

ASSE I – RICERCA, INNOVAZIONE E SVILUPPO
TECNOLOGICO del PO FESR 2014-2020- Azione 1B.1.2.1

PROGETTO MOBAS 4.0

Mobilità sOstenibile in BASilicata 4.0

Work Package 5

“Mobilità sostenibile per il trasporto pubblico urbano”

Deliverable 5.8

“Report sulle verifiche sperimentali svolte”

Stato di avanzamento n. 2 dal 01/01/2023 al 31/12/2023

Data	Redazione a cura di:	Persona di contatto per il progetto:
31/12/2023	Consorzio TRAIN Altri partner: COM, Coing, Digimat, ENEA, Luxant, Plasticform e UNIBAS	Mario Zagaria COM SCPA E-mail: mario.zagaria@com-scpa.it telefono: 0972 460130



Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Sommario

Premessa	4
Collocazione dell'attività nel progetto	4
Deliverable attività A.R. 5.8 – Verifica sperimentale di veicoli elettrici.....	6
Conclusioni	13



Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Premessa

Il presente documento descrive le attività sviluppate dal Consorzio TRAIN nell'ambito del progetto MOBAS 4.0 (Mobilità sostenibile in BASilicata 4.0)

L'attività è riconducibile all'Obiettivo Tematico 1 *“Rafforzare la ricerca, lo sviluppo tecnologico e l'innovazione”* e all'Obiettivo Tematico 2 *“Migliorare l'accesso alle tecnologie dell'informazione e l'utilizzo delle ICT”* del Programma Operativo FESR Basilicata 2014-2020.

Le attività, nel dettaglio, consistono nella preparazione, coordinamento e conduzione delle attività dei partner di progetto coinvolti nel WP, nel coordinamento delle attività di ricerca proprie del Consorzio, nella definizione dei contenuti e nella supervisione dei report prodotti dal Consorzio relativamente alle attività di WP 5.

L'attività descritta in questo documento è tutta riconducibile al WP 5 – Mobilità sostenibile per il trasporto pubblico urbano – il cui obiettivo previsto dal progetto e raggiunto pienamente è stato la realizzazione di un prototipo di minibus elettrico progettato, costruito e accessorato dal Consorzio TRAIN nell'ambito del progetto MOBAS 4.0 per integrare i sistemi di assistenza alla guida, sistemi di teleprenotazione per i servizi a chiamata e il gruppo motoriduttore sviluppati nelle diverse attività realizzative affidate agli altri partner del WP 5.

Collocazione dell'attività nel progetto

Il WP 5 è articolato nelle seguenti attività di ricerca e di sviluppo sperimentale (A.R.):

- A.R. 5.1: Progettazione di un prototipo di bus elettrico per la sperimentazione delle tecnologie sviluppate nel WP 5
- A.R. 5.2: Progettazione del motoriduttore per moto-ruota per veicoli elettrici
- A.R. 5.3: Studio di sistema dedicato per l'ottimizzazione energetica, il controllo e il monitoraggio dei veicoli elettrici
- A.R. 5.4: Studio di soluzioni per incrementare il comfort e la sicurezza di veicoli di nuova generazione basata su tecnologia Radar, sensoristica d'ambiente e data fusion
- A.R. 5.5: Realizzazione del gruppo motoriduttore per moto-ruote per veicoli elettrici
- A.R. 5.6: Realizzazione di elementi di carrozzeria e del cruscotto di un bus elettrico
- A.R. 5.7: Realizzazione di un prototipo di bus elettrico
- A.R. 5.8: Verifica sperimentale.

Nel presente documento sono riportati i risultati dell'AR 5.8 – Verifica sperimentale di veicoli elettrici – sviluppata a valle dell'attività realizzativa 5.7.

Il contesto di riferimento è quello definito dal progetto di ricerca e sviluppo – MOBAS 4.0 e descritto nel relativo progetto finanziato. Lo scenario di riferimento non si è modificato in modo significativo dalla data di avvio del progetto, confermando l'attualità del tema e dell'impostazione tecnica del programma di attività.

L'obiettivo generale del progetto è sviluppare soluzioni tecnologiche e innovative, connesse al settore automotive, con l'intento di potenziare e migliorare la mobilità sostenibile pubblica e privata sul territorio regionale lucano.

Il progetto, articolato in sei obiettivi realizzativi, oltre l'attività di coordinamento, si caratterizza per l'approccio altamente innovativo atto a ridurre l'impatto ambientale, rendendo la mobilità sempre più sostenibile e fruibile a tutti i cittadini lucani.

Nell'ambito del progetto, è stata affidata alla Carrozzeria Nuova San Leonardo l'attività riguardante la realizzazione del telaio del dimostratore e l'assemblaggio dell'intero *powertrain* sulla base delle specifiche identificate e fornite da TRAIN.

Il consorzio TRAIN, con il supporto dei tecnici della Carrozzeria Nuova San Leonardo, ha sviluppato una campagna di prove colta alla caratterizzazione del veicolo elettrico realizzato e finalizzato alla massimizzazione del trasferimento tecnologico tra i ricercatori e i partner industriali coinvolti nel progetto.

Al termine dell'attività, che è coincisa con il termine del progetto, non si segnalano particolari criticità. Si evidenzia, per coerenza con i precedenti deliverable e per verità, che le condizioni al contorno, e in particolare l'emergenza post COVID 19 e le crisi politiche e commerciali in atto, hanno determinato non poca pressione sul progetto, con tempi di consegna dei materiali e, di conseguenza delle lavorazioni da parte dei partner e del pronto all'uso dei prototipi per le attività di test, *shiftati*. Ciononostante, con significativi sforzi il Consorzio TRAIN e tutti i partner coinvolti hanno attuato azioni utili a garantire il rispetto del cronoprogramma.

Deliverable attività A.R. 5.8 – Verifica sperimentale di veicoli elettrici

Le attività realizzate dal Consorzio TRAIN e riferite all'A.R. 5.8. riguardano la realizzazione di una intensa campagna di test sul prototipo di bus elettrico realizzato nell'ambito del WP 5 del progetto MOBAS 4.0.

Le attività, tutte di sviluppo sperimentale, sono state effettuate con l'obiettivo di verificare l'integrazione funzionale di tutti gli elementi installati sul prototipo di bus elettrico.

Parte delle attività sono state realizzate presso le officine di Carrozzeria Nuova San Leonardo (CNSL), nella fase di costruzione del bus e di integrazione della componentistica messa a disposizione dei partner di progetto e installata sul dimostratore. La scelta è stata dettata dalla esigenza di poter intervenire prontamente nel caso di risultati non positivi dei test di integrazione, disponendo di tutte le *facilities* che una officina attrezzata ha a sua disposizione. Altri test sono stati realizzati nella sede ENEA della Trisaia, a Rotondella, come da programma, nelle aree del circuito di prova predisposto da ENEA all'interno del Centro.

Tutte le attività di integrazione sono state realizzate sotto la supervisione e responsabilità scientifica del Consorzio TRAIN, con ciascun partner che ha provveduto alla fase di installazione dei propri sistemi. CNSL ha fornito supporto operativo a tutti i partner.

Nel seguito alcuni riscontri delle attività di verifica di cui all'A.R: 5.8.

In primo luogo, sono state effettuate delle verifiche sul telaio a valle delle sollecitazioni subite durante i test di marcia. I test sono stati avviati ben prima del completamento del montaggio del *powertrain*, trainando il bus a pieno carico e misurando le deformazioni del telaio; le verifiche sono state tutte superate senza che si siano registrate variazioni delle geometrie e deformazioni.



Figura 1. Verifiche di integrazione sul telaio del veicolo della carrozzeria realizzata in tubolari di acciaio a sezione rettangolare.

Oltre alle ovvie verifiche effettuate durante la fase di montaggio, descritta nel deliverable dell'attività 5.7, sempre condotta dal Consorzio TRAIN, durante la fase di test, sollecitato dai movimenti del bus, sono state effettuate delle verifiche sull'adeguatezza e sulle performance delle soluzioni tecniche sviluppate dal PLASTICFORM e dal Consorzio TRAIN e dai rispettivi partner per quel che riguarda l'ancoraggio degli elementi di carrozzeria realizzati con tecnica di stampa 3D.



Figura 2. Verifiche di integrazione sella carrozzeria del veicolo realizzata in stampa 3D.

I test sono stati realizzati con l'obiettivo di verificare la tenuta degli ancoraggi e delle parti di materiale plastico più sollecitate durante la marcia. Sebbene i percorsi di prova non risultassero particolarmente accidentati, le sollecitazioni prodotte non hanno evidenziato particolari criticità, portando a un risultato positivo del test per quel che riguarda questo particolare aspetto.

Sul veicolo sono stati effettuati, inoltre, i test di funzionamento dell'elettronica e di integrazione dei sistemi di bordo del *powertrain* elettrico che muove il bus.

I test hanno dapprima interessato il sistema di batterie che, ricordiamo, sono della stessa tipologia utilizzata per i test sul riuso condotti dall'Università della Basilicata, partner del progetto. Nella figura seguente si osserva la verifica della configurazione del pacco e la corretta connessione dei moduli, 8 collegati in serie e l'assenza di errori sul modulo. Il software di verifica è stato fornito da Cascadia Motion, azienda americana produttrice sia dei moduli al litio NMC che dell'elettronica del *powertrain* (BMS, Inverter e OBC).

Le verifiche hanno evidenziato l'assenza di fault sul sistema batteria-BMS. Il pacco batteria, infatti, è collegato attraverso un bus denominato ISO-SPI-A, visibile nella prima foto a sinistra delle tre foto riportate di seguito, bus che fornisce al BMS i dati di tensione, corrente, temperatura e stato di carica di ciascun modulo.

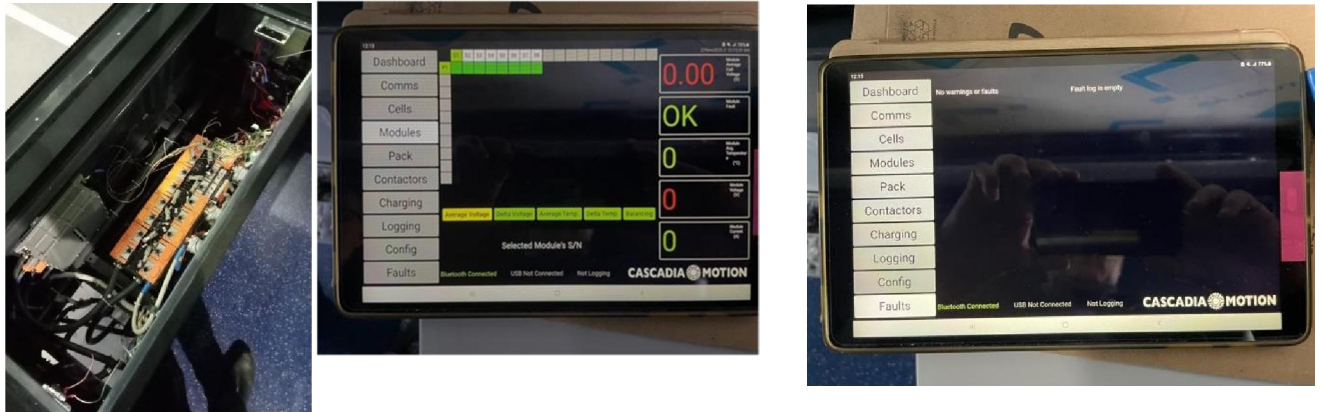


Figura 3. Verifiche sperimentali sul sistema di alimentazione del bus.

Proprio sull'OBC si sono concentrate alcune azioni di verifica, con l'obiettivo, raggiunto, di testare la compatibilità sia agli standard di ricarica USA SAE J1772, sia allo standard IEC 62196, utilizzato in particolare in Europa.



Figura 4. Test sul sistema di batterie della fase di carica con l'OBC installato a bordo: in evidenza una ricarica dal 24% al 79% del SOC

Sono state effettuate anche le verifiche sul sistema di connettori che automaticamente riconfigura i circuiti elettrici di bordo a seconda che il bus sia in fase di carica (modalità individuata dalla presenza di un plug di tipo Mennekes - standard IEC 62196-2 Tipo 2 utilizzato in Europa utilizzato per il prototipo di MOBAS 4.0), sia in fase di trazione o di *idle*.



Figura 5. Verifiche sul sistema di alimentazione del bus e sulla corretta esecuzione delle sequenze di riconfigurazione dei circuiti.

Sono, poi, state effettuate le verifiche sul sistema di trazione e, in particolare, sul blocco inverter-motore, l'azionamento di trazione e sul gruppo motoriduttore sviluppato nell'ambito del progetto dalla capofila COM. Nelle figure seguenti sono riportati i riscontri che le centraline pubblicano sul CAN bus di servizio e che sono state visualizzate sul display installato sul cruscotto del bus fornito da AEM ed integrato nel *powertrain* CASCADIA MOTION.

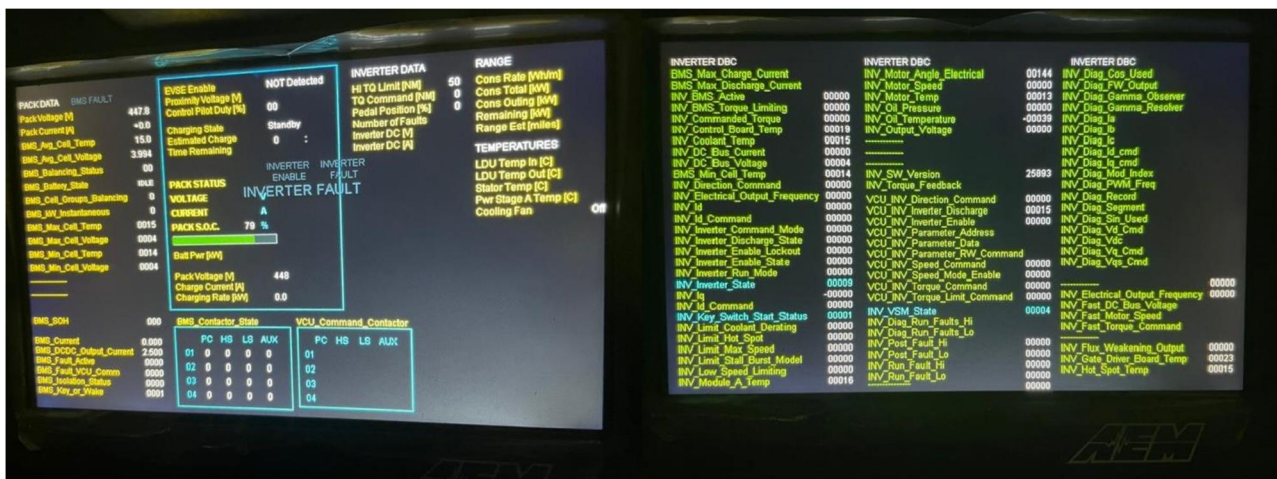


Figura 6. Verifiche sul sistema di trazione: il codice 0000 evidenzia assenza di problemi, ossia verifica superata

La verifica aveva dapprima evidenziato un problema sull'inverter (foto a sinistra di Figura 6), superato attraverso un *upgrade* della *firmware* fornito direttamente dalla azienda produttrice dell'inverter. A valle

di tale operazione le verifiche sono state ripetute e tutti i problemi sono stati risolti, come evidenziato nella foto a destra di Figura 6.

Sono state poi effettuate delle verifiche, superate anch'esse con esito positivo, sul sistema di comando del bus. I comandi dello stato marcia sono impartiti mediante un *Keypad* costruito da AEM, azienda americana che ha fornito anche la *Dashboard* e la *VCU* integrate nel veicolo. Le verifiche sono state effettuate utilizzando un software che intercetta i messaggi su uno dei 5 bus CAN presenti sul veicolo di MOBAS 4.0.

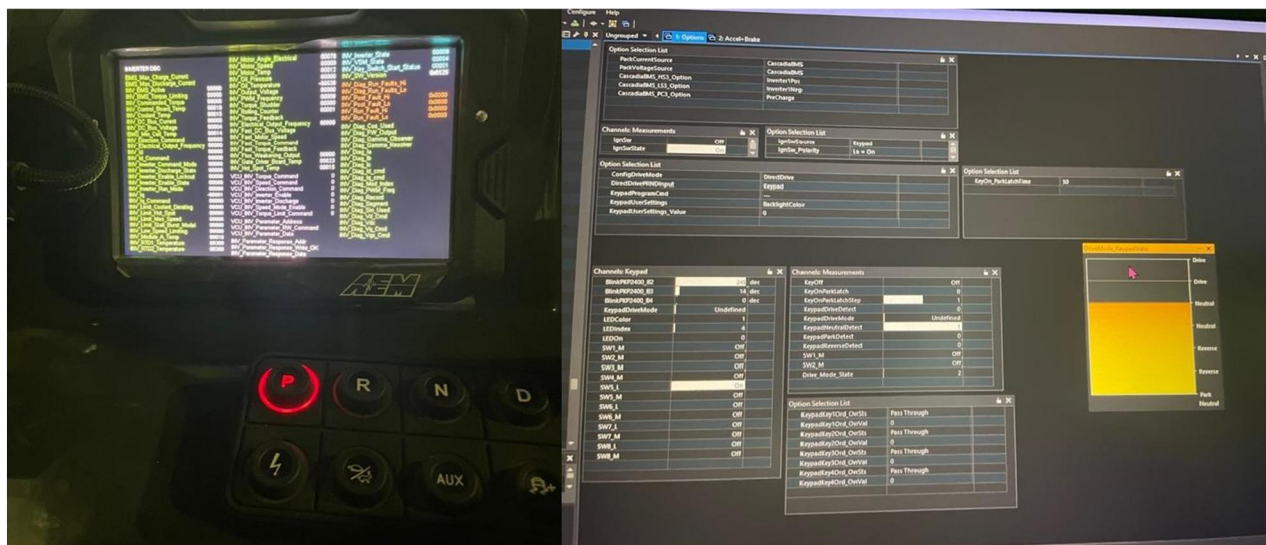


Figura 7. Verifiche sistema di comando del bus mediante Keypad AEM

Sono state poi effettuate le verifiche di corretto funzionamento dell'inverter e di tutto il sistema. Oltre alla verifica del movimento, si è ottenuto anche un riscontro strumentale, come evidenziato in figura.

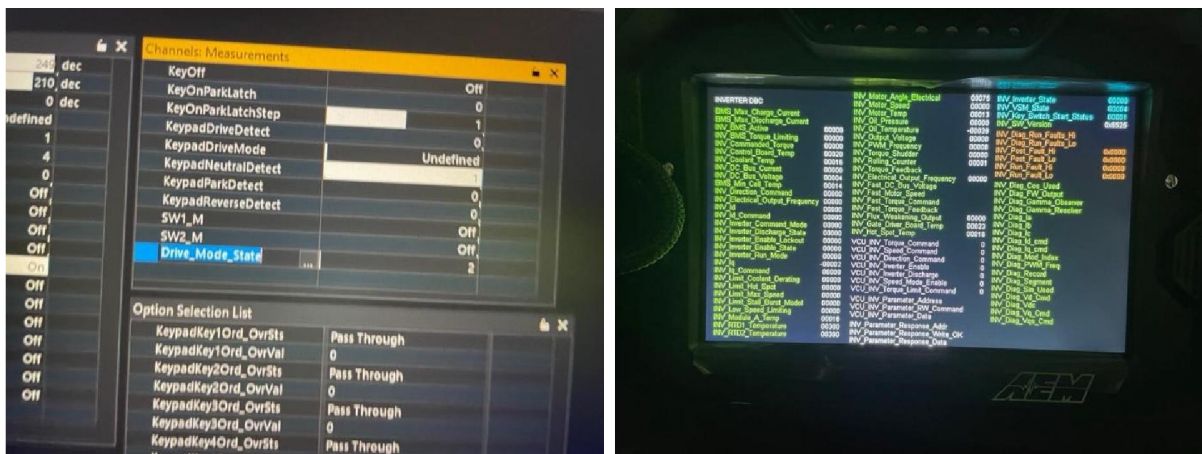


Figura 8. Verifiche ricezione dei comandi da parte dell'inverter

Oltre alle verifiche sul veicolo, sono state effettuate anche le verifiche sui sottosistemi sviluppati dai partner del progetto e installati sul bus dimostratore realizzato dal Consorzio TRAIN. In particolare, sono stati verificati il sistema Radar per la guida autonoma, i sistemi di LUXANT e il sistema di monitoraggio dei consumi installato da COING.



Figura 9. Test sistema di sistema radar per guida autonoma

Con riferimento al sistema radar realizzato da DIGIMAT per la guida autonoma, questo è stato installato nel frontale del veicolo, evidenziato nella foto precedente dal cerchio rosso, coperto da una flangia in materiale plastico (evidenziata in giallo nella stessa foto) ottenuta con procedimento di stampa 3D da PLASTICFORM, come il resto della carrozzeria del bus. Nella fase di test sono stati verificati i livelli di attenuazione della copertura evidenziando valori pressoché nulli, dello stesso livello della risoluzione del sistema di misura, in perfetta coincidenza con quanto atteso dalla fase di progetto. Oltre alle verifiche elettriche e dati tra gli apparati che costituiscono il sistema radar per guida autonoma, sono state realizzate le verifiche funzionali del sistema. Tutte le verifiche sono state realizzate da DIGIMAT; per quel che concerne la verifica delle connessioni elettriche DIGIMAT è stata supportata dal Consorzio TRAIN. Tutte le verifiche hanno dato esito positivo.

Con riferimento alla attività di verifica dei sottosistemi installati da LUXANT, analogamente a quanto realizzato con DIGIMAT, una prima attività di verifica *hardware* (connessione elettrica e dati) è stata realizzata in collaborazione con il Consorzio TRAIN, mentre le verifiche funzionali sono state realizzate direttamente dal soggetto beneficiario e partner LUXANT. Tuttle le attività di verifica per i sottosistemi sviluppati e installati da LUXANT sono state realizzate e superate.



Figura 10. Verifica sottosistemi sviluppati e installati da Luxant.

Per il sottosistema di COING è stata effettuata una verifica di connettività ed elettrica, realizzata in collaborazione con il Consorzio TRAIN e CNSL. I test hanno dato esito positivo. Le verifiche funzionali realizzate sulle app prodotte da COING, così come quella prodotta da LUXANT e dal Consorzio TRAIN, sono state effettuate, conformemente al contesto applicativo previsto dal progetto, anche in altro sito. I risultati sono riportati sui report prodotti dai singoli soggetti attuatori per i WP di riferimento dell'attività.

Conclusioni

In conclusione, si evidenzia come tutte le verifiche previste sono state realizzate e superate con esito positivo.

Non si segnalano particolari criticità; si evidenzia, di contro, la possibilità di continuare la sperimentazione estendendo a un dimostratore il progetto, anche coinvolgendo il territorio.

È opportuno, infatti, evidenziare come il prototipo realizzato non abbia i requisiti di omologazione, coerentemente con quanto previsto dal progetto, caratterizzato da un TRL medio-basso, lontano dalla prototipazione e pre-industrializzazione, fasi che sarebbe opportuno attivare per utilizzare al meglio le competenze acquisite dal partenariato.