

CARATTERIZZAZIONE DELL'INSERTION LOSS OFFERTO DAI PRINCIPALI SISTEMI DI PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE IMPIEGATI DURANTE LA PANDEMIA DA NUOVO CORONAVIRUS SARS-COV2

Raffaele Mariconte (1), Claudia Giliberti (2), Pietro Nataletti (3), Diego Annesi (4), Filippo Sanjust (5)

- 1) Inail Settore Ricerca Certificazione e Verifica, DIT, Roma, r.mariconte@inail.it
2) Inail Settore Ricerca Certificazione e Verifica, DIT, Roma, c.giliberti@inail.it
3) Inail Settore Ricerca Certificazione e Verifica, DIMEILA, Roma, p.nataletti@inail.it
4) Inail Settore Ricerca Certificazione e Verifica, DIMEILA, Roma, d.annesi@inail.it
5) Inail Settore Ricerca Certificazione e Verifica, DIMEILA, Roma, f.sanjust@inail.it

SOMMARIO

A causa della pandemia correlata al Covid-19, è stato imposto l'uso di mascherine per ridurre la diffusione del virus. Questi dispositivi possono avere effetti sulla comunicazione, influenzando sulla qualità del segnale vocale. I test acustici, eseguiti in camera anecoica con una catena strumentale costituita da manichino HATS con bocca artificiale e da un sistema di acquisizione ed elaborazione del segnale su otto tipologie di mascherine, una visiera e quattro combinazioni dei suddetti dispositivi, hanno consentito di ricavare un'indicazione dell'Insertion Loss fornito dai vari dispositivi in ciascuna configurazione di prova.

1. Introduzione

La principale via di trasmissione del contagio da nuovo Coronavirus SARS-Cov-2, responsabile della sindrome respiratoria COVID-19, coinvolge i droplets emessi dalle persone infette. Per contrastare la diffusione dell'infezione, l'European Centre for Disease Prevention and Control ha fornito indicazioni sull'idoneità dell'uso delle mascherine facciali di tipo medico (chirurgiche o altro dispositivo medico) e di tipo non medico per gli operatori sanitari e, in generale, nella comunità [1].

Tutte le tipologie di maschere utilizzate, se da una parte concorrono alla riduzione della diffusione del virus, dall'altra possono alterare la comunicazione verbale, causando problematiche di sicurezza sia in ambienti di vita che di lavoro. Realizzate con tessuti naturali, come il cotone o materiali sintetici come polipropilene, poliestere o poliuretano, (materiali che presentano spesso delle buone caratteristiche di assorbimento acustico), le maschere facciali agiscono come un filtro passa-basso che attenua principalmente le frequenze medio-alte, fondamentali per la comprensione del parlato [2,3], specialmente se impiegate in ambienti rumorosi, con rumore di fondo superiore 40 dB(A) [4]. L'intelligibilità del parlato e la chiarezza della comunicazione rappresentano elementi essenziali per la sicurezza del lavoro, in particolar modo nelle strutture sanitarie, ove l'assenza di tali requisiti potrebbe potenzialmente anche compromettere la sicurezza dei pazienti [4]. L'introduzione delle mascherine in ogni tipologia e forma su larga scala, si è inoltre rivelata di particolare disagio per le persone udiolese. Tali dispositivi, impedendo l'accesso visivo alle labbra dell'oratore, possono ostacolare la comunicazione, riducendo l'intelligibilità del parlato fino al 20% in caso di ipoacusia neurosensoriale bilaterale moderata [4]. Per la comunicazione con persone con difficoltà uditive, è previsto l'utilizzo di mascherine trasparenti che al momento sono prive della idonea certificazione e possono solo essere considerate come mascherine di comunità, utilizzabili esclusivamente nei luoghi pubblici [5].

2. Materiali e metodi

Otto tipologie di mascherine, una visiera (DPI di protezione facciale) e quattro combinazioni dei suddetti dispositivi, riportate in Tabella 1, sono stati posizionati su manichino HATS (Head and Torso Simulator) con bocca artificiale. Per ciascuna

configurazione, sono stati eseguiti test in camera anecoica con una catena strumentale costituita dal manichino e da un sistema di acquisizione ed elaborazione del segnale. I segnali di test impiegati sono: pink noise da generatore interno dell'amplificatore e segnale MLS con ponderazione vocale maschile secondo la IEC 60268-16 (2011). Il segnale è stato acquisito alla distanza di 1 m dalla bocca artificiale, in asse con essa ed alla stessa altezza. Il livello dei segnali di prova è stato regolato nella configurazione "base" a circa 60 dB(A), nel punto di acquisizione.

Tabella 1 – Descrizione dei campioni utilizzati e loro configurazioni.

Codice ID	Descrizione	Principali riferimenti legislativi e normativi	Peso [g]	Materiali
BASE	Prova senza mascherina			
CIV	Mascherina di stoffa 2 strati + 1 filtro TNT	art. 16, comma 2, del D.L. 18/2020	16,6	3 strati: 100% cotone, 100% viscosa, 100% poliestere
CHIR	Mascherina chirurgica	D.Lgs. 24 febbraio 1997, n.46 e s.m.i., UNI EN 14683:2019, UNI EN ISO 10993-1:2010	3,2	3 strati: TNT Polipropilene, Meltblown Polipropilene, TNT Polipropilene
FFP2	Mascherina FFP2	Regolamento (UE)2016/425, UNI EN 149:2009	5,8	3 strati: 43% TNT, 30% Meltblown, 27% Tessuto di cotone
FFP3	Mascherina FFP3	Regolamento (UE)2016/425, UNI EN 149:2009	5,8	3 strati: TNT, Meltblown, Tessuto di cotone
FFP2V	Mascherina FFP2 con valvola	Regolamento (UE)2016/425, UNI EN 149:2009	12,2	materiale filtrante a strati, in tessuto non tessuto di polipropilene con valvola di polipropilene
FFP2VA	Mascherina FFP2 con "valvola acustica"	Regolamento (UE)2016/425, UNI EN 149:2009	5,2	TNT, Meltblown, Tessuto di cotone
TRASP	Mascherina dispositivo medico con finestrella trasparente	D.Lgs. 24 febbraio 1997, n.46 e s.m.i., UNI EN 14683:2019, UNI EN ISO 10993-1:2010	4,3	TNT polipropilene e poliestere, PVC
VIS	Visiera	UNI EN 166:2004	40,7	PET (polietilene tereftalato)
FFP2+CHIR	Doppia mascherina FFP2 con chirurgica sopra			
VIS+CHIR	Mascherina chirurgica e visiera			
VIS+FFP2	Mascherina FFP2 e visiera			
FFP2+CHIR+VIS	Doppia mascherina FFP2 con chirurgica sopra e visiera			

Per ogni configurazione riportata in Tabella 1 e per entrambi i segnali di prova, sono stati rilevati i livelli globali ponderati A e lineari, i livelli in banda di ottava e sottomultipli e l'FFT, ripetendo l'operazione per 3 volte. La differenza aritmetica tra i valori rilevati nella configurazione "base" e con i diversi dispositivi nel punto di misura, fornisce un'indicazione dell'Insertion Loss offerto dallo specifico dispositivo.

3. Risultati

I risultati confermano che le maschere facciali agiscono come un filtro passa-basso con frequenza di cut-off tra 1 e 2 kHz e con pendenza che dipende dallo specifico dispositivo in termini di forma, massa e materiali impiegati. Nello specifico, una CHIR presenta attenuazioni più contenute anche rispetto ad una CIV.

I DPI FFP2 e FFP3, invece presentano attenuazioni superiori a 5 dB nelle bande di ottava di 4 e 8 kHz; la presenza di una valvola ha un'influenza trascurabile sulla risposta acustica, così come un dispositivo con "valvola acustica" (piccola area circolare in cui è presente una membrana sottile per favorire le conversazioni telefoniche) non fornisce apprezzabili miglioramenti in termini di attenuazione sonora.

La visiera invece, spesso usata in combinazione con gli altri dispositivi, distorce completamente lo spettro vocale. Infatti, si comporta come un filtro passa-basso con frequenza di cut-off intorno a 1 kHz, con una pendenza molto ripida (circa 15 dB di attenuazione a 4 e 8 kHz) ed un'accentuata risonanza centrata su tale frequenza (dell'ordine di 6-8 dB), dovuta al sottile schermo in PET di cui è costituita.

Si riportano, a seguire, gli spettri sonori rilevati per ogni configurazione e i valori di attenuazione in banda di ottava.

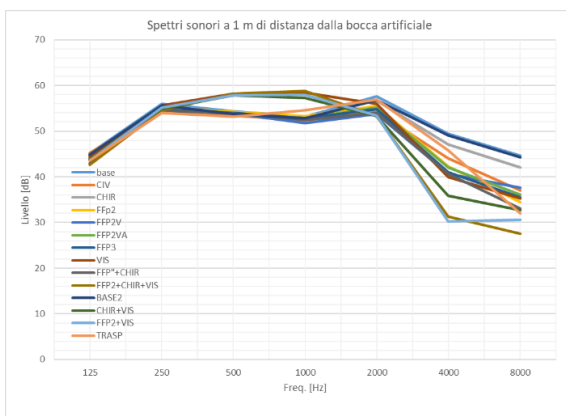


Figure 1 – Spettri sonori rilevati a 1 m di distanza con segnale pink noise

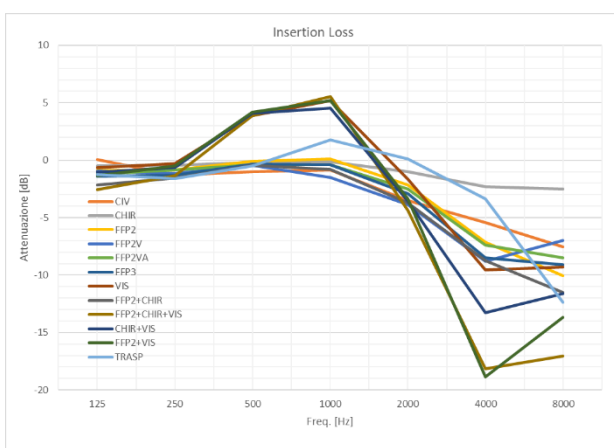


Figure 2 – Valori di attenuazione ottenuti con segnale pink noise

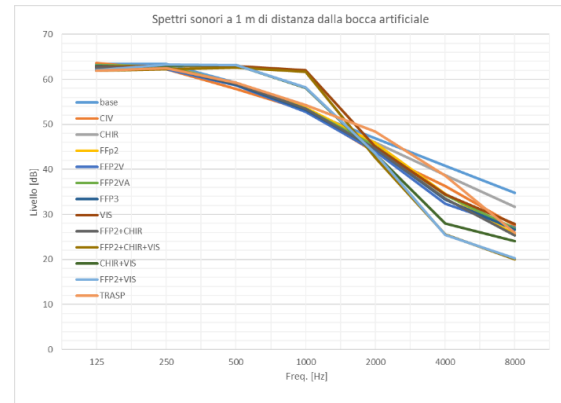


Figure 3 – Spettri sonori rilevati a 1 m di distanza con segnale MLS ponderato

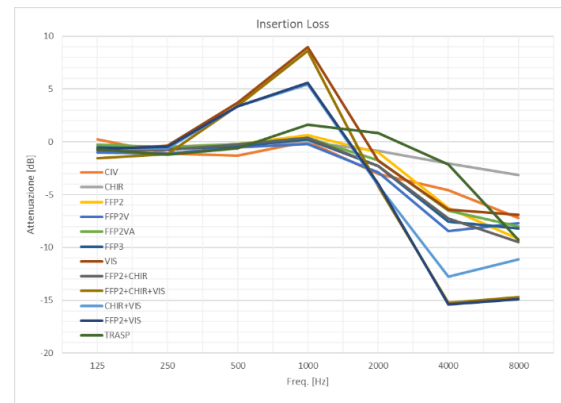


Figure 4 – Valori di attenuazione ottenuti con segnale MLS ponderato

La risonanza della membrana ha invece un effetto positivo sul dispositivo medico dotato di finestra trasparente (TRASP), tanto che oltre al beneficio della lettura del labiale, le frequenze della voce vengono attenuate in maniera consistente solo nella banda di 8 kHz.

Infine, va evidenziato come l'effetto del segnale di prova sull'attenuazione influenzi principalmente le configurazioni con visiera che presentano fenomeni di risonanza, dato che la distribuzione energetica nello spettro sonoro eccitante è differente.

4. Conclusioni

Le attenuazioni alle alte frequenze sono risultate pari a circa 1 dB per le mascherine CHIR, 5 dB per i DPI FFP2 FFP3 e oltre 15 dB per la visiera. Tali risultati mostrano che i dispositivi presi in esame possono alterare la qualità del parlato. Ulteriori approfondimenti riguarderanno la valutazione dell'intelligibilità al fine di fornire un contributo per una progettazione ergonomica legata anche al confort acustico di questi dispositivi, auspicabile in una fase post-pandemica.

5. Bibliografia

- [1] Using face masks in the community: first update Effectiveness in reducing transmission of COVID-19 15 February 2021, disponibile al sito <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/using-face-masks-community-reducing-covid-19-transmission>
- [2] Magee M., et al., Effects of face masks on acoustic analysis and speech perception: Implications for peri-pandemic protocols, J Acoust Soc Am (2020);148(6):3562.
- [3] Bottalico P., et al., Effect of masks on speech intelligibility in auralized classrooms, J Acoust Soc Am (2020);148(5):2878.
- [4] Palmiero A. J., et al. Speech intelligibility assessment of protective face-masks and air-purifying respirators, J Occup Environ Hyg. (2016); 13(12): 960–968.
- [5] <http://disabilita.governo.it/notizie/mascherine-per-sordi-e-trasparenti-chiarimenti-su-utilizzo-e-deroghe/>