

# Università degli Studi di Salerno



Dipartimento di Ingegneria Industriale

Dottorato di Ricerca in Ingegneria Industriale



## Abstract della tesi di dottorato

<b>Dottorando:</b>	<b>Domenico Russo</b>
<b>Ciclo:</b>	<b>XXIX</b>
<b>Titolo della Tesi:</b>	<b>Innovative procedure for measurement uncertainty evaluation of environmental noise accounting for sound pressure variability</b>
<b>Tutor:</b>	<b>Prof. Ing. Antonio Pietrosanto</b>

Negli ultimi anni, studiosi ed esperti del settore hanno focalizzato la loro attenzione sulle possibili fonti di incertezza associabili a tale attività, cercando di pervenire a modelli che contemplassero tutte le variabili che concorrono alla determinazione dell'incertezza nella misura dei livelli di pressione acustica: l'incertezza dovuta alle caratteristiche della strumentazione di misura (fonometri o analizzatori multicanale), l'errore derivante dal posizionamento della strumentazione e quindi dei trasduttori microfonic, l'incertezza dovuta al calibratore, nonché l'incertezza da associare.

Al fine, però, di fornire un'adeguata stima dell'indeterminazione associata alla misura del livello equivalente di rumore ambientale, risulta indispensabile considerare l'incertezza derivante dall'intrinseca variabilità del fenomeno in esame.

Il tema risulta essere di particolare interesse scientifico e, negli ultimi anni, molti autori hanno proposto diverse metodologie di approccio al suddetto problema, in particolare alcuni hanno focalizzato l'attenzione

sull'eliminazione dei segnali sonori non desiderati, altri sulla stima del tempo di misura e altri ancora direttamente sulla determinazione dell'incertezza.

Alla luce di quanto esposto, ho pensato di integrare le diverse tecniche studiate in un'unica procedura, basata sul metodo bootstrap, tecnica statistica di ricampionamento con sostituzione del dataset iniziale, in quanto non ha limitazioni in termini di forma e di proprietà delle distribuzioni statistiche considerate ed è, pertanto, più adatta all'analisi del rumore ambientale, la cui popolazione non è strettamente gaussiana.

Inizialmente, dal momento che l'affidabilità della stima degli indicatori di rumore ambientale dipende in modo significativo dalla variabilità temporale del rumore, e, quindi, risulta fondamentale scegliere in modo accurato il tempo di misura che tenga in considerazione la variabilità statistica del fenomeno acustico sotto osservazione, l'algoritmo individua in modo automatico un tempo minimo di acquisizione, corrispondente al numero minimo di livelli pressione sonora necessari a garantire la significatività statistica del set di dati di partenza. In una seconda fase sono individuati ed eliminati dal segnale acquisito eventuali valori anomali (outlier) ed, infine, è calcolata l'incertezza relativa al misurando applicando il metodo bootstrap.

I risultati di tale metodo sono stati anche confrontati con la stima del valore atteso per il descrittore acustico a breve termine e della corrispondente incertezza applicando il metodo classico (GUM ISO). Poiché le grandezze calcolate con l'applicazione del metodo bootstrap si avvicinano molto a quelle determinate con il metodo classico nell'ipotesi di ridotto numero di campioni, tale procedura risulta altresì particolarmente adatta alla previsione dell'indicatore di rumore ambientale quando sono disponibili pochi dati di misura.

This study aims to demonstrate the importance of uncertainty evaluation in the measurement of environmental noise in the context of Italian legislation on noise pollution. Attention is focused on the variability of the measurand as a source of uncertainty and a procedure for the evaluation of uncertainty for environmental noise measurement is proposed. First drawing on several real noise datasets in order to determine suitable measurement time intervals for the estimation of the environmental noise, a data-driven sampling strategy is proposed, which takes into account the observed variability associated with measured sound pressure levels. Outliers are eliminated from the actual noise measurements using an outlier detection algorithm based on K-neighbors distance. As the third step, the contribution of measurand variability on measurement uncertainty is determined by using the normal bootstrap method.

Experimental results exploring the adoption of the proposed method drawing upon real data from environmental noise using acquisition campaigns confirm the reliability of the proposal. It is shown to be very promising with regard to the prediction of expected values and uncertainty of traffic noise when a reduced dataset is considered.