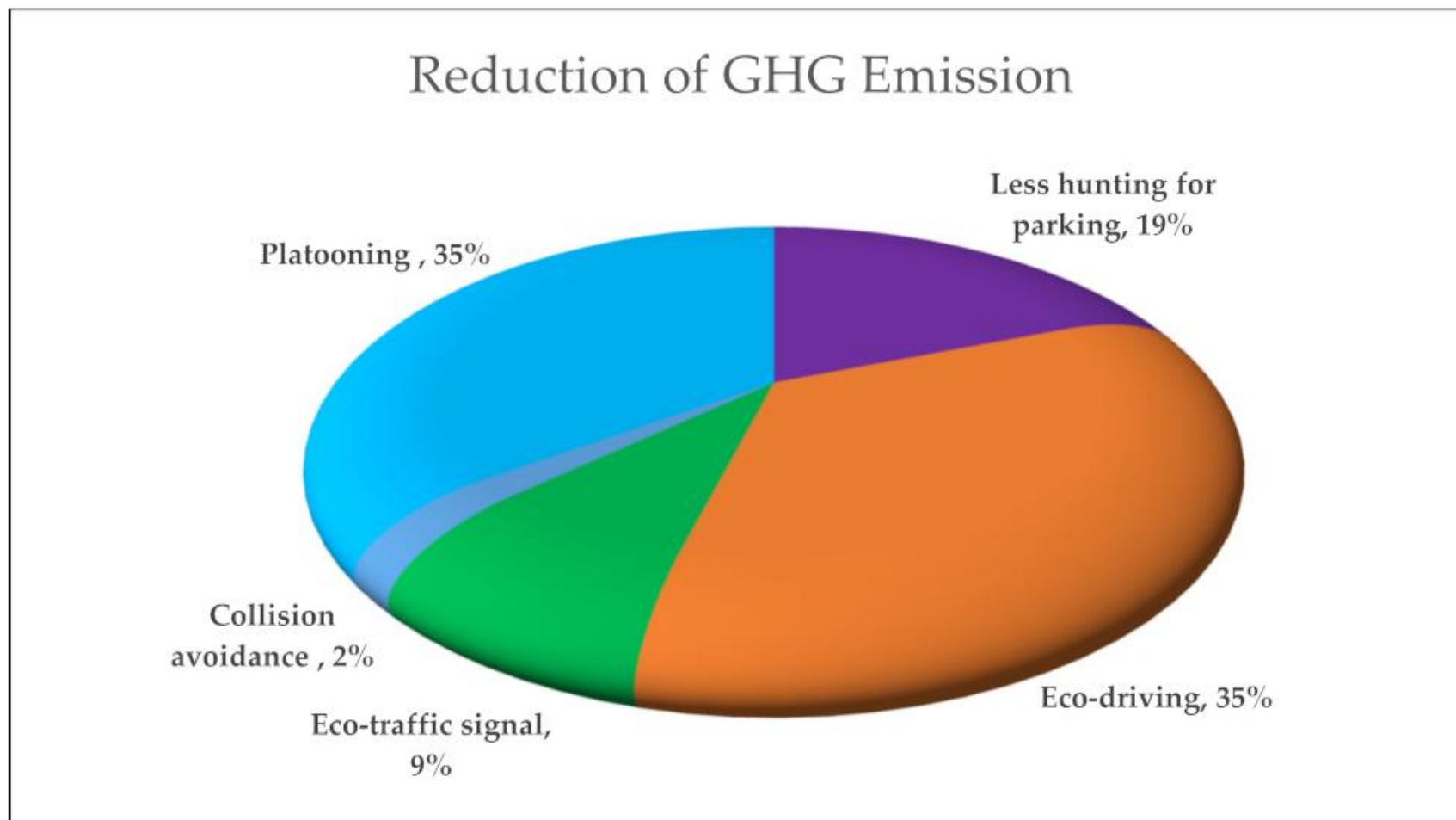
Riduzione delle Emissioni derivate dalla Guida Autonoma (1)



Fonte: Impacts of Autonomous Vehicles on Greenhouse Gas Emissions—Positive or Negative? Moneim Massar, Imran Reza, Syed Masiur Rahman, Sheikh Muhammad Habib Abdullah, Arshad Jamal and Fahad Saleh Al-Ismael, International Journal of Environmental Research and Public Health



Riduzione delle Emissioni derivate dalla Guida Autonoma (2)



Fonte: Impacts of Autonomous Vehicles on Greenhouse Gas Emissions—Positive or Negative? Moneim Massar, Imran Reza, Syed Masiur Rahman, Sheikh Muhammad Habib Abdullah, Arshad Jamal and Fahad Saleh Al-Ismael, International Journal of Environmental Research and Public Health

Zero Emission Mediterranean Trends & ExpoForum



Conclusioni

- L'interoperabilità tra GNSS MEO e LEO-PNT porta ad un sistema di posizionamento senza soluzione di continuità in aree remote e aree urbane
- I satelliti LEO possono effettuare il relay del segnale GNSS, migliorando il rapporto segnale/rumore (SNR) e la localizzazione in ambienti critici
- NTN verrà utilizzato per la trasmissione di dati GNSS di assistenza e aumento della disponibilità del servizio, con payload satellitari trasparenti e rigenerativi.
- L'interoperabilità tra ETSI ed altri comitati di standardizzazione GNSS è in fase di sviluppo e può portare a uno standard armonizzato e intersettoriale
- L'integrazione TN e NTN (4G, 5G) e l'integrazione della comunicazione e della navigazione satellitare (6G, Rel. 19) porteranno a sistemi resilienti ed ottimizzazione del traffico
- Ci si aspetta che la Guida Autonomatrmite con sistemi GNSS ed NTN possa portare ad una riduzione delle emissioni fra il 25 ed il 50%