

Allegato A_Sfide ToMove4Future



Sommario

INTRODUZIONE.....	3
AMBITI.....	4
A. Tecnologie avanzate di acquisizione, elaborazione o sfruttamento dati per la Mobility Servitization o l'eventuale integrazione con il Digital Twin di ToMove.....	4
A1: Sfruttamento dei dati per la Mobility Servitization.....	4
A1.1. Applicazione innovativa di tecniche "Deep Learning" alla rilevazione, al conteggio e/o alla classificazione di "oggetti" e/o utenti, o altre attività tipiche della gestione della mobilità.....	4
A1.2. Fornitura o scambio di dati in tempo reale, sfruttando tecnologie avanzate di comunicazione tra veicoli e dispositivi mobili degli utenti (smartphone, tablet, wearable devices).....	5
A2: Integrazione del Digital Twin di ToMove.....	6
A2.1 Soluzioni di raccolta e integrazione dei flussi di dati con il gemello digitale di ToMove con finalità di sfruttamento da parte di veicoli e altre fonti per sviluppare App di vario genere.....	6
B. Servizi C-ITS avanzati.....	8
B1: Implementazione di soluzioni cooperative ITS (C-ITS) inclusive per utenti vulnerabili e fragili.....	8
B2: Simulazione avanzata di CCAM e C-ITS presso la sala prova veicoli del Centro Interdipartimentale CARS del Politecnico di Torino	10
C. Soluzioni di guida autonoma per la logistica merci	11
C1: Sperimentazione di veicoli autonomi per la logistica	11
INFRASTRUTTURA ABILITANTE.....	12
Introduzione.....	12
1. Asset urbani abilitanti le attività di sperimentazione.....	13
2. Infrastruttura UNITO.....	15
Architettura Tecnologica:.....	15
Funzionalità Principali.....	15
Benefici e Applicazioni:.....	15
3. Digital Twin di ToMove.....	19
4. Sala Prova Veicoli presso il Centro CARS@POLITO.....	20

INTRODUZIONE

Il presente documento ha l'obiettivo di fornire un quadro di maggior dettaglio sugli ambiti di sperimentazione individuati nell'Avviso Pubblico, fornendo - a titolo esemplificativo e non esaustivo - una panoramica di applicazioni tecnologiche e casi d'uso ammissibili a finanziamento.

L'intento è quello di supportare i proponenti nella comprensione del contesto di riferimento e degli obiettivi del progetto LL ToMove e dell'Avviso.

Sarà inoltre descritta, in sezione apposita, l'infrastruttura tecnologica e gli asset del LL ToMove, a disposizione dei progetti partecipanti, in relazione agli ambiti di sfida elencati in questo documento.

AMBITI

A. Tecnologie avanzate di acquisizione, elaborazione o sfruttamento dati per la Mobility Servitization o l'eventuale integrazione con il Digital Twin di ToMove

Si propone la sperimentazione di soluzioni che contribuiscano all'**evoluzione dei servizi di mobilità verso un paradigma *as-a-service***, supportato da infrastrutture digitali e/o intelligenza artificiale, per la produzione e lo sfruttamento dei dati.

In particolare, sono due i macro ambiti di applicazione: anzitutto si promuove lo sviluppo di soluzioni digitali focalizzate sull'acquisizione, elaborazione e sfruttamento dei dati per *use case* verticali o trasversali, finalizzati all'analisi e all'erogazione di servizi di mobilità basati sull'utente. Si aggiunge poi un ambito di applicazione riguardante l'integrazione di tale tipologia di soluzioni con la piattaforma Digital Twin di ToMove.

A1: Sfruttamento dei dati per la Mobility Servitization

L'introduzione del paradigma *as-a-service* nella mobilità rappresenta un cambiamento prospettico nell'ottica degli incentivi e nelle prospettive di accettabilità sociale delle soluzioni di trasporto di nuova generazione, contribuendo a stimolare la domanda di quest'ultime e producendo impatti sulla *governance* della mobilità.

I progetti potranno interessare gli *use-case* di seguito riportati qualificanti l'ambito di applicazione.

A1.1. Applicazione innovativa di tecniche "Deep Learning" alla rilevazione, al conteggio e/o alla classificazione di "oggetti" e/o utenti, o altre attività tipiche della gestione della mobilità.

Si citano a titolo d'esempio applicazioni come:

Conteggio di transiti distinti per modalità di trasporto, ad esempio esplorando usi innovativi degli algoritmi di intelligenza artificiale per contare i transiti di persone e mezzi, classificandoli nelle diverse modalità (auto, bici, mezzi in *sharing*) e tipologie di traffico (pubblico, privato, commerciale).

Conteggio delle persone alle fermate degli autobus: si intende contare i passeggeri in attesa, rilevando anche comportamenti particolari, con particolare interesse nelle aree di interscambio modale, attraverso soluzioni innovative di rilevazione ed elaborazione.

Protezione dei dati personali nei flussi video, il cui uso in vari ambiti è spesso limitato da restrizioni al trattamento di dati quali immagini di volti, di targhe, ecc. che tuttavia potrebbero essere alleggerite grazie all'uso di algoritmi AI per applicare filtri che proteggano le aree critiche delle immagini senza compromettere la qualità video richiesta in base all'uso previsto.

Analisi mobilità green in ambito MaaS: sperimentazione di un sistema/servizio in grado di raccogliere dati degli spostamenti dei cittadini tramite app per *smartphone* (nel rispetto del GDPR), distinguere il mezzo di spostamento utilizzato (auto, bus, bici, treno, piedi, altro), stimare l'impatto ambientale delle abitudini di spostamento, creare indicatori di mobilità *green*, introdurre eventuali logiche di *gamification*, abilitare eventuali modalità di *rewarding* per promuovere uno *shift modale* verso soluzioni di mobilità a minore impatto ambientale

A1.2. Fornitura o scambio di dati in tempo reale, sfruttando tecnologie avanzate di comunicazione tra veicoli e dispositivi mobili degli utenti (smartphone, tablet, wearable devices).

Le funzionalità possono includere strumenti di infomobilità per la pianificazione dei percorsi, la gestione dei pagamenti e la validazione dei titoli di viaggio digitali tramite comunicazione *Bluetooth*, *Wi-Fi* o basata su altre tecnologie di prossimità, con un'attenzione particolare per l'utenza vulnerabile e/o fragile (persone con disabilità, anziani, utenti con esigenze speciali).

Si citano a titolo d'esempio applicazioni come:

Sistemi alternativi di bigliettazione: tecnologie di pagamento innovative o sistemi di pagamento integrato che migliorino l'esperienza utente e funzionino in modalità integrata ad altri *asset* della *Road User Experience*.

Applicativi per la gestione delle informazioni sul servizio: piattaforme digitali che forniscono aggiornamenti in tempo reale su ritardi, cambi di percorso, o imprevisti. Questi strumenti aumentano la trasparenza del servizio e permettono agli utenti di prendere decisioni informate sui loro spostamenti.

Informazioni dettagliate sul veicolo in arrivo: applicazioni finalizzate alla diffusione di informazioni quali il tipo di veicolo in arrivo, le sue dotazioni e il livello di accessibilità, come la presenza di pedane per sedie a rotelle, spazi dedicati, sedili prioritari, e sistemi di assistenza per persone con disabilità visive o uditive. Queste informazioni sono cruciali per garantire un'esperienza inclusiva e personalizzata per ogni utente.

Supporto alla multimodalità: strumenti che integrano diverse modalità di trasporto (biciclette, scooter, *car sharing*) e ne ottimizzano l'uso, favorendo una mobilità più sostenibile e accessibile a tutti. Questi approcci non solo migliorano l'esperienza complessiva degli utenti, ma promuovono un modello di mobilità più inclusivo, sostenibile, adattabile alle esigenze individuali e ai diversi scenari di

traffico, con particolare interesse dell'accessibilità ai servizi di trasporto pubblico, in particolare per gli utenti con maggiori difficoltà.

A2: Integrazione del Digital Twin di ToMove

Le innovazioni nella mobilità sono abilitate attraverso nuovi *asset* informativi e interoperabili, basati sulla produzione e disponibilità di dati. Questi permettono l'utilizzo di algoritmi *machine-learning* e *deep learning* per la gestione strategica dei flussi. Il paradigma del gemello digitale consente di elaborare modelli su cui basare scelte, infrastrutturazione e sviluppo di soluzioni.

Questa tecnologia rappresenta una delle innovazioni più potenti per la gestione e l'ottimizzazione della consapevolezza del contesto urbano, per finalità di progettazione e governance, incluse nuove modalità di mobilità. Grazie a una replica virtuale della città, è possibile simulare in tempo reale diversi scenari di traffico, analizzare l'impatto delle decisioni di pianificazione e migliorare l'efficienza del sistema di trasporto.

I progetti potranno interessare gli *use-case* di seguito riportati qualificanti l'ambito di applicazione.

A2.1 Soluzioni di raccolta e integrazione dei flussi di dati con il gemello digitale di ToMove con finalità di sfruttamento da parte di veicoli e altre fonti per sviluppare App di vario genere.

Si citano a titolo d'esempio applicazioni come:

Monitoraggio dei flussi di traffico in tempo reale: utilizzando la replica virtuale della città, è possibile monitorare in tempo reale i flussi di traffico, identificare “colli di bottiglia” e proporre interventi per migliorare la viabilità.

Simulazione di scenari per la gestione delle emergenze: il *Digital Twin* consente di simulare scenari di emergenza, come incidenti stradali o condizioni meteorologiche avverse, permettendo alle amministrazioni di pianificare risposte rapide ed efficaci. Queste simulazioni possono aiutare a ottimizzare le strategie di evacuazione, gestione del traffico e assistenza agli utenti vulnerabili durante situazioni critiche.

Ottimizzazione della rete di trasporto pubblico: attraverso l'analisi dei dati raccolti dal *Digital Twin*, è possibile individuare le aree di miglioramento nella rete del trasporto pubblico. Ad esempio, si possono simulare modifiche nei percorsi dei mezzi, l'introduzione di nuove fermate o cambiamenti nelle frequenze di passaggio, valutando l'impatto su passeggeri e traffico urbano. Questa ottimizzazione aiuta a rendere il trasporto pubblico più efficiente e rispondente alle esigenze dei cittadini.

Gestione energetica e sostenibilità delle infrastrutture di trasporto: l'integrazione del *Digital Twin* permette di monitorare il consumo energetico delle infrastrutture di trasporto, individuando opportunità per ridurre l'impatto

ambientale. Si possono sviluppare strategie per l'implementazione di stazioni di ricarica per veicoli elettrici, ottimizzare i sistemi di illuminazione pubblica e migliorare l'efficienza energetica delle reti di trasporto.

Pianificazione partecipativa attraverso la realtà aumentata o altra interfaccia utente: utilizzando il *Digital Twin* combinato con la realtà aumentata, è possibile coinvolgere i cittadini nei processi di pianificazione urbana. Attraverso app interattive, i cittadini possono visualizzare progetti di sviluppo, dare *feedback* e partecipare attivamente alla co-progettazione delle soluzioni di mobilità, promuovendo una *governance* più inclusiva e trasparente.

Previsione dell'impatto delle politiche di regolamentazione del traffico: grazie ai modelli di simulazione, il *Digital Twin* può essere utilizzato per prevedere gli impatti di nuove politiche di regolamentazione del traffico, come l'introduzione di zone a traffico limitato, la modifica dei limiti di velocità o l'implementazione di corsie preferenziali. Queste simulazioni aiutano a prendere decisioni basate su dati concreti, minimizzando i disagi per gli utenti e migliorando la qualità della mobilità urbana.

B. Servizi C-ITS avanzati

La mobilità connessa, cooperativa e automatizzata (CCAM) e i sistemi di trasporto intelligenti cooperativi (C-ITS) rappresentano due pilastri fondamentali della *smart mobility* contemporanea. Questi paradigmi introducono un cambiamento radicale nel modo in cui veicoli e utenti della strada possono interagire tra loro e con l'infrastruttura stradale, per promuovere una mobilità più sicura, efficiente e sostenibile.

I veicoli connessi, cooperativi e autonomi (CCAM) integrano tecnologie che permettono ai veicoli di scambiare informazioni tra loro (*vehicle-to-vehicle*, V2V) e con l'infrastruttura stradale (*vehicle-to-infrastructure*, V2I). Questo scambio è reso possibile grazie a sensori (per es. RADAR, LIDAR, ecc.) e sistemi di comunicazione che raccolgono e condividono in tempo reale dati sulle condizioni stradali, sul traffico e su potenziali pericoli. Grazie alle tecnologie CCAM, veicoli e utenti possono contribuire all'ottimizzazione dei flussi di traffico, alla riduzione del rischio di collisioni e alla diminuzione dei consumi energetici e di conseguenza dei costi di trasporto e delle emissioni inquinanti.

L'insieme di tecnologie riassumibili nei Sistemi di Trasporto Intelligenti Cooperativi (C-ITS) supporta il paradigma CCAM abilitando la comunicazione reciproca tra veicoli e l'infrastruttura stradale. I sistemi C-ITS possono usare reti di sensori, piattaforme di comunicazione e di gestione del traffico per raccogliere e scambiare in tempo reale dati preziosi per il miglioramento della gestione della mobilità urbana.

I C-ITS abilitano la creazione di ecosistemi di mobilità connessi, dove gli impianti semaforici, la segnaletica stradale e altri elementi infrastrutturali possono comunicare con i veicoli o utenti. Questo può consentire, ad esempio, di ottimizzare i tempi di attesa ai semafori, ridurre eventi pericolosi quali frenate brusche e rendere più efficienti gli stili di guida, contribuendo così alla riduzione dei costi e delle emissioni inquinanti da motori a combustione.

B1: Implementazione di soluzioni cooperative ITS (C-ITS) inclusive per utenti vulnerabili e fragili

Nell'ambito dei sistemi di trasporto intelligenti cooperativi (C-ITS), la protezione e il supporto di utenti della strada che necessitano di particolare attenzione rappresenta un primario obiettivo delle soluzioni tecnologiche innovative nell'ambito della *Smart Mobility*. In questa prospettiva, si punta a supportare con particolare interesse le soluzioni dedicate alla protezione di utenti vulnerabili della strada e all'inclusione degli utenti fragili.

L'utenza vulnerabile per caratteristiche intrinseche del proprio modo di spostamento risulta maggiormente esposta ai rischi della circolazione stradale, (pedoni, ciclisti e altri utenti della micromobilità).

L'utenza fragile, per caratteristiche personali permanenti o temporanee, necessita di particolare supporto nell'utilizzo dei sistemi di trasporto, includendo in questa

categoria le persone con disabilità motorie, sensoriali e intellettive, le persone anziane e coloro che presentano temporanee difficoltà di movimento.

Le innovazioni riguardanti gli utenti fragili potranno riguardare, tra gli altri, principi essenziali di autonomia e comunicazione, ovvero tecnologie che consentono agli utenti di muoversi negli spazi urbani senza necessità di assistenza, accedendo ai servizi di trasporto in modo indipendente, ricevendo informazioni in tempo reale sulla fruibilità degli spazi e dei servizi e utilizzando i sistemi di trasporto pubblico e privato in sicurezza. Ciò potrà essere ottenuto tramite ad esempio interfacce multimodali adatte a diverse tipologie di disabilità, sistemi di informazione in tempo reale, soluzioni per la gestione delle emergenze e supporti alla navigazione e all'orientamento.

Si attendono soluzioni tecnologiche innovative che integrino i C-ITS con funzionalità specifiche per utenti vulnerabili e/o fragili. Queste potranno fornire supporto in tempo reale per l'identificazione di percorsi accessibili, la localizzazione di spazi e servizi dedicati, la gestione delle situazioni di pericolo e la comunicazione con i sistemi di trasporto. È fondamentale che le soluzioni garantiscano l'interoperabilità con i sistemi di trasporto pubblico, i servizi di *sharing mobility* e le infrastrutture urbane esistenti.

Le proposte tecnologiche dovranno dimostrare la capacità di migliorare concretamente l'accessibilità e la sicurezza del sistema dei trasporti per le categorie di utenza identificate. Tale miglioramento dovrà realizzarsi nel pieno rispetto dei vincoli normativi vigenti e degli standard di interoperabilità europei, garantendo che l'innovazione tecnologica si traduca in un effettivo beneficio per gli utenti vulnerabili e fragili del sistema dei trasporti.

Si citano a titolo d'esempio applicazioni come:

Avvisi di sicurezza su presenza di utenti vulnerabili: un esempio pratico di implementazione dei C-ITS è l'uso di sensori e comunicazione V2X (*Vehicle-to-Everything*) per avvertire i conducenti della presenza sul percorso di pedoni e ciclisti o monopattini elettrici, soprattutto in aree a rischio aumentato come intersezioni con piste ciclabili e passaggi pedonali, ecc. L'integrazione di sistemi di allerta direttamente a bordo veicolo può anticipare significativamente la reazione dei conducenti, contribuendo a prevenire potenziali collisioni con gli utenti vulnerabili.

Sistemi di assistenza per attraversamenti sicuri: grazie alla comunicazione con i veicoli e i segnali stradali, tali sistemi possono estendere i tempi del semaforo per permettere l'attraversamento sicuro di pedoni anziani o con mobilità ridotta. Studi hanno dimostrato che l'integrazione di queste tecnologie può migliorare la sicurezza degli attraversamenti pedonali, adeguando i tempi di attraversamento e minimizzando il rischio di incidenti in aree urbane densamente popolate.

Avvisi di pericolo per assembramenti nei pressi di scuole e aree residenziali: laddove la presenza di bambini o pedoni è particolarmente elevata in specifiche fasce orarie. I veicoli possono ricevere avvisi dinamici quando si avvicinano a queste

aree, attivando automaticamente sistemi di regolazione della velocità e/o avvisi per il conducente. Questi avvisi possono essere contestualizzati, aumentando ulteriormente la consapevolezza dei conducenti e la sicurezza stradale per gli utenti più giovani e in generale quelli meno protetti.

Sistemi di avviso per utenti diversamente abili e fragili: sistemi di avviso acustico e visivo per persone con disabilità. I C-ITS possono interagire con dispositivi personali come *smartphone* e *smartwatch* per fornire informazioni tempestive su condizioni stradali pericolose, come attraversamenti pedonali ostruiti o traffico inatteso, migliorando così l'autonomia e la sicurezza degli utenti.

B2: Simulazione avanzata di CCAM e C-ITS presso la sala prova veicoli del Centro Interdipartimentale CARS del Politecnico di Torino

Per supportare lo sviluppo e la validazione delle tecnologie CCAM (*Connected, Cooperative, and Automated Mobility*) e dei Sistemi di Trasporto Intelligenti *Cooperative* (C-ITS), è essenziale abilitare il test di queste soluzioni superando barriere costituite dallo scenario reale attraverso le opportunità offerte dagli ambienti di simulazione altamente controllati che riproducano le condizioni di guida reali. In tale contesto, le opportunità d'infrastruttura all'avanguardia offrono un ambiente di laboratorio dove sperimentare veicoli con diverse tipologie di *powertrain* e tecnologie per assistenza alla guida e guida autonoma in condizioni controllate. Si dettagliano le *capability* dell'infrastruttura nella sezione dedicata all'infrastruttura messa a disposizione da ToMove.

Grazie all'integrazione con simulatori di guida esterni e virtualizzazione di scenari con elevato livello di affidabilità, è possibile testare e validare tecnologie per la guida assistita e autonoma in tempo reale e pertanto contribuire a sviluppare tecnologie chiave nella transizione modale della mobilità.

I progetti potranno interessare i seguenti use-case qualificanti l'ambito di applicazione.

Validazione di Tecnologie CCAM in Scenari Complessi: validazione delle tecnologie di guida autonoma e cooperativa in scenari complessi, come il *cruise control* adattivo cooperativo (CACC) in condizioni di traffico misto. È possibile sottoporre a test gli algoritmi di guida cooperativa e l'interazione tra veicoli e infrastrutture, valutando il loro impatto su sicurezza, efficienza dei consumi ed emissioni.

Simulazione di Scenari Urbani e Riduzione delle Emissioni: Il Centro CARS consente di simulare cicli di guida urbani acquisiti su strada, analizzando l'efficacia delle strategie di *eco-driving* e delle tecnologie C-ITS nel migliorare la gestione del traffico e ridurre le emissioni in contesti complessi come incroci e semafori. Le prove effettuate in laboratorio permettono di ottimizzare le *performance* dei veicoli, migliorando la sostenibilità della mobilità urbana.

C. Soluzioni di guida autonoma per la logistica merci

La logistica urbana, e in particolare quella di ultimo miglio, rappresenta una delle maggiori fonti di traffico e inquinamento nelle città moderne. ToMove intende sperimentare soluzioni innovative, come veicoli autonomi e sistemi di consegna a guida remota, per ottimizzare il trasporto delle merci nelle aree urbane. Ridurre il numero di veicoli commerciali su strada, migliorare la gestione delle consegne e integrare soluzioni di mobilità sostenibile nella logistica quotidiana, sono azioni che generano impatti positivi in termini di riduzione del traffico, miglioramento della qualità dell'aria e incremento dell'efficienza logistica e della sicurezza.

Le soluzioni emergenti includono interventi di supporto alla sperimentazione di soluzioni innovative per la consegna per adattarsi a contesti urbani complessi.

C1: Sperimentazione di veicoli autonomi per la logistica

Supporto al test di soluzioni riguardanti sistemi di consegna a guida autonoma per la logistica di ultimo miglio e delle loro piattaforme abilitanti (es. piattaforme per la raccolta ordini condivisa tra droidi di *provider* diversi).

Le proposte di sperimentazione potranno essere articolate in fasi e il finanziamento in oggetto potrà coprire le attività di:

- a. Sviluppo tecnologico;
- b. Definizione caso d'uso che si limiti alla definizione del caso e test in campo solo in caso di ottenimento nei tempi dell'autorizzazione da parte di Sperimentazione Italia;
- c. Presentazione della domanda di deroga alle norme vigenti ivi compreso Decreto-Legge convertito con modificazioni dalla L. 11 settembre 2020, n. 120 (in S.O. n. 33, relativo alla G.U. 14/09/2020, n. 228);
- d. Se ottenute le autorizzazioni necessarie nelle tempistiche previste dall'Avviso, eventuale sperimentazione in campo.

In caso di non ottenimento nei tempi delle autorizzazioni necessarie, il finanziamento potrà:

- coprire le fasi precedenti alla sperimentazione (punti a, b e c del precedente elenco);
- coprire anche l'eventuale sperimentazione se compiuta su area privata *indoor* o *outdoor*.

INFRASTRUTTURA ABILITANTE

Introduzione

I progetti partecipanti alla *call* di cui all'avviso del *Living lab* e dettagliate nella sezione precedente, potranno contare sull'infrastruttura in ambiente urbano e sugli asset tecnologici messi a disposizione dai partner ToMove. Nello specifico:

- Asset urbani di infrastruttura 5T;
- Infrastruttura computazionale HPC4AI;
- Digital Twin di ToMove;
- Sala Prova Veicoli presso il Centro CARS del Politecnico di Torino.

Quanto a disposizione servirà a supportare gli *use case* relativi e gli *asset* laboratoriali e di infrastruttura tecnologica secondo opportune disponibilità e tempistiche compatibili.

Gli attori interessati potranno inoltre beneficiare di:

- Possibilità di utilizzare e contribuire alla progettazione e all'arricchimento dei *Digital Twin*;
- Opportunità di collaborare in sinergia con i soggetti facenti parte del gruppo promotore di ToMove per testare le soluzioni tecnologiche proposte in contesti urbani reali.

L'integrazione tra infrastruttura esistente e nuovi progetti garantirà:

- Massimizzazione della capacità sperimentale, attraverso l'uso combinato di *asset hardware e software*;
- Ampliamento delle applicazioni dei dimostratori a nuovi scenari d'uso proposti dagli attori interessati, selezionati sulla base delle esigenze degli enti locali;
- Scambio di conoscenze tra gli attori dell'ecosistema, favorendo il trasferimento tecnologico e l'adozione di soluzioni scalabili.

1. Asset urbani abilitanti le attività di sperimentazione

Le principali tecnologie dispiegate sul territorio e che compongono l'infrastruttura abilitante le sperimentazioni comprendono:

- un centinaio di postazioni di ultima generazione per il rilevamento dei flussi e la classificazione veicolare, installate presso i principali incroci cittadini;
- 47 postazioni conta biciclette sulle principali piste ciclabili della Città;
- circa 50 varchi di ingresso alla Zona a Traffico Limitato (ZTL), oltre a 20 di prossima attivazione;
 - oltre 60 pannelli a messaggio variabile di cui 22 di indirizzamento ai parcheggi in struttura;
- per l'infrastruttura di comunicazione V2X, circa 30 *road-side unit* V2I (RSU) con doppia tecnologia ITS-G5 / LTE-V2X dispiegate in contesto urbano in diverse aree della città di Torino tra cui i punti di ingresso delle principali direttrici per la validazione dei casi d'uso dei servizi di interesse;
- 12 telecamere di ultima generazione ottimizzate per la sicurezza ed il monitoraggio della viabilità, installate nelle aree di riferimento dei *Large Scale Demonstrator 2* e *3* (Castelfidardo/Politecnico e Campus Luigi Einaudi/Corso Regina), a bordo delle quali sarà possibile sviluppare ed installare *software* di analisi video in accordo e nel rispetto delle direttive sulla *privacy*.

Grazie a questa infrastruttura, il partner promotore 5T in qualità di gestore della Centrale della Mobilità della Città di Torino intende erogare, oltre a quelli tradizionali di monitoraggio e di controllo del traffico e di infomobilità ai cittadini, nuovi servizi basati sull'interazione fra l'infrastruttura tecnologica e i veicoli connessi, sviluppando nello specifico servizi a supporto della guida autonoma, connessa e cooperativa in un contesto urbano, ad esempio trasmettendo ai veicoli informazioni sullo stato semaforico e sui tempi delle fasi, ovvero segnalando la presenza di ostacoli lungo il percorso (per es. code, chiusure di corsie, cantieri, ecc.) ovvero abilitando segnalando la presenza di utenti vulnerabili (pedoni, biciclette, ecc.) con l'obiettivo principale di incrementare i livelli di sicurezza stradale.

L'attuale infrastruttura tecnologica permetterà di accedere ai seguenti servizi informativi, soluzioni e sistemi:

- Dati sui flussi della mobilità cittadina, ivi inclusi *real-time traffic data* (traffico, parcheggi, ZTL, etc.):
 - parcheggi: il *dataset* fornisce posizione e stato (disponibilità dei posti liberi) in tempo reale dei parcheggi in struttura presenti a Torino, con frequenza di aggiornamento di circa una volta al minuto;
 - flussi di traffico e informazioni su fasi semaforiche: numero dei veicoli transitanti alle sezioni di misura dell'area urbana di Torino, rilevati a mezzo di spire induttive o di sensori aerei;
 - perimetro e orari ZTL: Il *dataset* fornisce descrizione geometrica del perimetro della Zona a Traffico Limitato (ZTL) di Torino, con posizione ed orari dei varchi di accesso.

- Eventi di traffico DATEX2 (chiusure, cantieri, etc.) *real-time*, previsione arrivi in fermata TPL *real-time*, flussi video *real-time*, monitoraggio sottopassi.

In relazione all'ambito di fornitura o scambio di dati in tempo reale tra veicoli e dispositivi, i mezzi di trasporto idonei alle sperimentazioni sono i bus Iveco Urbanway 18 m alimentati a gasolio, che corrispondono alla serie aziendale 9300. Attualmente, sono impiegati sulle linee 5-5b e 8, tutte linee di forza della rete torinese gestita da GTT.

2. Infrastruttura UNITO

HPC4AI è un'infrastruttura finanziata **dalla Regione Piemonte all'Università di Torino**, che coordina il progetto. È nato con la finalità di supportare i **progetti di ricerca applicata** e il **trasferimento tecnologico** in consorzi partecipati da università e imprese. HPC4AI rappresenta una leva significativa di vantaggio tecnologico competitivo per gli attori del territorio, aumentando la loro capacità di creare innovazione.

HPC4AI, in è un data center ad alte prestazioni (HPC) che combina funzionalità di **Cloud Computing** e **HPC** in un sistema integrato, garantendo scalabilità e accesso a risorse computazionali avanzate.

Architettura Tecnologica:

- **Cloud Computing:** basato su *OpenStack* e *Kubernetes*
 - o *Hosting* di servizi *on-demand*
 - o Esecuzione di inferenze AI (es. modello PRAISE per rischio cardiopatico)
 - o Macchine virtuali e container per flessibilità e scalabilità
- **High Performance Computing (HPC):** gestito tramite *Slurm*
 - o Addestramento di modelli AI
 - o Computazione ad alta intensità
 - o *Cluster manager* per gestione dei *job*
- **Interoperabilità Cloud-HPC**
 - o Il *Cloud* ospita servizi e il *frontend*
 - o L'HPC accelera il calcolo e ottimizza le risorse
 - o Possibilità di eseguire *job* direttamente sul *cluster*

Funzionalità Principali

- **Gestione delle Risorse**
 - o Interfaccia unificata per *Cloud* e HPC
 - o Sinergia tra i due ambienti per ottimizzazione computazionale
- **Supporto a Utenti Specializzati**
 - o Ricercatori di sistema con accesso a *hardware* esotico
 - o Infrastruttura aperta per *test* e sperimentazioni avanzate
- **Jupyter Workflow**
 - o Interfaccia *web* per sviluppo e *testing*
 - o Esecuzione distribuita su infrastrutture ibride HPC-Cloud
 - o Coordinamento parallelo del *workflow* tra *frontend* (Cloud) e *backend* (HPC)

Benefici e Applicazioni:

- Ottimizzazione delle prestazioni per AI e *Machine Learning*;
- Accesso facilitato a risorse computazionali avanzate;
- Scalabilità e flessibilità nell'esecuzione di modelli complessi;
- Supporto alla ricerca e sviluppo su infrastrutture ibride;
- Facilitazione della sperimentazione su modelli distribuiti.

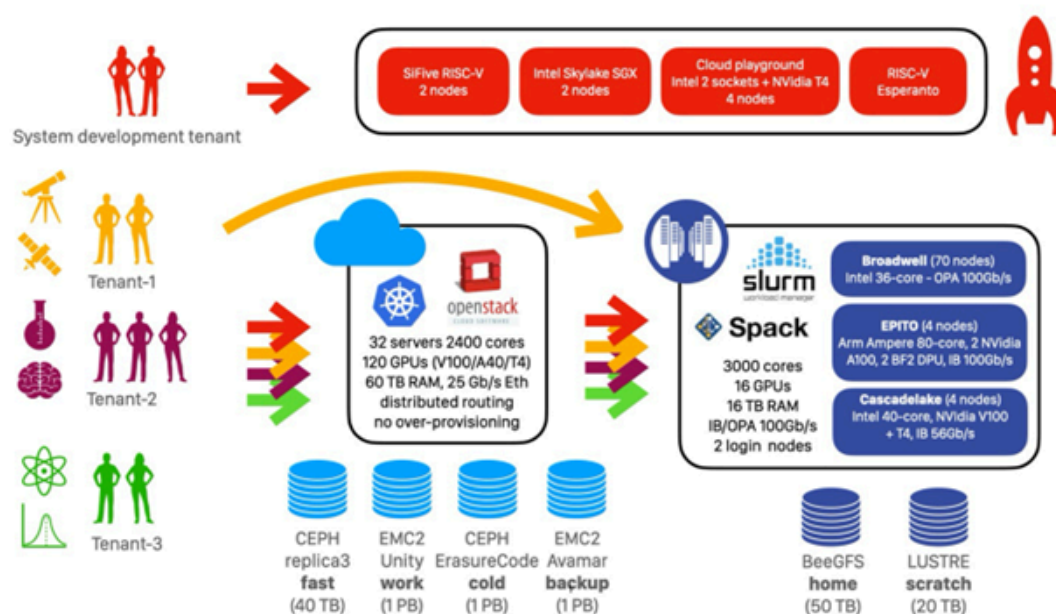


Figura 3 Sintesi del funzionamento dell'HPC4AI dell'Università di Torino¹

Dentro HPC4AI, il laboratorio HPC4AI-CC nasce dall'esigenza di supportare le sperimentazioni che vengono progressivamente implementate nel progetto ToMove di Torino ed è principalmente finalizzato al testing di tecnologie mobile. HPC4AI-CC si propone come *Data Marketplace* unico e innovativo per AI, a beneficio delle aziende e della PA in modo da promuoverne servizi innovativi, facilitando e contribuendo in modo determinante allo sviluppo tecnologico dei prodotti/servizi abilitati dalle tecnologie emergenti.

HPC4AI-CC può quindi offrire alle imprese una innovativa soluzione di "*federated learning*" che permette di stabilire reti di *training* ML distribuite. Reti in cui diversi *partner* mettono a fattor comune i loro dati, contribuendo così a generare una conoscenza comune, pur non essendo questi spostati in nessun caso in un luogo centralizzato e/o da dove risiedono (Pubblica Amministrazione, azienda, telefono etc). Cioè è possibile grazie all'organizzazione di un processo distribuito di *training* di reti ML con il contributo dei *partner*, pur non memorizzando i dati che questi ultimi mettono a disposizione e a meno che non lo richiedano.

Nell'ambito della *Call4testing ToMove4Future* potranno quindi essere offerti alle imprese interessate:

- orientamento ai servizi di HPC4AI-CC;
- studio del caso d'uso di dettaglio con eventuale attivazione dei servizi specifici sopra descritti per il periodo di sperimentazione;

¹ Fonte: <https://hpc4ai.unito.it/documentation/>



Figura 2 HPC4AI presso l'Università degli Studi di Torino

L'evoluzione del laboratorio HPC4AI è rappresentata oggi dal Centro nazionale per simulazioni, calcolo e analisi dei dati ad alte prestazioni svolge ricerca e promuove l'innovazione di livello nazionale e internazionale, a partire da una infrastruttura di punta per l'*High-Performance Computing* (HPC) e la gestione di grandi quantità di dati (Big Data) capace di integrare le tecnologie emergenti disponibili, comprese quelle per la computazione quantistica (*Quantum Computing*).

Il Centro si focalizza, da una parte, sul mantenimento e il potenziamento dell'infrastruttura HPC e *Big Data* italiana e, dall'altra parte, sullo sviluppo di metodi e applicazioni numeriche avanzati, di strumenti *software* e *workflow*, per integrare il calcolo, la simulazione, la raccolta e l'analisi di dati di interesse per il sistema della ricerca e per il sistema produttivo e sociale, anche attraverso approcci in *cloud* e distribuiti.

Il ricorso alla struttura HPC presso il Centro Nazionale di Ricerca in "*High Performance Computing, Big Data and Quantum Computing*" dell'Università degli Studi di Torino mira a garantire l'efficace raccolta di informazioni, la gestione avanzata e ottimizzata dei dati generati originati da utenti e tecnologie (Figura 3).



Figura 3 Centro Nazionale di Ricerca in "*High Performance Computing, Big Data and Quantum Computing*"

Di seguito quindi un'infografica che descrive l'infrastruttura informatica che potrebbe delinearsi nel caso dell'utilizzo di HPC4AI nell'ambito delle sperimentazioni del LL ToMove.



Nostra rielaborazione su Adhikari, M., Munusamy, A., Hazra, A., Menon, V. G., Anavangot, V., & Puthal, D. (2021). Security in edge-centric intelligent Internet of Vehicles: Issues and remedies. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 11(6), 24-31.

Figura 4 Architettura per il progetto ToMove

3. Digital Twin di ToMove

Il *Digital Twin* di ToMove è formato da diversi moduli tra cui un sistema scalabile di raccolta dati di mobilità dal campo. Questi dati potranno essere messi a disposizione degli sperimentatori attraverso delle RESTful API che abiliteranno la fruizione sia di flussi in *real-time* sia il reperimento di dati storici.

L'accesso al canale di pubblicazione dei dati avverrà solamente dopo un'autenticazione sulla piattaforma (e.g. con *username* e *password*) e una richiesta a queste API per l'accesso ai dati utili.

Le tipologie di dati disponibili per gli sperimentatori sono le seguenti:

- Dati rilevati dalle *Road Side Unit* (RSU) provenienti da veicoli connessi tramite canale di comunicazione short-range. In particolare:
 - **Messaggi di Cooperative Awareness (CAM):** contengono posizione e dinamica del veicolo in tempo reale ad alta frequenza. Per maggiori dettagli si faccia riferimento allo standard ETSI EN 302 637-2;
 - **Messaggi di Decentralized Environmental Notification (DENM):** contengono indicazione di una situazione di pericolo con geolocalizzazione della stessa. Per maggiori dettagli si faccia riferimento allo standard ETSI EN 302 637-3.
- **Dati rilevati dalle RSU provenienti da sensori (camera e/o LiDAR).** In particolare:
 - Conteggio e classificazione veicoli;
 - Posizione veicoli e pedoni in tempo reale come rilevata dai sensori ad alta frequenza con stima di velocità e direzione dei veicoli/pedoni riconosciuti
- **Dati su fase semaforica:**
 - Messaggi *Signal Phase And Timing Extended (SPATEM)*: forniscono lo stato attuale del segnale semaforico e il tempo rimanente per ogni fase. Per maggiori dettagli si faccia riferimento allo standard ETSI TS 103 301;
- **Dati di movimento di un robot per last-mile delivery**
 - Posizione e dinamica ad alta frequenza

I dati saranno messi a disposizione alla valle di un accordo tra le parti per il loro utilizzo che sarà legato agli scopi e alla durata del progetto.

4.Sala Prova Veicoli presso il Centro CARS@POLITO

L'infrastruttura CARS Center for Automotive Research and Sustainable Mobility – VEHICLE AND POWERTRAIN TESTBED (Figura 5) è dedicata alla sperimentazione di veicoli (massa fino a 3500 kg, passo fino a 4100 mm, carreggiata fino a 2000 mm) e *powertrain* convenzionali, ibride ed elettriche (con potenza fornita da motori endotermici fino a 375 kW e potenza fornita da motori elettrici fino a 250 kW) in un ambiente di laboratorio controllato in temperatura, per consentire l'esecuzione di prove in piena potenza in modalità *powertrain* e al 70% della potenza massima (termica + elettrica) in modalità vettura (riuscendo comunque a gestire picchi del 100% per tempi limitati).

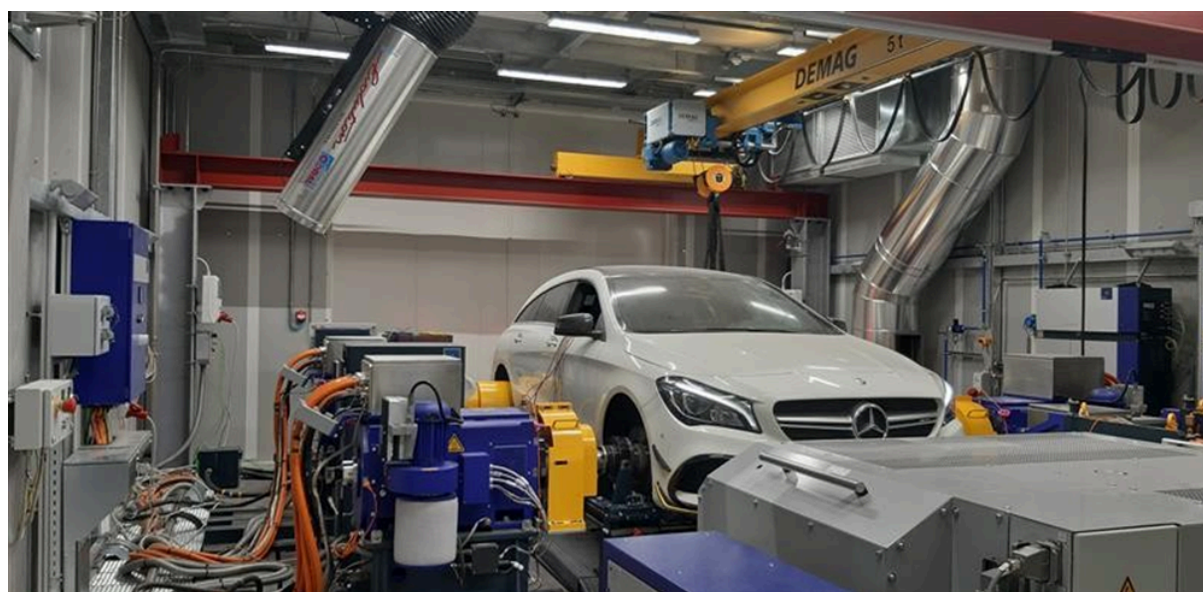


Figura 5 Infrastruttura di prova durante test su Veicolo.

L'infrastruttura consente di effettuare cicli di prova previsti dalle normative internazionali oltre che cicli di guida non standard, come quelli acquisiti dalla sperimentazione su strada per validare strategie di controllo del sistema di gestione dell'energia misurando consumi, efficienze ed emissioni. L'infrastruttura, infatti, è dotata di sistemi di misura di combustibile e inquinanti gassosi e solidi, potenza meccanica alle ruote e potenza elettrica e tutti i segnali necessari alla valutazione dello stato del veicolo.

Il laboratorio è dotato, inoltre, di dispositivi per la stimolazione di sensori atti alla guida autonoma e di un sistema di interfaccia con simulatori di guida e modelli di simulazione esterni per validare le prestazioni di tecnologie legate alla guida assistita e autonoma oltre che il loro impatto sui consumi ed emissioni.

Servizi:

- Sperimentazione delle prestazioni e misura delle emissioni in veicoli convenzionali ed ibridi.
- Calibrazione di veicoli convenzionali, ibridi ed elettrici.

- Sperimentazione e calibrazione di powertrain convenzionali, ibride (in tutte le possibili configurazioni P0, P1, P2, P3, P4, power split, ibrido serie) ed elettriche.
- Sperimentazione di sottosistemi di powertrain (per esempio, assale elettrificato).
- Sperimentazione di veicoli in configurazione 2 ruote motrici (2WD) e 4 ruote motrici (4WD).
- Esecuzione di prove riferite a cicli omologativi e cicli di prova definiti *ad hoc*.
- Esecuzione di prove in *powertrain* ibride con l'utilizzo di una macchina elettrica in grado di replicare le dinamiche torsionali di un motore a combustione interna.
- Esecuzione di prove *Hardware in the Loop* in combinazione con simulatori di guida esterni.
- Esecuzione di prove *Hardware in the Loop* per validare e calibrazione di tecnologie ed algoritmi di controllo per la guida autonoma e connessa.

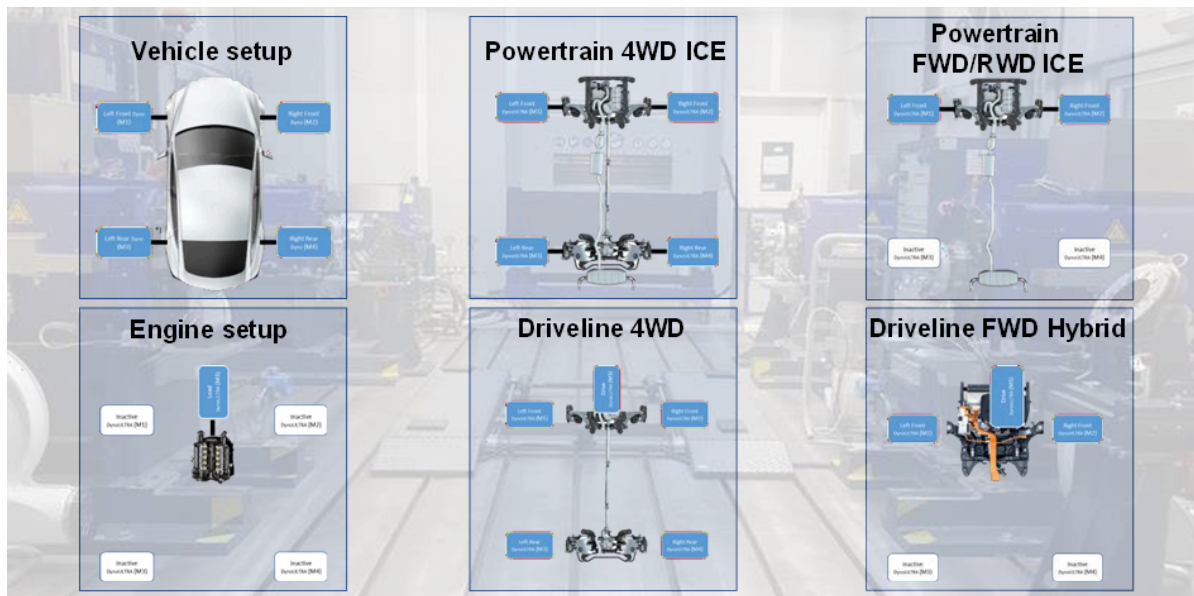


Figura 6 Possibili configurazioni di Veicoli o Powertrain.

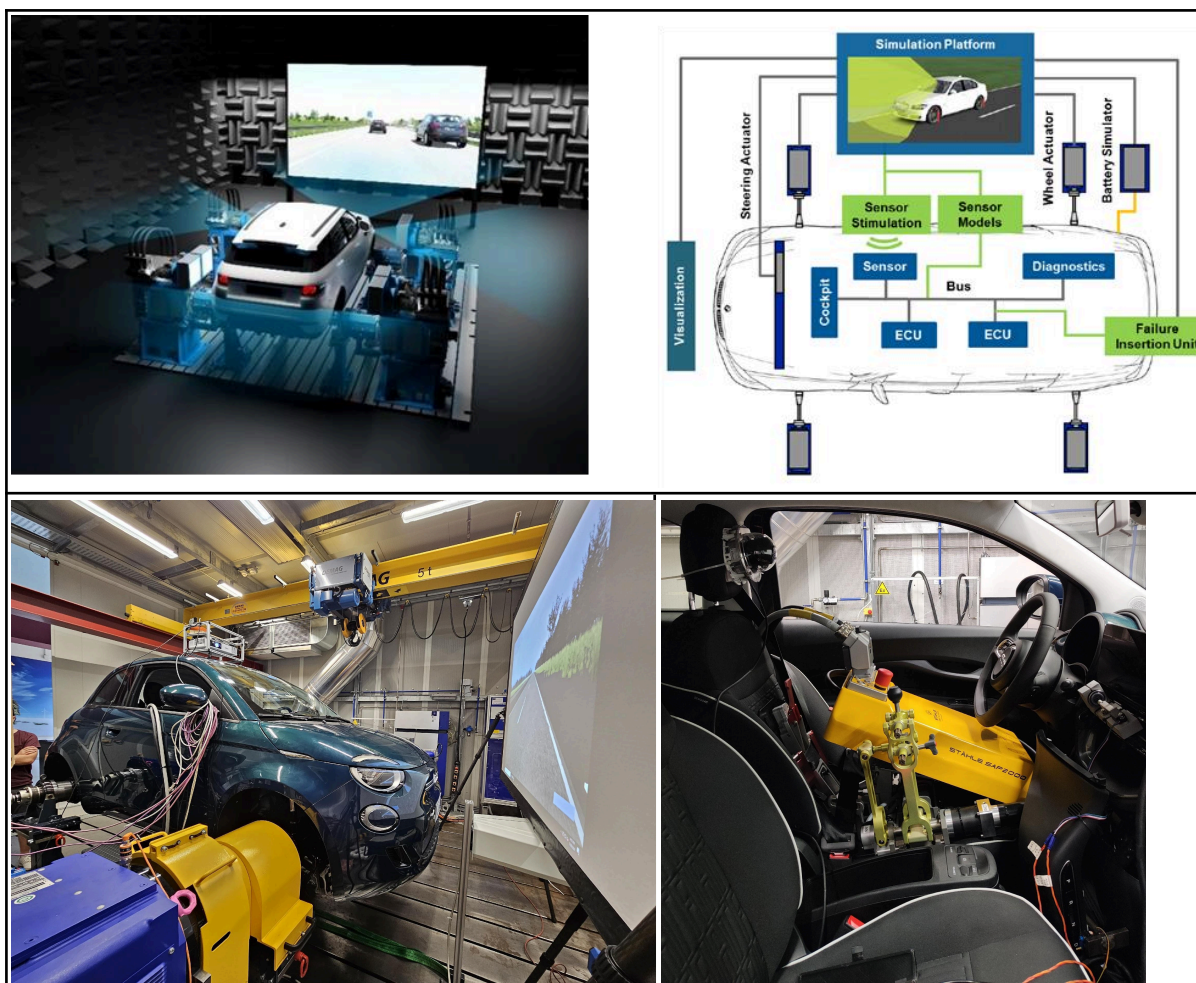


Figura 7 Esempio di Sala prova attrezzata per test su tecnologie per guida autonoma e connessa.

L'attrezzatura di prova è equipaggiata con:

- 4 dinamo di carico da 260 kW (2500 Nm) ad alta dinamica per replicare condizioni di strada anche a bassa aderenza;
- 1 macchina elettrica ("Prime Mover") ad alta dinamica da 450 kW (800 Nm) per replicare le prestazioni di dinamica torsionale di un motore termico in configurazione trasmissione o da utilizzare come "freno" in configurazione motore;
- Torsiometri ad alta risoluzione (0,005 %) per la misura della coppia (5kN) alle ruote;
- Ventilatore fronte marcia (velocità fino a 180 km/h);
- Sistema di automazione per la gestione automatica dei test su veicoli e *powertrain*;
- Robot per comandi pedale e leva cambio;

- Sistemi di attuazione per comandi di vario tipo in sottosistemi veicolo;
- Emulatore di batteria (800 V, 600A, 250 kW);
- Simulatore di guida esterno (*stand-alone*);
- Sistema Testbed.CONNECT™ per l'interfaccia *real-time* tra modelli di simulazione e sala prova;
- Sistema DRIVING.CUBE™ per l'esecuzione di campagne di prova sperimentale atte alla validazione di sistemi di controllo e tecnologie (sensori, attuatori) per la guida assistita e autonoma;
- Sistema di condizionamento fluidi di raffreddamento/lubrificazione dei motori;
- Sistema di condizionamento aria turbocompressa da motori endotermici;
- Sistema di condizionamento ambiente sala prova (15,35 °C).

Strumentazione:

- Sistema di acquisizione di segnali a bassa frequenza misurati durante l'esecuzione della prova;
- Sistema di acquisizione "indicating" ad alta frequenza;
- Sistema di misura di inquinanti gassosi non diluiti (NO/NO₂, CO, CO₂, O₂, idrocarburi incombusti metanici e non metanici);
- Sistemi di misura del particolato: *Smokemeter* (range di misura 0-10 FSN) per prove in stazionario, opacimetro (range di misura 0-10 m⁻¹), *MicroSoot Sensor* (range di misura 0.001 – 50 mg/m³) e *Particle Counter* (range di misura 23 nm – 2.5 µm) per la misura anche lungo transitori;
- Sistema di misura della portata di combustibile (fino a 500 kg/h);
- Misuratore di *blow-by*, ovvero della portata (pulsante) di gas che fuoriesce tra pistoncini e anelli di tenuta dei pistoncini dei motori a combustione interna (range di misura: 3 - 150 lt/min);
- Sistemi di misura di grandezze elettriche a bassa frequenza ed alta frequenza;
- Sistemi di misura di grandezze elettriche a bassa frequenza ed alta frequenza.

L'utilizzo dei servizi presso la sala CARS è consentito con la gestione ed esecuzione delle prove da parte del personale tecnico interno.