

COVID 19 – MISURA DELL’ATTENUAZIONE SONORA DI MASCHERINE

Gino Iannace (1), Umberto Berardi (2), Giuseppe Ciaburro (1), Ilaria Lombardi (1), Amelia Trematerra (1)

1) Università della Campania Luigi Vanvitelli, Aversa – gino.iannace@unicampania.it

2) Ryerson University, Toronto, Canada

SOMMARIO

Nell’ambito delle attività di prevenzione e limitazione della diffusione della pandemia è consigliato e/o reso obbligatorio indossare mascherine. Le mascherine hanno lo scopo di limitare la diffusione delle particelle in sospensione durante l’espiazione, per cui è diventato normale indossarle in ambienti di lavoro, nei luoghi pubblici e anche all’esterno. Ma indossando le mascherine viene spontaneo chiedersi se esistono possibili limitazioni nella comunicazione audio-verbale. Scopo del presente lavoro è la valutazione dell’attenuazione sonora di mascherine indossate per limitare gli effetti della pandemia. Dalle misurazioni acustiche eseguite è possibile notare che alle basse frequenze l’attenuazione sonora è trascurabile, mentre aumenta per frequenze superiori ai 1000 Hz. La maggiore attenuazione sonora è stata misurata per le mascherine tipo FFP2.

1. Introduzione

Nell’ambito delle attività di prevenzione e limitazione della diffusione della pandemia è consigliato e/o reso obbligatorio indossare mascherine. Le mascherine hanno lo scopo di limitare la diffusione delle particelle in sospensione durante l’espiazione, per cui è diventato normale indossarle in ambienti di lavoro, nei luoghi pubblici e anche all’esterno. Ma indossando le mascherine viene spontaneo chiedersi se esistono possibili limitazioni nella comunicazione audio-verbale. Scopo del presente lavoro è la valutazione dell’attenuazione sonora di mascherine indossate per limitare gli effetti della pandemia.

2. Materiali e metodi

Per valutare gli effetti dell’attenuazione sonora delle mascherine sono state scelte alcune tipologie tra quelle maggiormente in uso, quali: FFP2, in triplice tessuto TNT, triplice strato con polipropilene e tessuto non tessuto *melblown*, chirurgiche. Per eseguire le misurazioni acustiche è stata utilizzata la testa di un manichino per vetrine. All’interno della testa del manichino, in corrispondenza della bocca, è stato inserito un altoparlante di piccole dimensioni date le modeste dimensioni della cavità. Il segnale inviato all’altoparlante è di tipo *sine-sweeps* generato dalla scheda di acquisizione Clio (*audiomatica*) [1]. Il segnale sonoro emesso dall’altoparlante è acquisito dal microfono di misura ed inviato alla scheda di acquisizione in modo da ottenere la risposta all’impulso. La Fig. 1 mostra la testa del manichino per vetrine impiegato per le misurazioni acustiche con alcune tipologie di mascherine in uso.

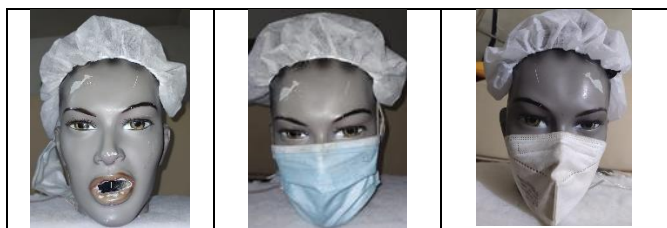


Figura 1 - Testa di manichino per vetrine, impiegato durante le misure acustiche con alcune tipologie di mascherine in uso.

Le misurazioni acustiche sono state eseguite in una stanza di una normale abitazione. La distanza tra il manichino ed il microfono di misura era di 50 cm. La risposta all’impulso analiz-

zata tiene conto della sola componente diretta, l’analisi è stata eseguita eliminando le riflessioni indesiderate delle superfici di confine dell’ambiente; in modo da ottenere il solo valore della risposta all’impulso dovuta all’emissione sonora della sorgente. Le misurazioni acustiche sono state eseguite nelle configurazioni senza mascherina (a volto scoperto) e successivamente ricoprendo il volto del manichino con le mascherine in prova. In questo modo dall’analisi della risposta all’impulso nel dominio della frequenza è possibile valutare la possibile attenuazione prodotta dalla mascherina quando è indossata.

3. Risultati

Il valore dell’attenuazione sonora in bande di 1/3 di ottava è ottenuto come differenza tra il valore della risposta in frequenza senza mascherina (volto del manichino scoperto, R_{senza}); rispetto a quando il volto del manichino è coperto dalla mascherina in prova (R_{con}).

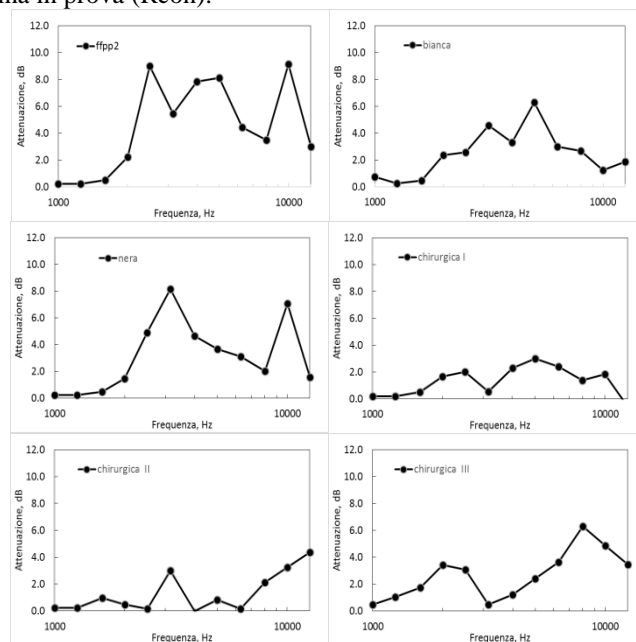


Figura 2 – Attenuazione sonora (dB) per diverse tipologie di mascherine (tipo FFP2, in triplice tessuto TNT, triplice strato con polipropilene e tessuto non tessuto *melblown*, I tipo chirurgica, II tipo chirurgica, III tipo chirurgica).

Pertanto il valore dell'attenuazione sonora misurata è pari a: $\text{Attenuazione} = R_{\text{senza}} - R_{\text{con}} \text{ (dB)}$. La Fig. 2 riporta l'attenuazione sonora misurata per diverse tipologie di mascherine in uso (tipo FFP2, in triplice tessuto TNT, triplice strato con polipropilene e tessuto non tessuto *melblown*, I tipo chirurgica, II tipo chirurgica, III tipo chirurgica). Dall'analisi della Fig. 2 è possibile notare che le mascherine tipo FFP2 mostrano la maggiore attenuazione sonora, a seguire le mascherine in triplice tessuto TNT, mentre le mascherine tipo chirurgiche presentano una attenuazione sonora inferiore. Questo significa che nelle comunicazioni audio – verbali l'oratore che indossa la mascherina del tipo FFP2 deve compiere uno sforzo vocale maggiore. Per tutte le configurazioni però alle basse frequenze (sotto i 1000 Hz) l'attenuazione sonora è quasi nulla. La Fig. 3 mostra a parità di fondo scala: (A) la risposta all'impulso nella condizione della testa del manichino senza mascherina. (B) la risposta all'impulso nella condizione della testa del manichino con la mascherina. Dai grafici si evince che la condizione (B) ha una ampiezza inferiore rispetto alla condizione (A), per la presenza dell'attenuazione sonora della mascherina.

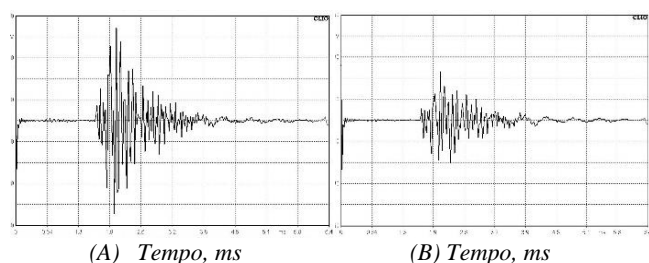


Figura 3 – A) Risposta all'impulso nella condizione senza mascherina. B) Risposta all'impulso nella condizione con la mascherina.

Inoltre in accordo alla norma UNI EN ISO 9053-1:2019 [2], è stata misurata la resistenza al flusso dell'aria per varie tipologie di mascherine e la Tabella 1 riporta il relativo valore misurato. La tecnica di misura si basa sul flusso d'aria alternato prodotto da un pistone avente moto sinusoidale alla frequenza di 2 Hz, mentre la pressione alternata è misurata con un microfono. La resistenza al flusso è ottenuta come rapporto tra la differenza di pressione misurata (Δp) rispetto alla velocità dell'aria che attraversa la mascherina in prova (v). La tipologia FFP2, come previsto presenta un valore maggiore di resistenza al flusso ($\Delta p / v$), rispetto a quella chirurgica. Infatti la condizione di maggiore attenuazione sonora misurata, comporta anche la maggiore resistenza al flusso dell'aria.

Tabella 1 – Valore della Resistenza al flusso dell'aria ($\Delta p / v$) per diverse tipologie di mascherine in prova.

| Tipologia di mascherina | Resistenza al flusso dell'aria ($\Delta p / v$), (Pa s / m) |
|-------------------------|---|
| FFP2 | 10.5000 |
| Chirurgica | 5.000 |

Per meglio comprendere la fenomenologia dell'attenuazione sonora prodotta dalla mascherina indossata è stato realizzato un test facendo leggere ad un oratore una sequenza di parole con lo stesso tono di voce costante e misurandone il livello della pressione sonora con un fonometro. Le misure sono state eseguite in diverse configurazioni: senza mascherina, indossando una mascherina tipo FFP2, e successivamente una mascherina tipo chirurgica. Il fonometro di misura (Larson e Davis tipo LXT1) è stato posizionato su un treppiede ad una distanza di

1,5 metri dall'oratore. L'ambiente di misura è una stanza per civile abitazione (dimensioni 4 m x 5 m ed altezza 3 m) in modo da simulare una condizione di normale esercizio. In questo modo è stata ottenuta la storia temporale e lo spettro in frequenza in bande di 1/3 di ottava della voce senza mascherina, della voce indossando la mascherina FFP2 e della voce indossando la mascherina chirurgica. La Fig. 4 mostra lo spettro in frequenza della voce senza mascherina e l'attenuazione delle mascherine considerate (FFP2 e chirurgica). È possibile notare che la massima energia sonora emessa dalla voce si concentra in un intervallo in frequenza intorno ai 500 Hz, mentre l'attenuazione sonora dovuta alla presenza di mascherina comincia ad avere efficacia dalla frequenza di 1000 Hz in poi. Le mascherine presentano una attenuazione nella zona in cui la voce ha meno componenti in frequenza. Analogo risultato è stato ottenuto utilizzando la testa del manichino da vetrina. Osservando la Fig. 4 si nota che la mascherina tipo FFP2 presenta una attenuazione sonora maggiore rispetto a quella chirurgica.

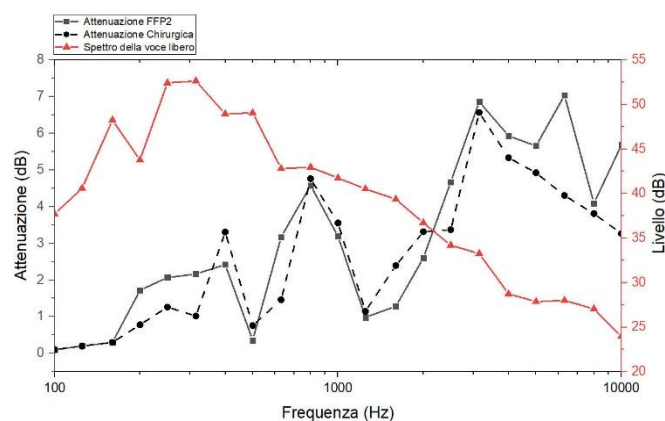


Figura 4 - Spettro in frequenza della voce emessa senza mascherina e le attenuazioni delle mascherine tipo FFP2 e chirurgica.

4. Conclusioni

Scopo del presente lavoro è la valutazione dell'attenuazione sonora di mascherine indossate per limitare gli effetti della diffusione della pandemia. Dalle misurazioni acustiche eseguite sulle mascherine disponibili in commercio è possibile notare che alle basse frequenze l'attenuazione sonora è trascurabile, mentre dalla frequenza di 1000 Hz in poi aumenta il valore dell'attenuazione sonora. La maggiore attenuazione sonora si ottiene per le mascherine tipo FFP2. Inoltre l'attenuazione sonora delle mascherine si manifesta in un intervallo in frequenza in cui lo spettro della voce umana presenta meno energia. Pertanto la presenza di mascherine riduce di poco la potenza sonora della voce emessa da un potenziale oratore. Inoltre l'attenuazione dipende da come è indossata la mascherina e dall'aderenza di questa al volto di chi la indossa.

Bibliografia

- [1] CLIO System. <http://www.audiomatica.com/>
 [2] UNI EN ISO 9053-1:2019 (Acustica. Determinazione della resistenza del flusso d'aria -)