

Modello di simulazione a supporto delle strategie di protezione dal COVID-19

Applicazioni al trasporto pubblico urbano

Ball Lorenzo, Caratto Valentina, Cravero Carlo, Ferretti Maurizio, Marsano Davide

Genova 23.04.2021

Gruppo di lavoro

Presso l'Università degli Studi di Genova, sin dagli inizi della pandemia, si è costituito un gruppo di lavoro multidisciplinare formato da ricercatori medici, chimici e ingegneri, allo scopo di integrare le diverse competenze al fine di studiare la probabilità di contagio in ambienti chiusi.

DCCI

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale

Prof. Maurizio Ferretti

Dott.ssa Valentina Caratto

DIME

Dipartimento di ingegneria meccanica, energetica, gestionale e dei trasporti

Prof. Carlo Cravero

Ing. Davide Marsano

DISC

Dipartimento di Scienze Chirurgiche e Diagnostiche Integrate

Dott. Lorenzo Ball

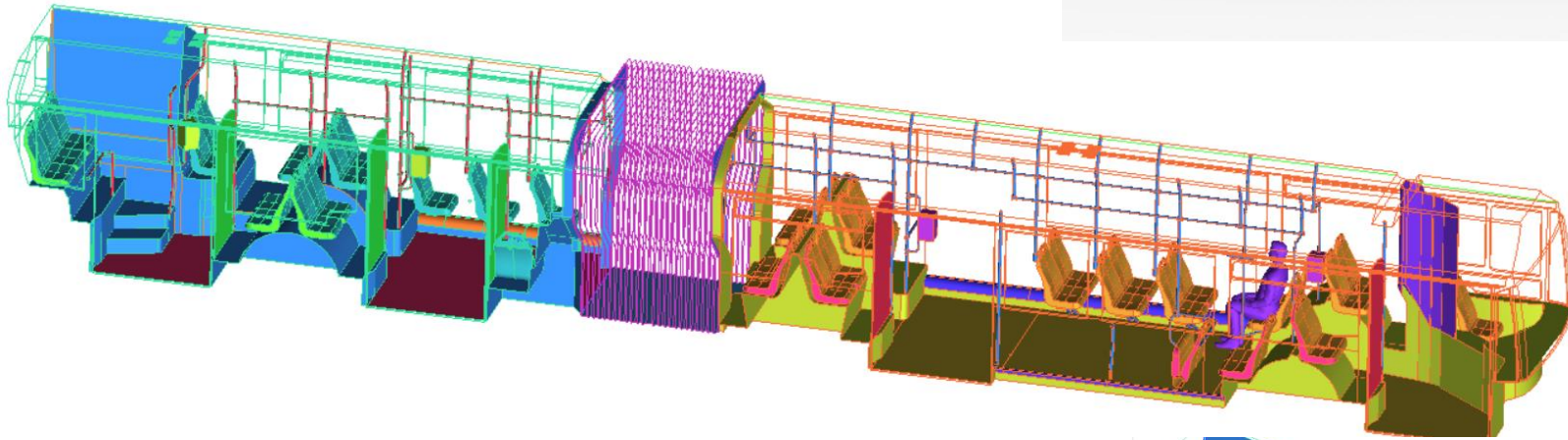
Trasporto pubblico urbano

Uno dei settori sui quali il gruppo si è concentrato è stato quello relativo alla **sicurezza del trasporto pubblico**, strategico nella fase di ripresa delle attività per garantire, nella massima sicurezza per gli utenti, i servizi e i collegamenti con le attività produttive e commerciali.

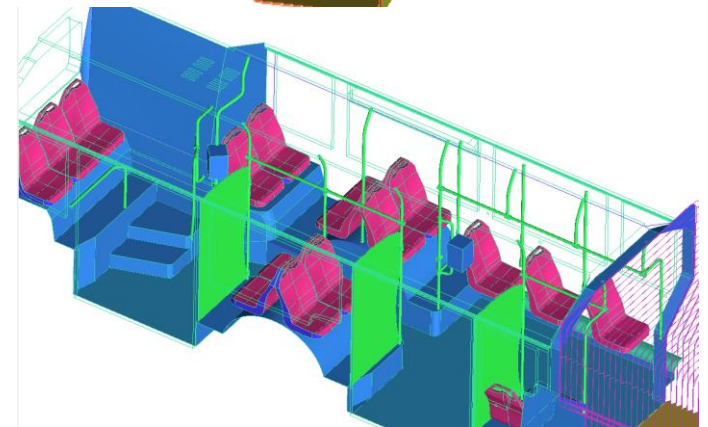
Grazie alla collaborazione e disponibilità dell'azienda di trasporto pubblico AMT di Genova è stato possibile **sviluppare, mettere a punto e validare sperimentalmente una metodica** che permette di stimare il **rischio di contagio** su simulazioni di autobus da trasporto in differenti condizioni di servizio.

Modello di riferimento

Modello Mercedes Citaro G lungo 18 metri, un importante riferimento nel parco circolante della città di Genova nelle tratte urbane di medio-lunga percorrenza e alta capacità di carico.

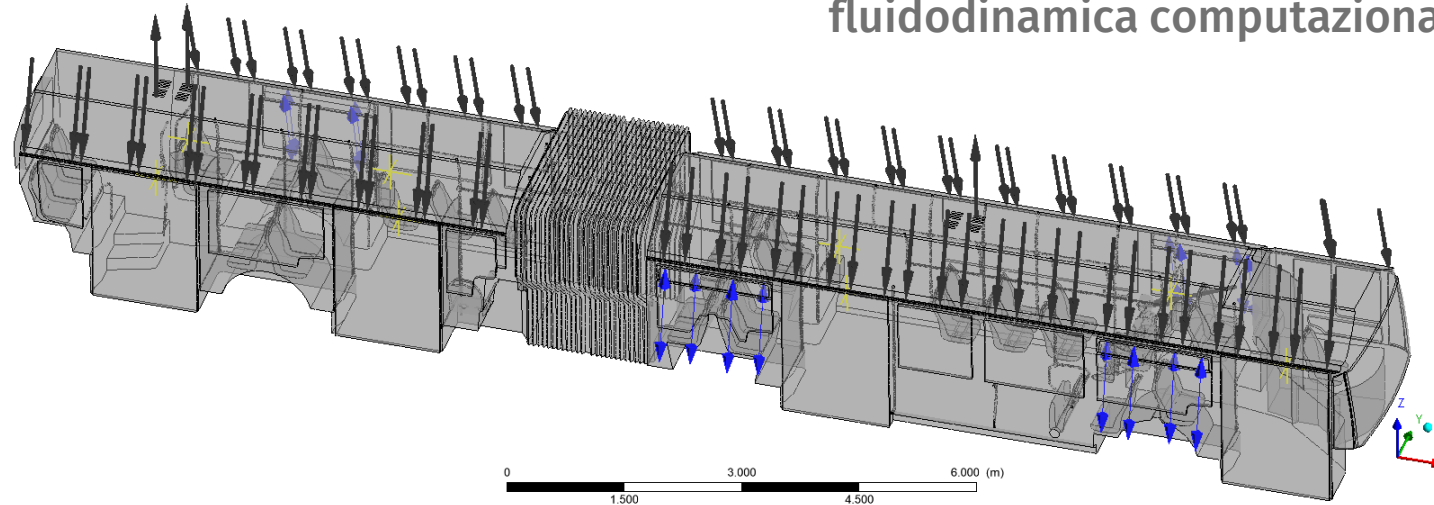


Si è prestata particolare attenzione e cura nella **accurata ricostruzione 3D** del mezzo tenendo conto di tutti i particolari geometrici che possano condizionare la **struttura di flusso di aria al suo interno**



Modello di simulazione

Modello numerico basato su tecniche di fluidodinamica computazionale (CFD)



Dal calcolo si ottiene l'**evoluzione dell'emissione patogena espirata da un soggetto infetto (emettitore)** disposto in una determinata posizione all'interno de mezzo.

L'evoluzione dell'emissione è condizionata dalla distribuzione del flusso di aria che si sviluppa all'interno per effetto di:

- aria condizionata
- apertura finestrini

Il modello tiene inoltre conto della portata di aria aspirata dal sistema di condizionamento e reimmessa dopo filtrazione, nell'abitacolo (ricircolo)

Modello di simulazione (cont.)

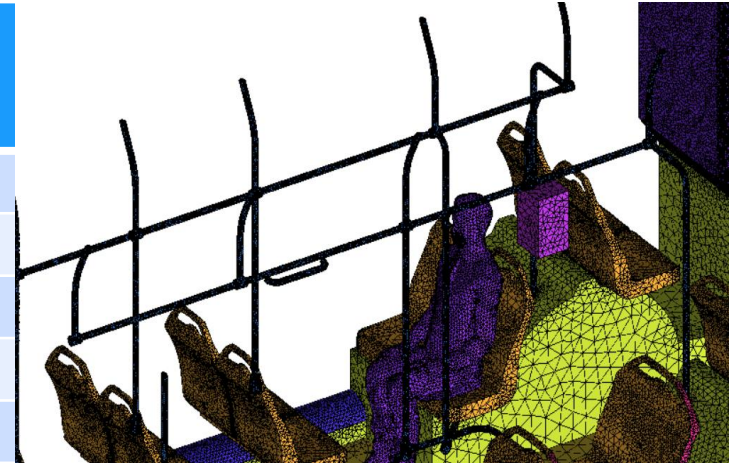
Il modello contiene una serie di **ipotesi** di lavoro che risultano essere **cautelative** nella previsione del rischio di contagio:

- Viene considerata l'apertura di soltanto alcuni finestrini (vasistas) alternati sulle fiancate destra e sinistra
- Viene trascurato l'effetto di apertura delle porte in occasione delle fermate (che comportano un ulteriore effetto di ricambio aria)
- La capacità filtrante del sistema di ricircolo aria è stata ridotta al 50% rispetto al 90% di targa
- L'emissione patogena è direttamente trasportata dal flusso di aria. Questo è rappresentativo del trasporto delle goccioline più piccole emesse dalla respirazione e che possono effettivamente raggiungere posizioni lontane rispetto all'emettitore.

Campagna di simulazione

E' stata svolta una campagna di simulazioni al variare della posizione dell'emettitore (soggetto infetto) e della durata del percorso

Durata simulazione Tempo di permanenza emettitore su bus	Posizione emettitore
15 minuti	seduto sezione anteriore
15 minuti	seduto sezione centrale
15 minuti	seduto sezione posteriore
15 minuti	in piedi sezione centrale
30 minuti (*)	seduto sezione centrale



(*) il caso è stato oggetto di validazione sperimentale al vero

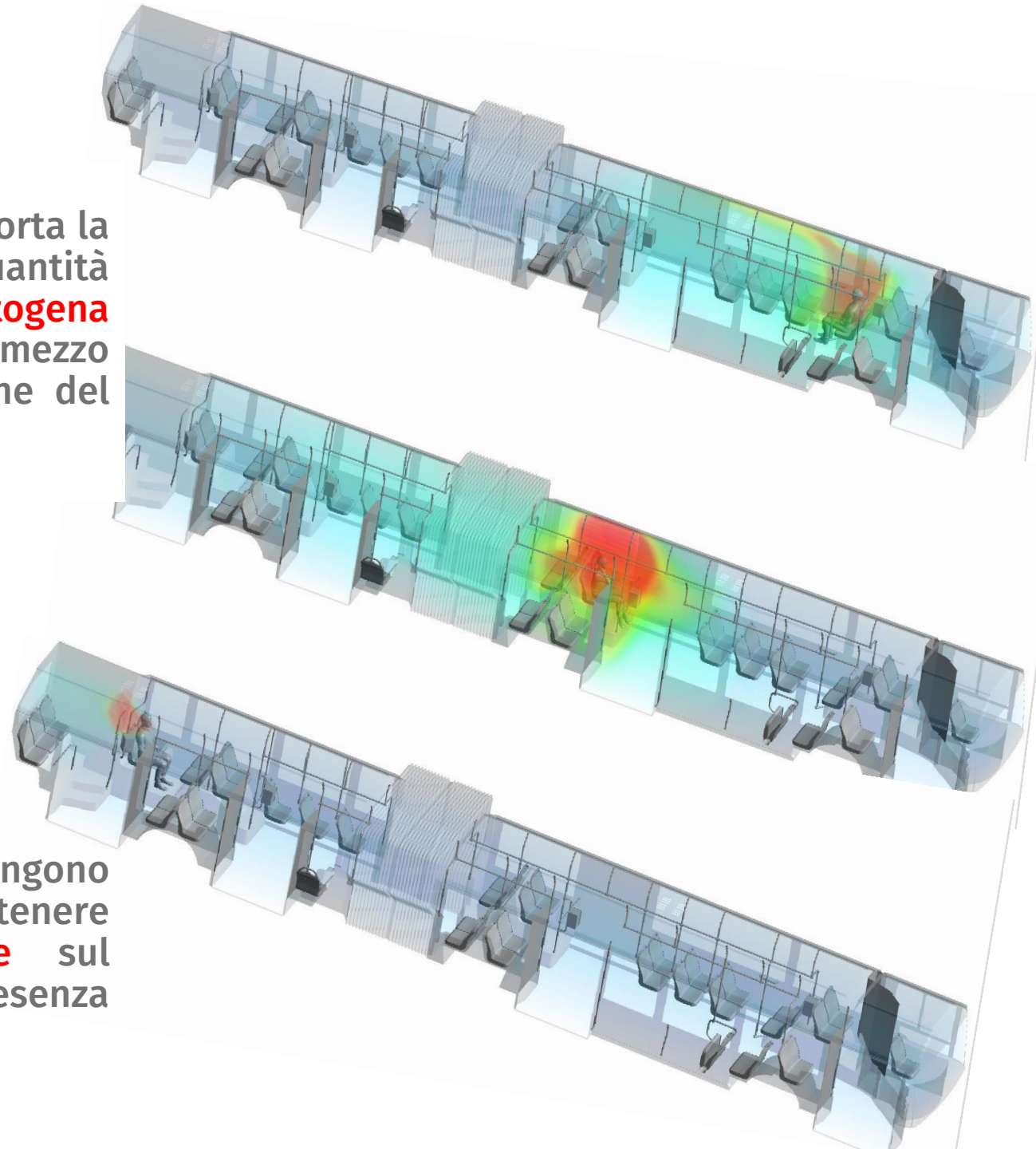
Tutte le analisi sono state processate nei seguenti casi:

- **nessun occupante indossa la mascherina**
- **solo i passeggeri indossano la mascherina ma NON l'emettitore**
- **tutti gli occupanti indossano la mascherina**

Si è considerato, cautelativamente, l'uso di sole **mascherine chirurgiche**

Risultati

A titolo di esempio si riporta la visualizzazione della quantità di **emissione patogena** presente all'interno del mezzo al variare della posizione del soggetto infetto

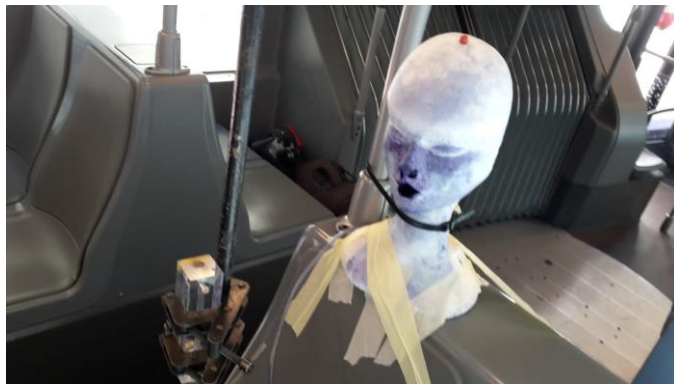


I risultati del modello vengono rielaborati per ottenere **indicazioni quantitative** sul rischio associato alla presenza nel mezzo

Validazione sperimentale



E' stata effettuata una **campagna sperimentale al vero** su autobus in percorrenza urbana nelle stesse condizioni di riferimento del modello



Posizionamento emettitore seduto in sezione centrale

Percorrenza 30 minuti

Posizionamento sensori (filtri) in diverse posizioni nella sezione di riferimento

Analisi e rielaborazione dati secondo protocollo sviluppato da:

Prof. Maurizio Ferretti

Dott.ssa Valentina Caratto

Dott. Lorenzo Ball

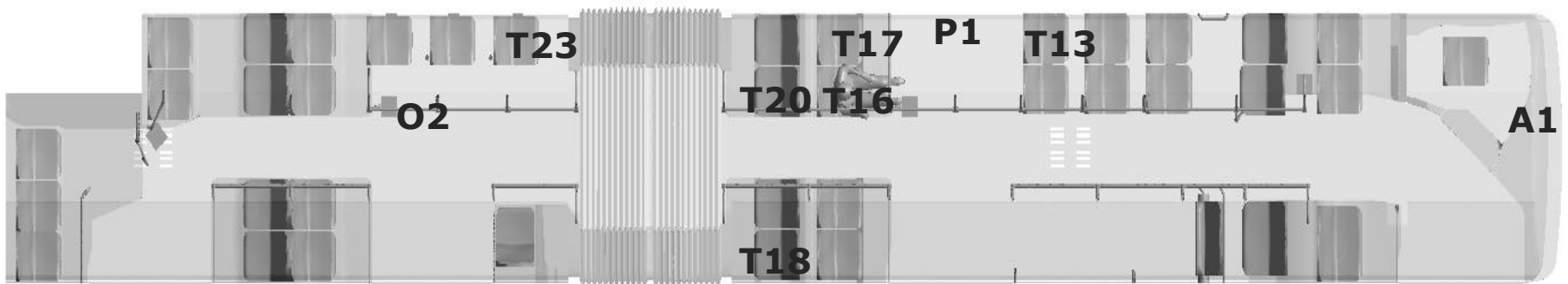
Validazione sperimentale (cont.)

Le postazioni monitorate sono state ordinate in base al grado di pericolosità ottenuto sia dall'approccio numerico sia da quello sperimentale, dal più pericoloso (6°) a quello più sicuro (1°).

Si è riscontrato un **perfetto accordo** nella classifica del grado di pericolosità riferito alle diverse postazioni monitorate

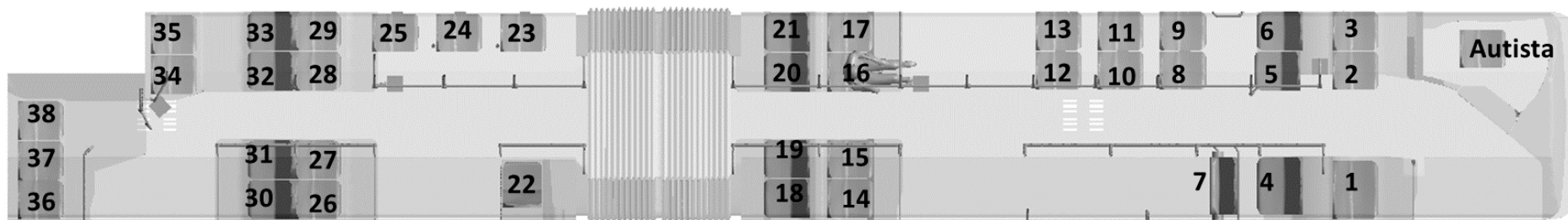
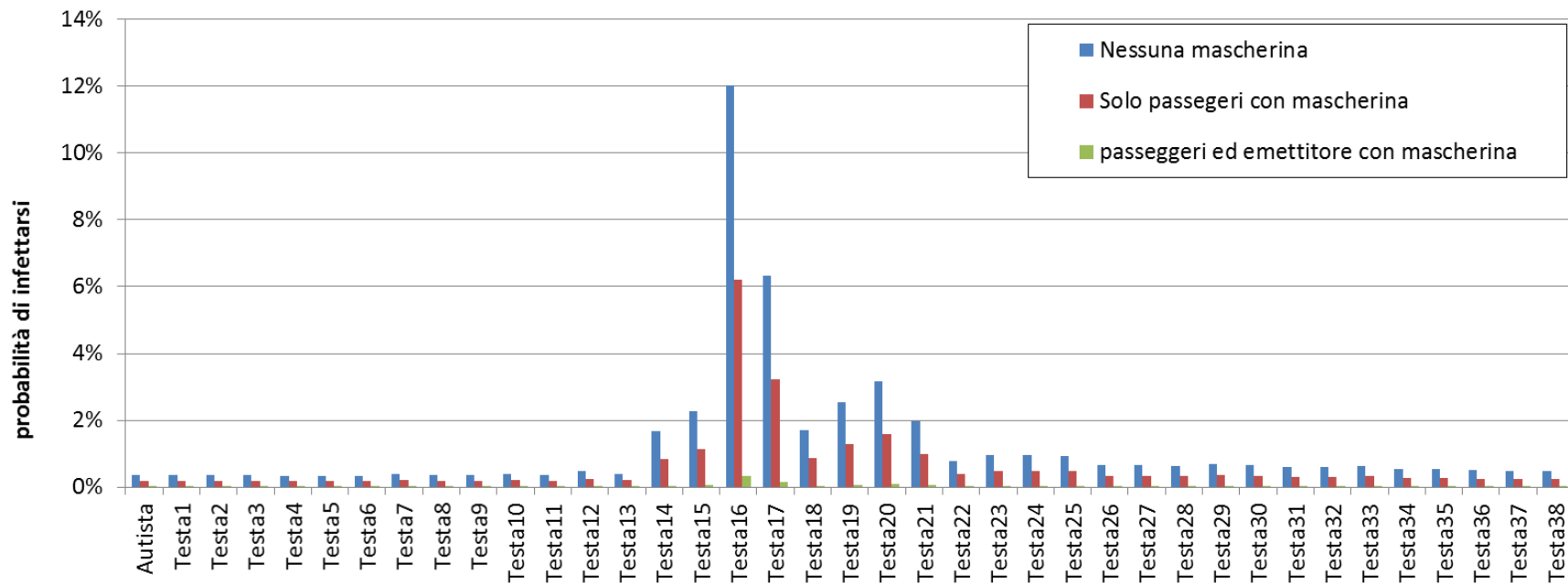
Il **modello numerico** puo' pertanto essere ritenuto **validato** per le finalità dello studio

Posizione	Sperimentazione		CFD	
	Assorbanza	#	N _b	#
A1	0,0009	1	13,3	1
T17	0,0257	5	235,3	5
T20	0,0220	4	115,3	4
T18	0,0140	3	62,2	3
T16	0,0467	6	534,2	6
T23	0,0031	2	35,0	2



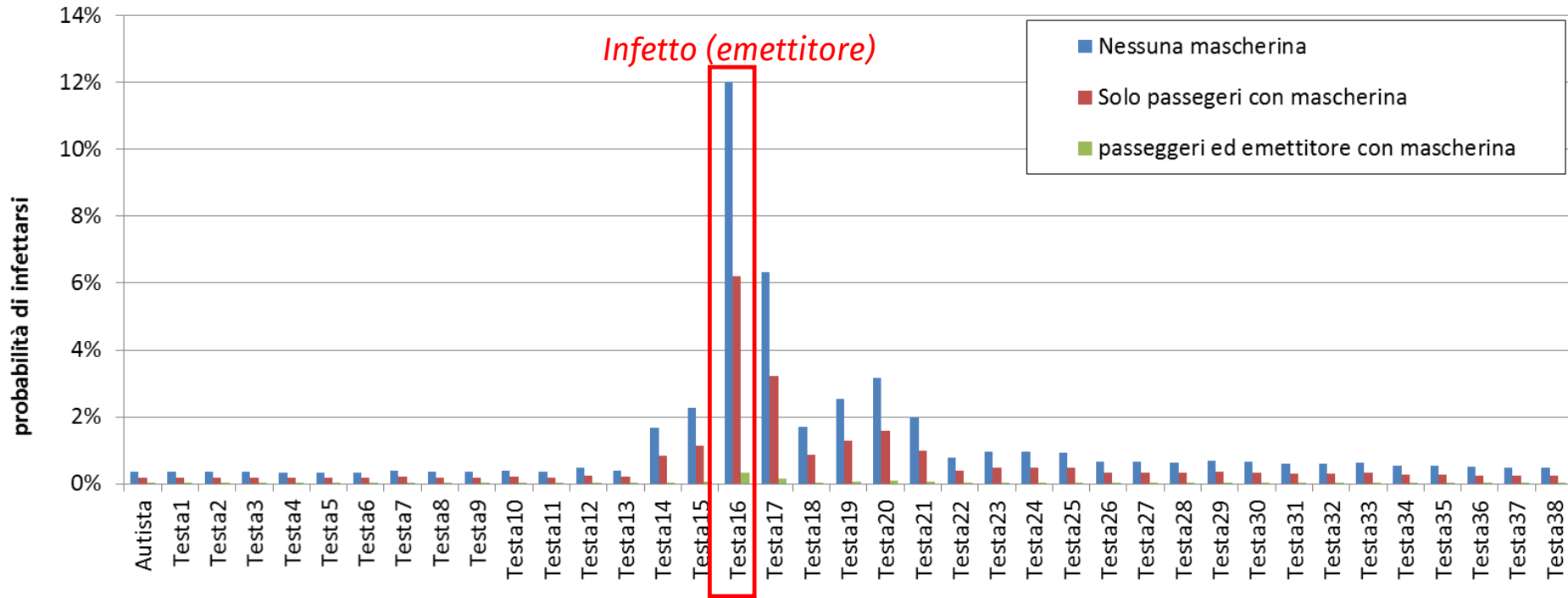
Risultati quantitativi

Dalle simulazioni è possibile ricavare la **probabilità di contagio** in ogni posizione all'interno del mezzo, quindi in corrispondenza delle postazioni a sedere o in piedi.



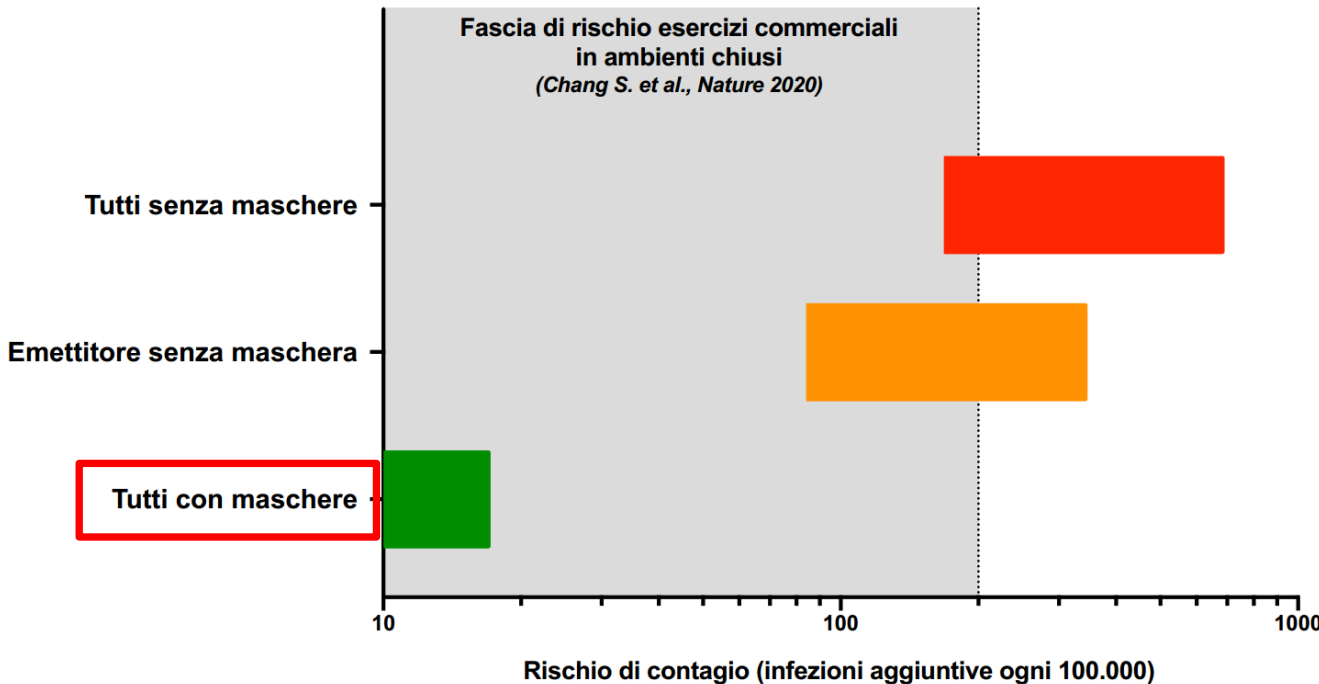
Risultati quantitativi (cont.)

TUTTI i casi analizzati nell'ambito della campagna di simulazione conducono allo stesso risultato, ovvero:



Se TUTTI gli occupanti indossano la mascherina (anche solo chirurgica) la probabilità (rischio) di contagio è assolutamente bassa

Risultati quantitativi – numero di contagi aggiuntivi ogni 100.000 passeggeri



Dalla probabilità di contagio si ricava il numero di contagi aggiuntivi associati all'uso del bus ogni 100.000 passeggeri

Con riferimento ad uno studio pubblicato^(*), effettuato con un approccio statistico tramite tracciamenti reali, si evidenzia che Il **rischio associato all'uso del bus**, se tutti indossano la mascherina, **si attesta sui valori minimi rispetto alle altre attività**

(*) Chang, S. et al. "Mobility network models of COVID-19 explain inequities and inform reopening". Nature, 2020



**Università
di Genova**