

Allegato C

Architettura del sistema tecnologico

Indice dei contenuti

Glossario e definizioni.....	2
Attori del trasporto pubblico.....	2
Rete di trasporto.....	2
Servizio di trasporto.....	3
1 Introduzione.....	4
2 Architettura IT ad alto livello per il TPL.....	4
2.1 Architettura funzionale.....	5
2.2 Architettura a livello di interfacce dati.....	8
2.2.1 Interfacce di riferimento sul medio periodo.....	8
2.2.2 Interfacce transitorie per il breve periodo.....	12
2.3 Architettura di bordo.....	15
2.3.1 Architettura per il medio e lungo periodo.....	15
2.3.2 Architettura per il breve periodo.....	17
Bibliografia.....	18

Indice delle Figure

Figura 1: Vista funzionale dell'architettura di sistema.....	5
Figura 2: Architettura di sistema con vista rispetto ai protocolli di interscambio dati.....	8
Figura 3: Architettura di sistema con vista rispetto ai protocolli di interscambio dati (fase di migrazione).	12
Figura 4: Architettura di bordo per il medio / lungo periodo.	15
Figura 5: Architettura di bordo per il breve periodo.	17

Indice delle Tabelle

Tabella 1: Descrizione funzionale delle componenti dell'architettura.....	8
Tabella 2: Descrizione delle interfacce usate nell'architettura di sistema.....	12
Tabella 3: Descrizione delle interfacce usate nell'architettura di sistema (fase di migrazione).	15
Tabella 4: Descrizione funzionale delle componenti di bordo veicolo.....	17

Glossario e definizioni

I termini tecnici utilizzati in questo documento seguono il significato delle definizioni introdotte nei principali standard europei di riferimento. In particolare, il principale standard considerato è lo standard Transmodel [1], che ha definito il modello dati di riferimento per il trasporto pubblico. Ciascun termine riporta la traduzione corrispondente in lingua tedesca ed inglese. I termini tedeschi sono presi dallo standard VDV-462 [2] che implementa sul territorio tedesco il protocollo europeo NeTEx [3] - [4]

Attori del trasporto pubblico

Passeggeri (*in inglese: passengers; in tedesco: Fahrgäste*): rappresentano la domanda di trasporto che si vuole soddisfare.

Autorità Pubbliche (*in inglese: public authorities; in tedesco: Öffentliche Verwaltung*): organizzazioni di diritto pubblico che possono essere organizzate in diverse forme (Comuni, società in-house, etc.), sono responsabili dell'intera organizzazione e gestione di un sistema di trasporto pubblico. In Provincia di Bolzano, le competenze tra le autorità pubbliche sono distribuite come definite dalla Legge Provinciale n.15 del 23.11.2015. La Provincia Autonoma di Bolzano è denominata anche **ente affidante**.

Operatore di trasporto pubblico (*in inglese: public transport operator; in tedesco: Verkehrsbetreib / Verkehrsunternehmen*): attore incaricato di fornire un servizio di TPL in virtù di un contratto di servizio firmato con un'autorità pubblica.

Fornitori di sistema (*in inglese: system suppliers; in tedesco: Systemlieferant*): attore che fornisce dispositivi hardware e/o piattaforme ed applicazioni software tali da facilitare l'erogazione dei servizi di TPL.

Rete di trasporto

Rete (*in inglese: network; in tedesco: Liniennetz*): è un gruppo di linee caratterizzato da un nome con il quale esso è conosciuto al pubblico.

Linea (*in inglese: line; in tedesco: Linie*): un gruppo di percorsi che sono generalmente conosciuti al pubblico con un nome e/o un numero comune.

Percorso (*in inglese: route; in tedesco: Linienfahrweg*): è una lista ordinata di punti georeferenziati che definiscono un cammino univoco attraverso la rete di trasporto su gomma (o su ferro). Un percorso può passare attraverso lo stesso punto più di una volta.

Arco / collegamento (*in inglese: link; in tedesco: Teilstrecke*): oggetto spaziale orientato di dimensione 1 che descrive la connessione tra due punti.

Punto di fermata (*in inglese: scheduled stop point; in tedesco: Haltepunkt*): punto nel quale i passeggeri possono salire o scendere dai veicoli.

Fermata (*in inglese: stop place; in tedesco: Haltestelle*): un luogo formato da uno o più zone in cui i veicoli possono fermarsi ed i passeggeri possono salire o scendere dai veicoli. Una fermata è caratterizzata tipicamente da uno o più nomi conosciuti al pubblico.

Area di fermata (*in inglese: stop place component; in tedesco: Haltestellenbereich*): parte di una fermata, è introdotta al fine di modellare le diverse parti che caratterizzano una fermata e i collegamenti pedonali da un'area all'altra. Diverse tipologie di aree di fermata esistono:

- **Banchina** (*in inglese: quay; in tedesco: Steig*): un'area come una piattaforma da cui i passeggeri hanno accesso ai mezzi di TPL. Ad una banchina possono essere associati più punti di fermata.

- **Entrata** (*in inglese: entrance; in tedesco: Eingang*): un'entrata o uscita fisica ad una fermata. Può essere associata ad una porta, una barriera o a qualsiasi altro punto riconoscibile di accesso.
- **Spazio di accesso** (*in inglese: access space; in tedesco: Eingangshalle*): un'area accessibile ai passeggeri all'interno di una fermata come ad esempio un atrio, una biglietteria o un'area destinata ai controlli di sicurezza, che però non fornisce un accesso diretto ai veicoli.
- **Zona di parcheggio** (*in inglese: parking; in tedesco: Parkplatz*): zona designata per la sosta di veicoli quali auto, motocicli e biciclette.

Zona tariffaria (*in inglese: tariff zone; in tedesco: Tarifzone*): un'area usata per la caratterizzazione di un sistema tariffario zonale, basato su una logica a matrice o sull'effettivo attraversamento di tali zone, come quello in uso in Alto Adige.

Luogo di partenza / destinazione (*in inglese: sites; in tedesco: Abfahrts- / Ankunftsart*): località nota rispetto alla quale i passeggeri possono fornire un'indicazione di origine o destinazione di un viaggio.

Servizio di trasporto

Punto di riferimento per i tempi di passaggio (*in inglese: timing point; in tedesco: Fahrzeit-Referenzpunkt*): un punto di fermata a cui vengono associate delle tempistiche di transito da parte dei mezzi di trasporto pubblico.

Tipo di percorrenza (*in inglese: journey pattern; in tedesco: Fahrzeitart*): è una lista ordinata di punti di fermata e punti di riferimento per i tempi di passaggio relativi ad un certo percorso, che descrive la modalità attesa di erogazione del servizio da parte dei veicoli di trasporto pubblico. Con i tipi di percorrenza è possibile ad esempio tenere in considerazione le diverse condizioni di traffico in cui le corse vengono eseguite nell'arco della giornata.

Corsa (*in inglese: journey; in German: Fahrt*): è il movimento pianificato di un mezzo di trasporto pubblico in una certa tipologia di giornata su un percorso specificato.

Orario previsto di passaggio (*in inglese: timetabled passing time; in tedesco: geplante Fahrzeit*): tempo pianificato di transito di un mezzo di trasporto pubblico ad un certo punto di fermata rispetto ad una certa corsa pianificata per una certa tipologia di giornata.

Coincidenza (*in inglese: interchange; in tedesco: Anschluß*): è la possibilità programmata di trasferimento per i passeggeri tra due corse in corrispondenza di uno stesso punto di fermata o di punti di fermata diversi.

Orario programmato (*in inglese: timetable frame; in tedesco: Fahrplan*): un insieme organizzato di corse rispetto al quale sono applicate le medesime condizioni di validità.

Piano di circolazione (*in inglese: block; in tedesco: Fahrtumlauf*): è il piano di lavoro di un veicolo di trasporto pubblico dal momento in cui lascia il luogo in cui è parcheggiato al momento in cui ritorna in una zona di sosta.

Tipologia di giornata (*in inglese: day type; in tedesco Tages-Typ*): è una giornata tipo caratterizzata da una o più proprietà che determinano le modalità di svolgimento del servizio di TPL. Esempi: giorno feriale o festivo.

Condizioni di validità (*in inglese: validity conditions; in tedesco Gültigkeitsbedingungen*): set di condizioni che descrivono se un certo servizio viene realizzato in un certo giorno oppure no (es. ad es. servizio realizzato solo dal 31.12 al 3.4).

1 Introduzione

Le specifiche contenute nel presente allegato tecnico sono state definite nell'ambito del progetto denominato "Bingo" (*Broad INformation Goes Online*), finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR). Il progetto è realizzato da Strutture Trasporto Alto Adige (STA) in stretta collaborazione con la Ripartizione Mobilità della Provincia Autonoma di Bolzano, e si è posto come obiettivo quello di progettare e realizzare una nuova architettura IT per la gestione del trasporto pubblico locale.

2 Architettura IT ad alto livello per il TPL

In questo capitolo la nuova architettura IT ad alto livello per il TPL viene illustrata al fine di avere una prima introduzione sulle modalità ad alto livello con cui i servizi di TPL in Alto Adige saranno gestiti da un punto di vista informatico.

Tale introduzione è organizzata su diverse "viste", che presentano l'architettura attraverso diversi livelli di rappresentazione:

- **vista "funzionale"**, che presenta l'architettura da un punto di vista della tipologia di dati che vengono scambiati tra i vari attori del sistema e le componenti da essi controllati;
- **vista "protocolli"**, che mette in evidenza quali protocolli verranno utilizzati a regime per lo scambio automatico dei dati tra i vari componenti di sistema.

Per quello che riguarda la vista "protocolli", è inclusa anche una vista aggiuntiva che presenta i **protocolli aggiuntivi** che potranno essere utilizzati in una **prima fase di implementazione**. Questa scelta è stata effettuata essenzialmente per due motivi:

- permettere di ridurre al minimo le tempistiche necessarie per l'implementazione dell'architettura del sistema, sfruttando prodotti e soluzioni ampiamente disponibili sul mercato;
- attendere che gli standard proposti raggiungano una propria maturità, sia a livello di *release* da parte del comitato europeo di normazione CEN che ne cura lo sviluppo, che a livello di adozione su scala nazionale ed europea, con conseguente diffusione sul mercato di prodotti e soluzioni con essi compatibili.

Quest'introduzione è completata infine da una vista specifica dell'**architettura di bordo**, che fornisce una prima presentazione ad alto livello sulle modalità con cui le componenti di bordo dovranno essere collegate tra di loro ed interagire per garantirne il funzionamento atteso. Anche in questo caso l'architettura proposta segue i più moderni standard presenti allo stato dell'arte, declinati in funzione delle specificità del sistema tariffario integrato dell'Alto Adige.

Tutte le viste sono caratterizzate anche da una chiara suddivisione delle responsabilità dei vari attori di sistema, in modo che siano immediatamente chiari e comprensibili i compiti che sono affidati agli operatori.

2.1 Architettura funzionale

In Figura 1 viene riportata la vista funzionale dell'architettura completa di sistema, descritta in modo dettagliato nei suoi componenti in Tabella 1. Le componenti di competenza dell'operatore aggiudicatario sono evidenziate in colore blu, mentre quelle controllate da STA per conto della Ripartizione Mobilità della Provincia Autonoma di Bolzano sono rappresentate in colore giallo. Le componenti in arancione sono relative al sottosistema di ticketing, la cui gestione e manutenzione è attualmente affidata ad una società esterna su incarico di STA.

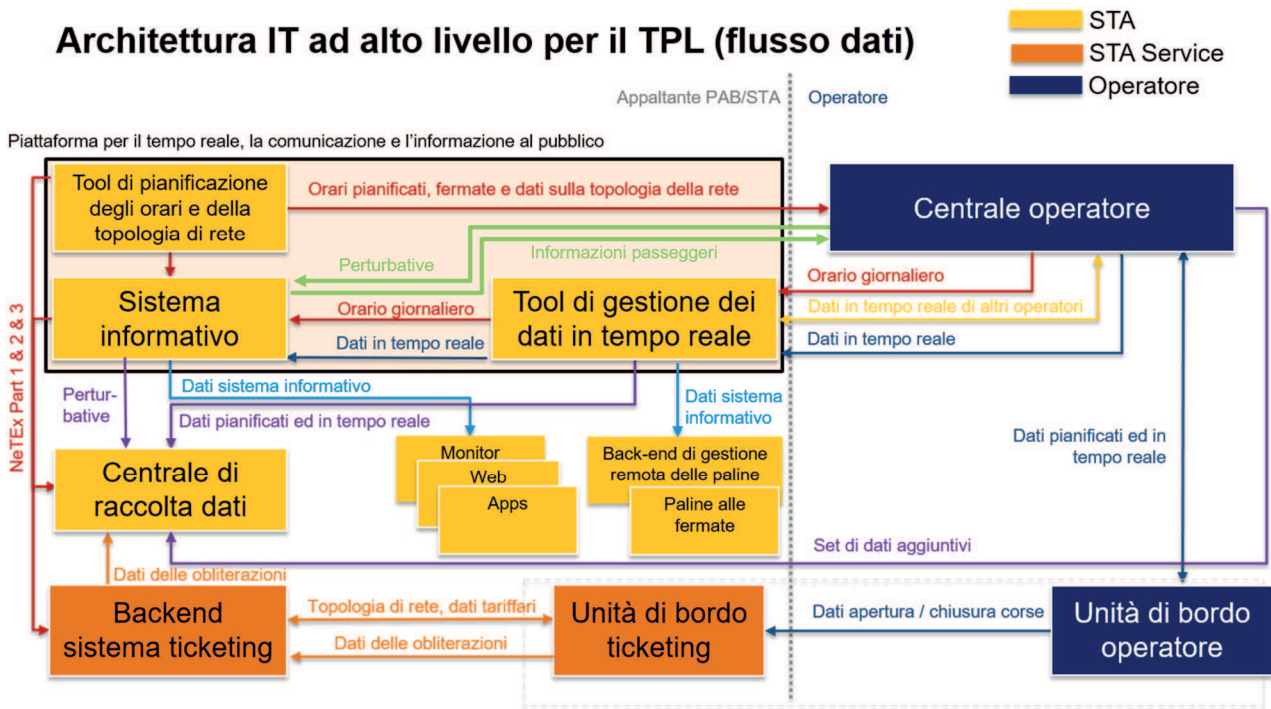


Figura 1: Vista funzionale dell'architettura di sistema.

Componente	Descrizione
Piattaforma per il tempo reale, la comunicazione e l'informazione al pubblico	È una macrocomponente che ha il compito di supportare l'ente affidante nei suoi compiti di pianificazione del servizio e di erogazione di servizi informativi ai viaggiatori. E' composta dal tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete, dal tool di gestione dei dati in tempo reale e dal sistema informativo.
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Questo componente ha il compito di gestire tutti i dati pianificati del trasporto pubblico locale (in particolare la topologia della rete con la caratterizzazione delle fermate e degli archi, ed i dettagli del servizio programmato con le informazioni relative alle corse pianificate). Ad oggi questo compito è realizzato per mezzo di un'istanza del tool DIVA prodotto dalla ditta Mentz ¹ . Il set di dati gestiti attraverso questo tool è da intendersi come il "master" per l'intera architettura di sistema: esso infatti è da intendersi come il riferimento unico per tutti i sistemi alimentati, soprattutto per quello che riguarda i sistemi gestiti dall'operatore, attraverso i quali vengono realizzate le proprie attività interne di pianificazione dei servizi.
Centrale Operatore	Questo componente comprende tutti i sistemi di back-end che l'operatore utilizza allo scopo di (i) pianificare internamente l'erogazione dei servizi di

¹ Per maggiori informazioni sul tool, si rimanda alla pagina web <https://www.mentz.net/en/vehicle-and-duty-scheduling/diva/>

Componente	Descrizione
	trasporto pubblici ad esso assegnati (pianificazione dei turni macchina e dei turni guida, con loro assegnazione agli autisti) e (ii) gestire in tempo reale attraverso una connessione continua con la propria flotta di mezzi in servizio. Questi compiti possono essere espletati da uno o più tool: su questo viene lasciata totale libertà scelta all'operatore di utilizzare la soluzione tecnologica che ritiene essere più congeniale.
Tool di gestione dei dati in tempo reale	La nuova architettura IT per il trasporto pubblico locale dell'Alto Adige prevede un nuovo componente di sistema che ha essenzialmente due diversi compiti: (i) raccogliere dati in tempo reale da tutti gli operatori di trasporto pubblico locale (compresi quelli che operano su ferro) sui servizi correntemente forniti; (ii) distribuire tali dati, opportunamente rielaborati a tutti gli attori del sistema (compresi gli operatori stessi) al fine di fornire un'adeguata informazione all'utenza e garantire un incremento dell'efficienza del servizio complessivamente fornito attraverso la possibilità di gestire in maniera flessibile le coincidenze tra corse diverse. In questo contesto, gli operatori hanno essenzialmente tre compiti: (i) fornire l'orario giornaliero, che rappresenta l'attualizzazione dell'orario di riferimento gestito e distribuito dal tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete, arricchito con alcuni dati come ad es. l'identificativo del veicolo associato ad una certa corsa; (ii) fornire i dati in tempo reale relativi alla posizione dei propri mezzi; (iii) ricevere i dati in tempo reale relativi ai servizi erogati dagli altri operatori del sistema in modo da poter gestire le coincidenze ed espletare al meglio i compiti di informazione all'utenza a bordo dei propri mezzi.
Sistema informativo	Questo componente rappresenta il sistema di riferimento che alimenta i diversi canali informativi con cui gli utenti del trasporto pubblico locale possono essere informati sui servizi erogati e sul loro stato attuale. In generale, questo componente è l'unico punto di distribuzione delle informazioni da cui applicativi di terze parti possono collegarsi per richiedere i dati da mostrare agli utenti: l'unica eccezione è legata al sistema delle paline alle fermate, che viene alimentato grazie alla presenza di protocolli dati ad-hoc dal tool di gestione dei dati in tempo reale. Oltre a rendere disponibili in forma semplificata tali informazioni rielaborate secondo licenze aperte che verranno definite, questo componente offre funzionalità aggiuntive in grado di semplificare le operazioni di pianificazione di uno spostamento, come ad es. funzionalità di <i>routing / journey planning</i> per la raccomandazione di diverse opzioni di viaggio per muoversi in un certo momento della giornata da un punto all'altro in Alto Adige. Un'altra funzionalità gestita da questo componente riguarda il calcolo della tariffa per un certo percorso. Ad oggi questo compito è realizzato per mezzo di un'istanza del tool EFA (<i>Elektronische Fahrplanauskunft</i>) prodotto dalla ditta Mentz ² , dotato anche di un modulo ICS (<i>Incident Capturing System</i>) per la gestione di perturbative al servizio. La trasmissione di queste notifiche (manualmente o attraverso SIRI SX) al sistema dell'ente affidante è responsabilità dell'impresa affidataria.

² Per maggiori informazioni sul tool, si rimanda alla pagina web <https://www.mentz.net/verkehrsauskunft/efa/>

Componente	Descrizione
Monitor, Web, Apps	In questo blocco vengono rappresentati alcuni dei possibili canali digitali attraverso i quali gli utenti possono visualizzare le informazioni pianificate ed in tempo reale del sistema di trasporto pubblico locale. Si prevede in futuro la coesistenza tra canali informativi "ufficiali", gestiti da STA per conto della Provincia Autonoma di Bolzano, ed applicazioni di terze parti. In questo modo sarà possibile raggiungere in maniera estremamente più efficace i diversi gruppi target amplificando la visibilità di queste informazioni e più in generale dell'offerta di trasporto pubblico complessivamente proposta.
Back-end di gestione remota delle paline e paline alle fermate	Questo componente ha il compito di gestire tutta l'informazione digitale alle fermate. Esso è composto dalle paline alle fermate e da un sistema di back-end da cui ricevono in forma semplificata le informazioni da visualizzare. In particolare il sistema di back-end ha il compito di rielaborare i dati ricevuti dal tool di gestione dei dati in tempo reale rendendoli presentabili per le esigenze di visualizzazione alle fermate. Questi componenti di sistema sono completamente gestiti da STA per conto della Provincia Autonoma di Bolzano; l'operatore non è coinvolto nella loro gestione.
Unità di bordo operatore	Questo componente si trova a bordo di tutti i mezzi pubblici dell'operatore ed ha essenzialmente due compiti: (i) gestire tutti gli apparati di bordo del mezzo (esclusi quelli del sottosistema di ticketing); (ii) trasmettere in tempo reale alla centrale operatore tutti i dati utili per il monitoraggio del servizio.
Unità di bordo ticketing	Questo componente si trova a bordo di tutti i mezzi pubblici dell'operatore ed ha essenzialmente due compiti: (i) gestire il funzionamento degli obliteratori e delle emettitrici di titoli di viaggio presenti a bordo raccogliendone i record di tutte le obliterazioni ed emissioni di ticket effettuate; (ii) trasmettere al sistema di back-end del sistema di ticketing i dati di tutte le obliterazioni e le vendite di biglietti registrate. Il funzionamento di questo componente è pilotato dall'unità di bordo operatore secondo un protocollo documentato.
Backend sistema di ticketing	Questo componente ha il compito di gestire centralmente tutte le funzionalità del sistema tariffario integrato in uso ad oggi in Alto Adige. Nella vista dell'architettura qui riportata, vengono messe in evidenza due importanti funzionalità: (i) la raccolta dei record delle obliterazioni dalle unità di bordo ticketing, necessarie per il calcolo degli importi associati ad ogni singolo viaggio di ogni singolo utente, e la raccolta dei titoli di viaggio che sono stati emessi; (ii) la fornitura dei dati tariffari elaborati alla centrale di raccolta dati, affinché essi possano essere utilizzati per molteplici scopi, in primo luogo per valutare la rispondenza tra domanda ed offerta del sistema così da identificare potenzialità di miglioramento dell'offerta proposta.
Centrale di raccolta dati	La nuova architettura IT per il trasporto pubblico locale dell'Alto Adige prevede infine l'introduzione di un nuovo componente di sistema, che ha un compito cruciale: quello di storicizzare tutti i dati più rilevanti del sistema di trasporto pubblico affinché essi possano essere utilizzati e correlati per analisi a posteriori più o meno complesse, la più importante delle quali riguarda il monitoraggio dei servizi forniti dall'operatore in funzione degli

Componente	Descrizione
	indicatori quantitativi previsti nel capitolato di gara. Questa centrale è alimentata da numerosi componenti di sistema: il tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete, così da poter disporre dei dati pianificati di riferimento; il tool di gestione dei dati in tempo reale, così da mantenere uno storico dei servizi realmente erogati; ed il backend sistema di ticketing, per avere una corrispondenza con la domanda effettiva osservata. Per completare questo quadro si prevede infine un ulteriore flusso dati direttamente dalla centrale operatori, in modo da poter disporre, a posteriori, di ulteriori set di dati utili per questi scopi come ad esempio la caratterizzazione del parco veicolare circolante o dati aggiuntivi disponibili a livello di bordo come il numero di passeggeri presenti sui mezzi.

Tabella 1: Descrizione funzionale delle componenti dell'architettura.

2.2 Architettura a livello di interfacce dati

A livello di interfacce dati, l'architettura si basa su un massiccio utilizzo dei più moderni standard europei presenti allo stato dell'arte.

2.2.1 Interfacce di riferimento sul medio periodo

In Figura 2 viene riportata l'architettura completa di sistema rispetto ai protocolli di interscambio dati. I dettagli delle interfacce sono illustrate in Tabella 2.

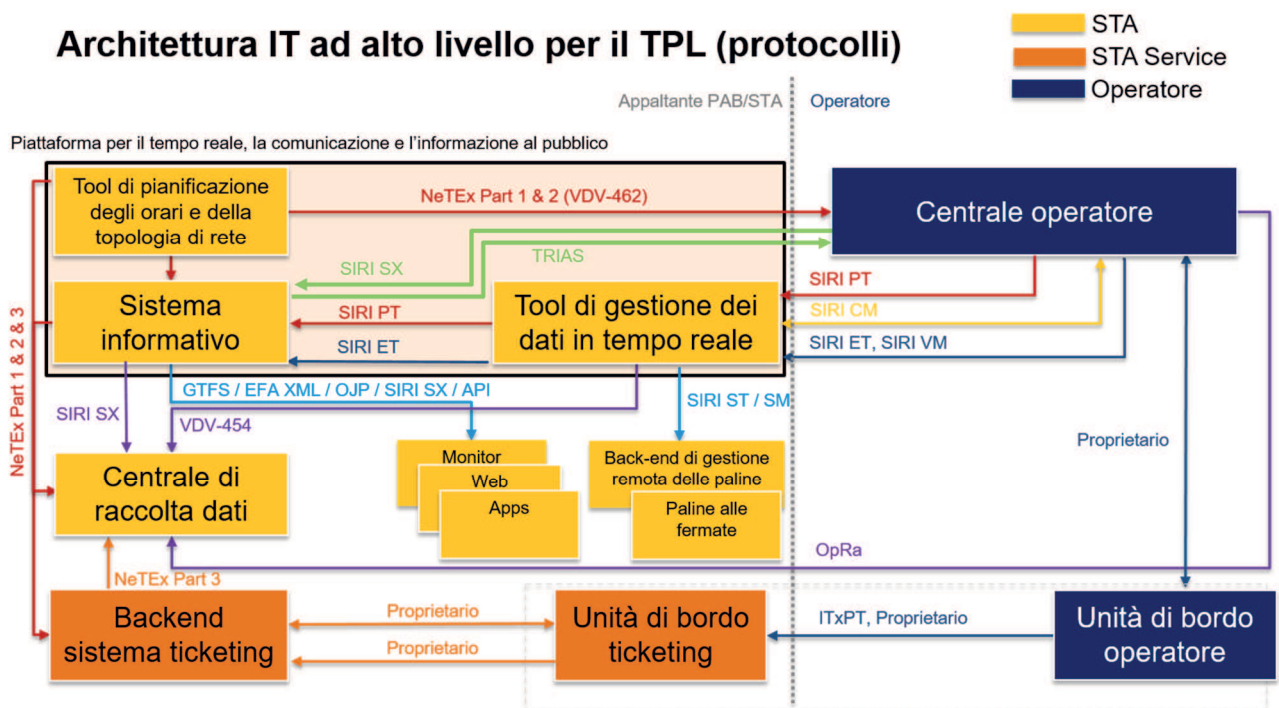


Figura 2: Architettura di sistema con vista rispetto ai protocolli di interscambio dati.

Componente A	Componente B	Descrizione
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Centrale Operatore	I dati topologici della rete del trasporto pubblico e gli orari dei servizi programmati vengono resi disponibili attraverso lo standard NeTex nelle sue parti 1-2, più precisamente attraverso il profilo tedesco dello standard (VDV-462) nella sua versione "ITCS-L3". Il dataset include in particolare

Componente A	Componente B	Descrizione
		l'anagrafica delle fermate (comprese le aree ed i punti di fermata), gli archi, i percorsi, le linee, i tempi di percorrenza dei percorsi, i calendari, le corse e le coincidenze. Le informazioni sono disponibili laddove previsto dallo standard in molteplici lingue: italiano, tedesco e ladino. La trasmissione, basata inizialmente su file di export ed in futuro possibilmente anche via web-services, è strutturata con un invio iniziale (nuovi orari annuali) e invii periodici giornalieri, che includono tutte le modifiche pianificate a questa programmazione di riferimento.
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Backend sistema di ticketing	Il back-end del sistema di ticketing viene alimentato non solo dal set di dati topologici della rete del trasporto pubblico e degli orari dei servizi programmati via protocollo NeTEx parti 1-2 (VDV-462), ma anche con altre informazioni di base necessarie per la corretta calibrazione del sistema tariffario, come ad esempio le distanze tra due zone tariffarie. Questi dati aggiuntivi sono trasmessi attraverso il protocollo NeTEx parte 3 (<i>Fare Frame</i>). Questi dati sono di competenza di STA.
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Sistema informativo	Il sistema informativo è alimentato dal tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete attraverso un processo automatico.
Centrale Operatore	Unità di bordo operatore	Il sottosistema della centrale operatore che gestisce la flotta dei mezzi in tempo reale trasmette i dati pianificati arricchiti alle unità di bordo operatore installate sui propri mezzi con un protocollo proprietario. Ciò che è importante è garantire il continuo aggiornamento della base dati a bordo dei mezzi, con almeno la stessa frequenza con cui dati pianificati sono trasmessi dal tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete, in modo da garantire il corretto funzionamento del sottosistema di ticketing ed evitare inconsistenze rispetto all'invio dei dati in tempo reale. In prospettiva si valuterà la possibilità di rendere l'interfaccia compatibile con la specifica S04 ITxPT [5], secondo quanto previsto nel processo di innovazione tra ente affidante ed impresa affidataria.
Unità di bordo operatore	Centrale Operatore	Il sottosistema della centrale operatore che gestisce la flotta dei mezzi in tempo reale riceve dalle unità di bordo operatore installate sui propri mezzi la posizione in tempo reale dei mezzi con un protocollo proprietario. Le unità di bordo devono anche trasmettere, in tempo reale o a fine corsa, anche il set di dati aggiuntivi da trasmettere successivamente alla centrale di raccolta dati come il numero di passeggeri presenti a bordo. Anche in questo caso si valuterà in prospettiva la possibilità di rendere l'interfaccia compatibile con la specifica S04 ITxPT, secondo quanto previsto nel

Componente A	Componente B	Descrizione
		processo di innovazione tra ente affidante ed impresa affidataria.
Centrale Operatore	Tool di gestione dei dati in tempo reale	Il sottosistema della centrale operatore che gestisce la flotta dei mezzi in tempo reale trasmette al tool di gestione dei dati in tempo reale (i) l'orario giornaliero pianificato, che include eventuali modifiche all'orario annuale come illustrato nel capitolo successivo e (ii) l'orario giornaliero attualizzato, comprensivo di informazioni in tempo reale sulla posizione dei mezzi della flotta. Tali set di dati sono trasmessi rispettivamente attraverso i protocolli SIRI PT, SIRI ET e SIRI VM.
Centrale Operatore	Sistema informativo	La centrale operatore trasmette notifiche di perturbative di servizio al sistema informativo. Le perturbative sono trasmesse con il protocollo SIRI SX.
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Sistema informativo	Il tool di gestione dei dati in tempo reale inoltra le informazioni ricevute dalle centrali operatori, aggregate tra loro, al sistema informativo utilizzando i medesimi protocolli SIRI PT e SIRI ET.
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Back-end di gestione remota delle paline e paline alle fermate	Il tool di gestione dei dati in tempo reale alimenta il back-end di gestione remota delle paline inviando i set di dati trasmessi dalle centrali operatori, opportunamente convertiti, attraverso i protocolli SIRI ST e SM. Nello specifico tali protocolli sono usati per inviare i passaggi pianificati e attuali alle fermate delle singole corse, rispettivamente. Il back-end di gestione remota delle paline rielabora questi dati e li invia alle paline alle fermate usando un'interfaccia proprietaria.
Sistema informativo	Monitor, Web, Apps	Il sistema informativo mette a disposizione di terze parti informazioni pianificate ed in tempo reale sui servizi di trasporto erogati. Tali informazioni sono esposte attraverso interfacce standard come OJP, EFA-XML, GTFS e SIRI SX (per le informazioni sui disservizi) ed eventualmente attraverso un API ad-hoc. Saranno messi a disposizione di terze parti anche dei widget così da facilitarne l'integrazione in applicazioni web esistenti.
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Centrale Operatore	Il sottosistema della centrale operatore che gestisce la flotta dei mezzi in tempo reale non invia solo dati al tool di gestione dei dati in tempo reale. La centrale operatori può anche chiedere dati di altri operatori. In particolare è prevista la gestione delle coincidenze. In questo caso richieste di coincidenze garantite da parte di altri operatori sono inoltrate per mezzo del tool di gestione dei dati in tempo reale. L'operatore può confermare o non garantire la coincidenza a valle di un confronto con l'autista del mezzo coinvolto dalla richiesta. Le interazioni tra il tool di gestione dei dati in tempo reale e la centrale operatore avvengono attraverso il protocollo SIRI CM.

Componente A	Componente B	Descrizione
Sistema informativo	Centrale Operatore	La centrale operatore riceve dal sistema informativo tutte le informazioni utili per pilotare il proprio sistema di informazione ai passeggeri, incluso il sistema di informazione a bordo dei veicoli della propria flotta. Tali informazioni sono disponibili attraverso l'interfaccia TRIAS, descritta nella specifica VDV-431 (parti 1 e 2) [6]- [7].
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Centrale di raccolta dati	Il tool di gestione dei dati in tempo reale trasmette alla centrale di raccolta dati il set completo dei dati relativi alle corse giornaliere pianificate ed effettuate in conformità con la specifica VDV-454 (" <i>Komplettfahrtmeldung mit RealZeit</i> "). Questa specifica si applica sull'ultima trasmissione effettuata da parte dell'impresa affidataria.
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Centrale di raccolta dati	Il tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete trasmette alla centrale di raccolta dati il set completo relativo alla pianificazione dei servizi, inclusi i dati tariffari gestiti a sistema. La trasmissione avviene per mezzo del protocollo NeTEx parti 1-2 (VDV-462) per la parte di topologia di rete ed orari annuali, e NeTEx parte 3 (<i>Fare Frame</i>) per la parte dei dati relativi al sistema tariffario. Questo set di dati viene utilizzato principalmente per finalità di confronto con i dati consuntivi forniti dal tool di gestione dei dati in tempo reale e dal back-end del sistema tariffario.
Sistema informativo	Centrale di raccolta dati	Il sistema informativo trasmette alla centrale di raccolta dati l'elenco delle notifiche sulle perturbative al servizio, così da considerare opportunamente queste informazioni durante il confronto pianificato / consuntivo.
Unità di bordo operatore	Unità di bordo ticketing	A bordo dei mezzi è prevista un'interazione automatica tra l'unità di bordo gestita dall'operatore e l'unità di bordo del sottosistema di ticketing. Nello specifico, l'unità di bordo del sottosistema di ticketing riceve dall'unità di bordo gestita dall'operatore un set di dati utili per il suo corretto funzionamento. Tale interazione avviene attraverso un protocollo proprietario che l'operatore dovrà essere in grado di implementare. Le specifiche di questo protocollo sono incluse nella documentazione di gara.
Unità di bordo ticketing	Backend sistema di ticketing	Le obliterazioni registrate a bordo dei mezzi sono raccolte e trasmesse dall'unità di bordo ticketing al back-end corrispondente al completamento di ciascuna corsa. La trasmissione avviene attraverso protocolli proprietari implementati da fornitore del sottosistema di ticketing.
Backend sistema di ticketing	Centrale di raccolta dati	Il backend del sistema di ticketing trasmette regolarmente alla centrale di raccolta dati il consuntivo in forma anonima del sistema tariffario. La trasmissione di questi dati avviene usando il protocollo standard NeTEx parte 3 (<i>Sales Transaction Frame</i>).
Centrale Operatore	Centrale di raccolta dati	Questo flusso dati gestisce la trasmissione periodica di set di dati aggiuntivi in possesso dell'operatore e che sono utili per

Componente A	Componente B	Descrizione
		la caratterizzazione e la valutazione a posteriori dei servizi eserciti, anche al fine di verificare il rispetto degli indicatori di qualità. A regime questo flusso dati sarà implementato per mezzo del protocollo OpRa.

Tabella 2: Descrizione delle interfacce usate nell'architettura di sistema.

2.2.2 Interfacce transitorie per il breve periodo

La medesima vista del paragrafo precedente viene proposta anche in Figura 3, ma mettendo in evidenza i protocolli di interscambio dati aggiuntivi che potranno essere accettati durante la prima fase di implementazione, in attesa di implementare completamente i protocolli precedentemente indicati. Il dettaglio delle tempistiche con cui questa transizione verrà gestita è documentato in Tabella 3.

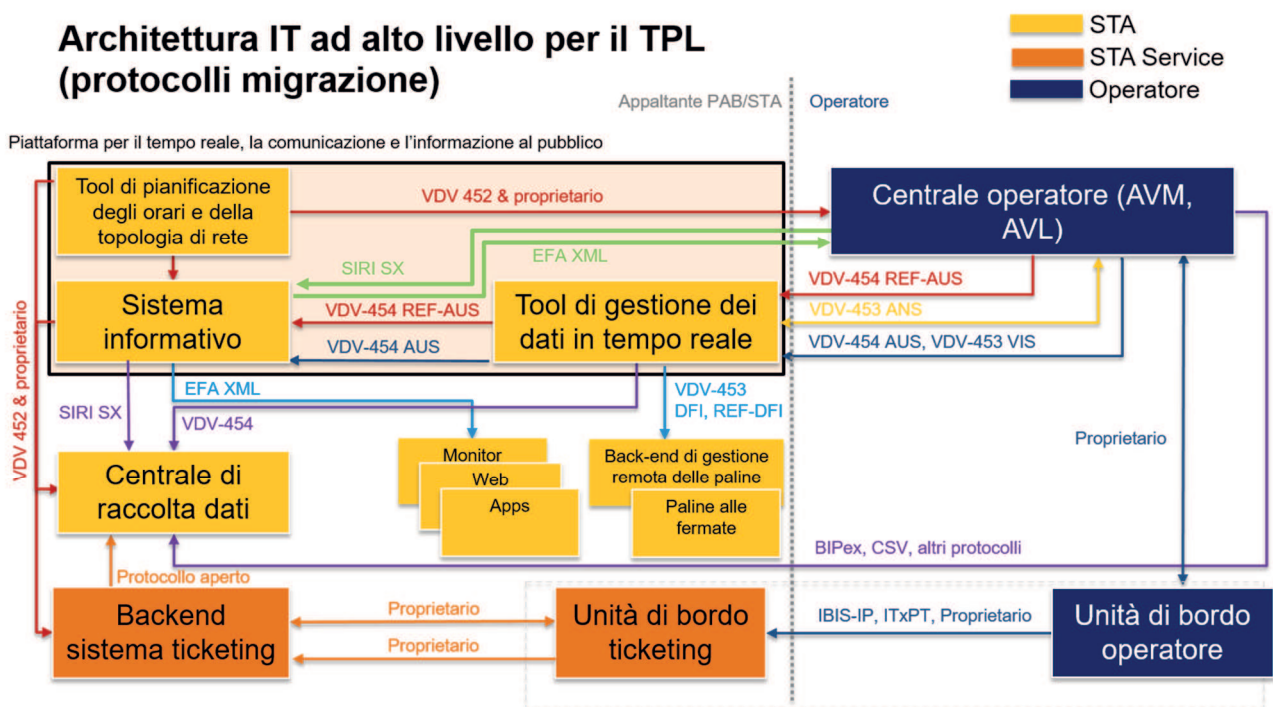


Figura 3: Architettura di sistema con vista rispetto ai protocolli di interscambio dati (fase di migrazione).

Componente A	Componente B	Descrizione	Tempistiche migrazione
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Centrale Operatore	I dati topologici della rete del trasporto pubblico e gli orari dei servizi programmati vengono resi disponibili inizialmente anche attraverso lo standard tedesco VDV-452. Il dataset include in particolare l'anagrafica delle fermate (con il dettaglio dei punti di fermata), gli archi, i percorsi, le linee, i tempi di percorrenza dei percorsi, i calendari, le corse e le coincidenze. Le informazioni	Questo export sarà disponibile fino a 2 anni dopo l'avvio della messa in produzione dell'architettura.

Componente A	Componente B	Descrizione	Tempistiche migrazione
		sono disponibili in italiano: le traduzioni in tedesco e ladino saranno disponibili attraverso opportuni file aggiuntivi di mapping. La trasmissione è basata unicamente su file di export ed è strutturata con un invio iniziale (nuovi orari annuali) e invii periodici giornalieri, che includono tutte le modifiche pianificate a questa programmazione di riferimento.	
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Backend sistema di ticketing	-	I dati verranno fin da subito forniti attraverso il protocollo NeTEx, parte 3 (<i>Fare Frame</i>)
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Sistema informativo	-	Il sistema informativo è alimentato fin da subito dal tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete attraverso un processo automatico.
Centrale Operatore	Unità di bordo operatore	-	La trasmissione dei dati dai mezzi alle centrali operatori avverrà fin da subito con soluzioni tecniche scelte dall'operatore, anche proprietarie.
Unità di bordo operatore	Centrale Operatore	-	
Centrale Operatore	Tool di gestione dei dati in tempo reale	L'orario giornaliero pianificato e aggiornato verrà fornito in una fase iniziale attraverso il protocollo VDV-454 (servizio AUS e REF-AUS). Nota: VDV-454 compreso di " <i>Komplettfahrtmeldung mit RealZeit</i> ".	Questa modalità di trasmissione sarà disponibile fino a 3 anni dopo l'avvio della messa in produzione dell'architettura.
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Sistema informativo	Anche la comunicazione tra questi due componenti di sistema sarà gestita inizialmente con il protocollo VDV-454 (servizio AUS und REF-AUS).	
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Back-end di gestione remota delle paline e paline alle fermate	I passaggi pianificati e attuali alle fermate delle singole corse saranno trasmessi inizialmente al back-end di gestione remota delle paline anche attraverso il	

Componente A	Componente B	Descrizione	Tempistiche migrazione
		protocollo VDV-453 (servizi DFI e Ref-DFI).	
Sistema informativo	Monitor, Web, Apps	I dati messi a disposizione di applicativi terzi saranno esposti inizialmente dal sistema informativo nel formato EFA XML ed eventualmente attraverso un API ad-hoc. I widget saranno disponibili in una prima versione fin dall'inizio delle attività di implementazione.	La messa a disposizione dei servizi OJP verrà completata entro 3 anni dopo l'avvio della messa in produzione dell'architettura. Le altre interfacce previste saranno introdotte gradualmente.
Sistema informativo	Centrale Operatore	Anche i sistemi della centrale operatore saranno alimentati, per quello che riguarda l'informazione ai passeggeri, dal servizio EFA XML attualmente disponibile.	L'interfaccia TRIAS sarà implementata entro 2 anni dopo la messa in produzione dell'architettura.
Centrale Operatore	Sistema informativo	-	Le notifiche relative a perturbative di servizio saranno da subito gestite con il protocollo SIRI SX.
Sistema informativo	Centrale di raccolta dati	-	
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Centrale Operatore	La gestione delle coincidenze verrà effettuata inizialmente attraverso il protocollo VDV-453, servizio ANS con canale di ritorno.	Questa modalità di trasmissione sarà disponibile fino a 3 anni dopo l'avvio della messa in produzione dell'architettura.
Tool di gestione dei dati in tempo reale	Centrale di raccolta dati	-	La specifica VDV-454 ("Komplettfahrtmeldung mit RealZeit") verrà supportata fin dall'inizio delle operazioni.
Tool di pianificazione degli orari e della topologia di rete	Centrale di raccolta dati	-	I dati verranno fin da subito forniti attraverso il protocollo NeTEx, parti 1-2-3.
Unità di bordo operatore	Unità di bordo ticketing	-	Il protocollo proprietario fornito nella documentazione di gara sarà utilizzato fin da subito.
Unità di bordo ticketing	Backend sistema di ticketing	-	La trasmissione remota delle oblitterazioni registrate a bordo avverranno fin da subito attraverso protocolli proprietari implementati da fornitore del sottosistema di ticketing

Componente A	Componente B	Descrizione	Tempistiche migrazione
Backend sistema di ticketing	Centrale di raccolta dati	-	I dati verranno fin da subito forniti attraverso il protocollo NeTeX, parte 3 (<i>Sales Transaction Frame</i>)
Centrale Operatore	Centrale di raccolta dati	In attesa che il protocollo OpRa venga definito in dettaglio, la trasmissione dei dati aggiuntivi potrà avvenire o attraverso il protocollo BIPex (parte Servizio Esercito) oppure attraverso semplici export in formato .csv o interfacce <i>custom</i> da definire congiuntamente nella loro struttura in fase di avvio delle attività di integrazione.	Questa modalità di trasmissione sarà mantenuta indicativamente fino a 5 anni dopo l'avvio della messa in produzione dell'architettura. L'introduzione del protocollo OpRa verrà valutata attentamente in funzione degli sviluppi del comitato di standardizzazione che ne sta curando la definizione.

Tabella 3: Descrizione delle interfacce usate nell'architettura di sistema (fase di migrazione).

2.3 Architettura di bordo

2.3.1 Architettura per il medio e lungo periodo

La vista dell'architettura di bordo per il medio e lungo periodo, da applicare su tutti i nuovi veicoli immessi in linea dopo l'avvio del servizio, è riportata in Figura 4. Tutti i nuovi autobus che verranno messi in servizio dovranno garantire la piena compatibilità con quest'architettura, ad eccezione dei mezzi classe A da max. 9 posti. La caratteristica fondamentale riguarda la scelta di prevedere una rete IP a bordo, secondo le specifiche e le linee guida ITxPT [8]- [9]- [10]. In Tabella 4 vengono elencate in forma sintetica le funzionalità attese di ciascun componente, distinti per componenti obbligatori ed opzionali.

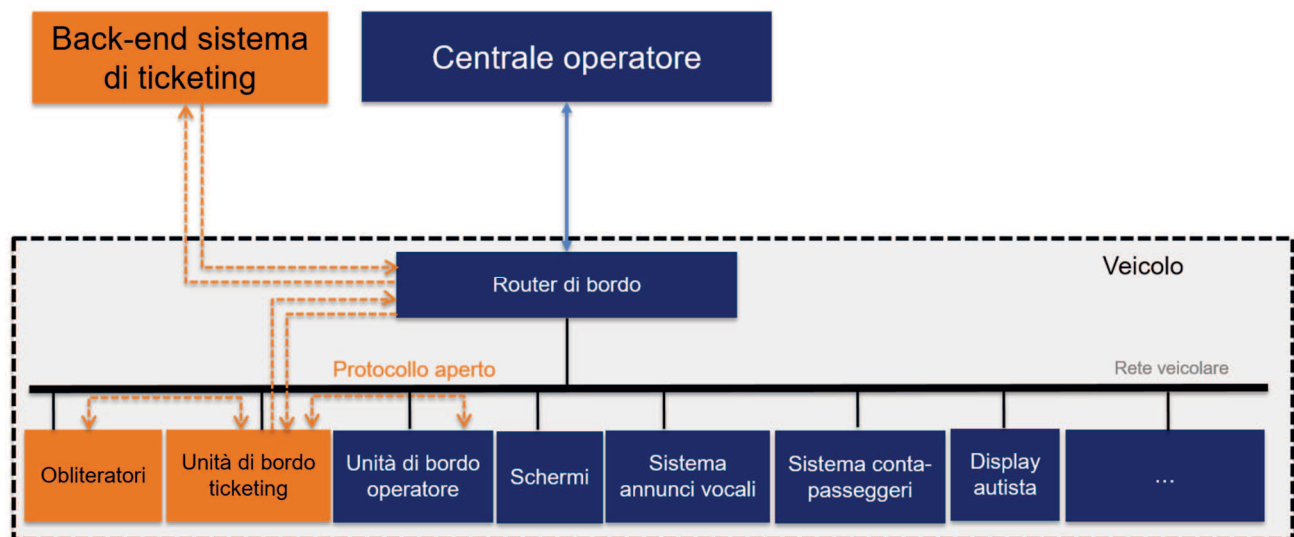


Figura 4: Architettura di bordo per il medio / lungo periodo.

Componente	Descrizione	Vincolante [V] / Opzionale [O]
Router di bordo	Il router di bordo ha il compito di gestire tutta la comunicazione dati con la centrale operatore e il back-end	V

Componente	Descrizione	Vincolante [V] / Opzionale [O]
	del sistema di ticketing, compreso quindi tutto il flusso dati tra l'unità di bordo ticketing ed il sottosistema di ticketing.	
Display autista	Il display autista è da intendersi come un'interfaccia uomo-macchina, che consente all'autista di interagire con entrambe le unità di bordo e gestire le diverse operazioni previste (es. avvio / chiusura di una corsa).	V
Unità di bordo operatore	L'unità di bordo operatore è l'unità centrale dell'architettura di bordo, a cui sono affidati i compiti di gestire lo scambio di informazioni con (i) il segmento di terra attraverso il router di bordo; (ii) gli altri componenti di sistema controllati dall'operatore collegati attraverso la rete IP veicolare. Può essere fisicamente integrata con il display autista.	V
Unità di bordo ticketing	L'unità di bordo ticketing è la componente di bordo che gestisce il funzionamento del sottosistema tariffario a bordo. Le funzionalità gestite sono essenzialmente due: (i) gestione degli obliteratori e registrazione delle oblitterazioni; (ii) emissione di titoli di viaggio a bordo. L'unità di bordo ticketing gestisce naturalmente anche la comunicazione con il back-end attraverso il router di bordo, condividendo informazioni quali l'elenco dei titoli di viaggio validi / non validi.	V
Console di vendita dei titoli di viaggio	La console di vendita dei titoli di viaggio è un dispositivo connesso direttamente via cavo all'unità di bordo ticketing che ha la funzione di predisporre e stampare i titoli di viaggio per la vendita a bordo. Alternativamente c'è la possibilità di installare un'app sul display autista (con sistema operativo Android).	O
Obliteratori	Gli obliteratori sono apparati controllati dall'unità di bordo ticketing che hanno il compito di validare i vari titoli di viaggio previsti nel sistema tariffario dell'Alto Adige	V
Schermi laterali e frontali	Gli schermi laterali e frontali hanno lo scopo di visualizzare la linea servita dal mezzo ad un utente esterno che lo osserva.	V
Schermi interni	Gli schermi interni hanno la funzione di presentare informazioni di viaggio rilevanti ai passeggeri (es. informazioni sulla corsa, presenza di coincidenze) e altri contenuti digitali di info-tainment per scopi pubblicitari. La visualizzazione di questi contenuti avviene secondo layout e modalità definite da STA. Il contenuto informativo presentato sugli schermi interni avviene per mezzo della rete IP di bordo operatore e della piattaforma per il tempo reale, la comunicazione e l'informazione al pubblico di STA.	V
Sistema annunci vocali	A bordo è presente anche un sistema di annunci vocali, che fornisce ai passeggeri informazioni di viaggio rilevanti (es. prossima fermata) in modalità audio. Gli annunci vocali sono forniti da STA.	V

Componente	Descrizione	Vincolante [V] / Opzionale [O]
Sistema conta-passeggeri	Sono previsti a bordo anche sistemi contapasseggeri per il conteggio del numero di passeggeri a bordo. All'operatore viene data la facoltà di scegliere la soluzione tecnica ritenuta migliore dal punto di vista del compromesso costi / prestazioni.	V: per almeno il 30% dei veicoli (per tipo di veicolo e rispetto all'intera flotta)
Sistema di videosorveglianza	A bordo può essere previsto opzionalmente un sistema di videosorveglianza, che può operare in modalità completamente offline oppure prevedere una comunicazione con un sistema di back-end attraverso il router di bordo. In questo secondo caso, l'operatore deve garantire disponibilità di banda sufficiente per la comunicazione con il segmento di terra richiesto dai vari componenti di bordo.	O
Telefono aziendale	L'operatore deve garantire la possibilità di creare un collegamento audio tra la sua sala operativa e l'autista in qualsiasi momento durante l'esecuzione del servizio.	V
Componenti future	In generale l'architettura di bordo deve essere tale da poter collegare in futuro alla rete IP nuove componenti in grado di espletare nuove funzionalità.	O

Tabella 4: Descrizione funzionale delle componenti di bordo veicolo.

2.3.2 Architettura per il breve periodo

Al fine di garantire il corretto funzionamento dell'attuale sottosistema di ticketing senza interruzione di continuità si propone per il breve periodo un'architettura di transizione sostanzialmente identica a quella illustrata ma che differisce per la presenza di un secondo router, specifico per la comunicazione dati tra l'unità di bordo ed il back-end del sottosistema di ticketing, così come illustrato in Figura 5. Tale architettura transitoria verrà utilizzata per un periodo indicativo di 3 anni dopo l'avvio della messa in produzione dell'architettura.

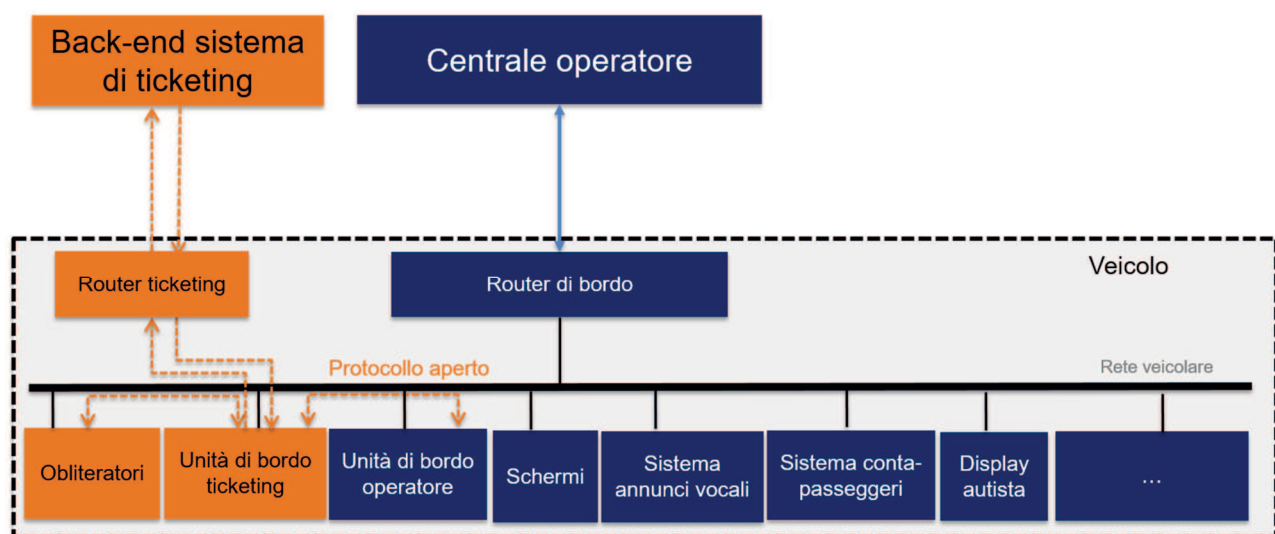


Figura 5: Architettura di bordo per il breve periodo.

Bibliografia

- [1] European Committee for Standardization (CEN), «Transmodel V6.0 - Definitions of concepts for parts 1-2-3,» 2014.
- [2] VDV - Die Verkehrsunternehmen, «VDV-462: "Standardisierter Austausch von Liniennetz-und Fahrplandaten mit der europäischen Norm CEN-TS 16441 'NeTEx'",» 2018.
- [3] European Committee for Standardization (CEN), «CEN/TS 16614-1: 2014 "Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 1: Public transport network topology exchange format",» 2014.
- [4] European Committee for Standardization (CEN), «CEN/TS 16614-2: 2014 "Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx) - Part 2: Public transport scheduled timetables exchange format",» 2014.
- [5] ITxPT (Information Technology for Public Transport), «S04 - Over the Air (OtA) Architecture specifications (release S04v2.0_2017),» 2017.
- [6] VDV - Die Verkehrsunternehmen, «VDV-431: "Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP" (Teil 1: Systemarchitektur),» 2014.
- [7] VDV - Die Verkehrsunternehmen, «VDV-431: "Echtzeit Kommunikations- und Auskunftsplattform EKAP" (Teil 2: EKAP-Schnittstellenbeschreibung V1.2),» 2017.
- [8] ITxPT (Information Technology for Public Transport), «S01 - Vehicle Installation Requirements Specifications (release S01v2.0_2017),» 2017.
- [9] ITxPT (Information Technology for Public Transport), «S02 - Onboard Architecture specification (release S02v2.0_2017),» 2017.
- [10] ITxPT (Information Technology for Public Transport), «S03 - Back-Office Architecture specifications (release S03v2.0_2017),» 2017.