



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE

ANNUARIO DEI DATI AMBIENTALI DELLA TOSCANA 2021 QUALE CONTRIBUTO PER LA TRANSIZIONE ECOLOGICA?

**STATO DELL'ARTE DELLE SOLUZIONI SOSTENIBILI E
ATTUABILI NEL BREVE E LUNGO TERMINE PER LA
RIDUZIONE DEL RUMORE**

PROF. MONICA CARFAGNI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

19 Novembre 2021

IL RUMORE: UN PROBLEMA DIFFUSO E «SILENZIOSO»

- Problematica ambientale spesso **sottovalutata** (monitoraggi, prevenzione, progettazione, ...) che ha forti **ripercussioni anche sulla salute**
- Ogni anno a causa dell'inquinamento acustico vengono **persi oltre 1,6 milioni di anni di vita in buona salute**
- **Rumore: secondo onere di malattia ambientale** in Europa dopo l'inquinamento atmosferico
- I livelli di rumore in Europa **superano di gran lunga quelli raccomandati dall'OMS**, senza alcun progresso significativo negli ultimi 10 anni, e sono destinati ad aumentare
- La **diminuzione di 3 dB entro il 2032** ridurrebbe di 2,4 milioni il numero di persone cronicamente infastidite e di quasi 800.000 quelle che sono fortemente private del sonno



IL RUMORE: UN PROBLEMA DIFFUSO E «SILENZIOSO»

- In Europa circa 113 milioni di persone sono esposte a rumore da **traffico stradale** diurno e notturno, per livelli pari ad almeno 55 decibel (dB) o superiori
- 22 milioni di persone sono esposte ad alti livelli di rumore derivante dal **traffico ferroviario**
- 4 milioni sono esposte al rumore da **traffico aereo**, meno di 1 milione sono i soggetti esposti ad alti livelli di rumore generato da **insediamenti industriali**
- Tendenza a spostare l'attenzione dalle misure che **mitigano** il rumore a quelle che lo **prevengono**, come il sostegno alla mobilità sostenibile
- Adozione nel 2021, dello «**Zero pollution action plan**» da parte della CE. La bozza dell'European Green Deal menzionava il rumore come parte della strategia di inquinamento zero, mentre la comunicazione finale no

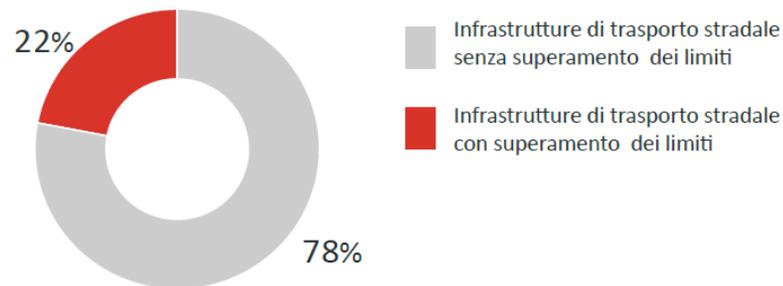


In riferimento alla componente **Clima Acustico** le problematiche evidenziate in base agli esposti dei cittadini ed ai risultati dei numerosi controlli ambientali riguardano principalmente:

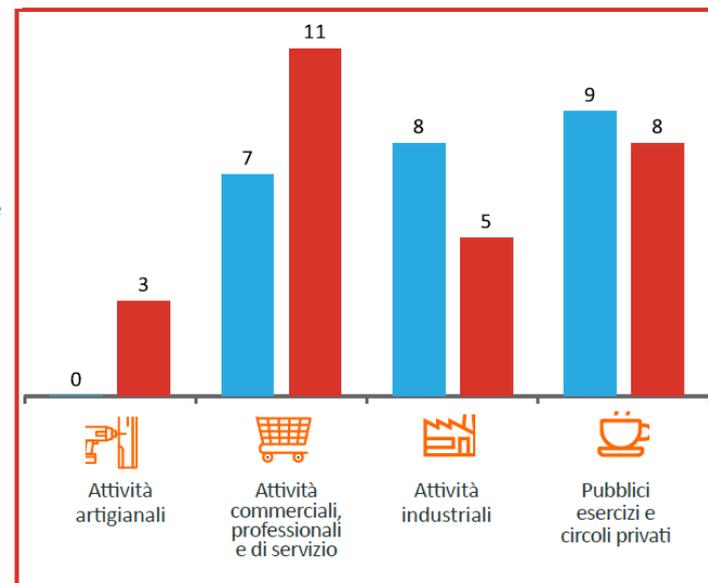
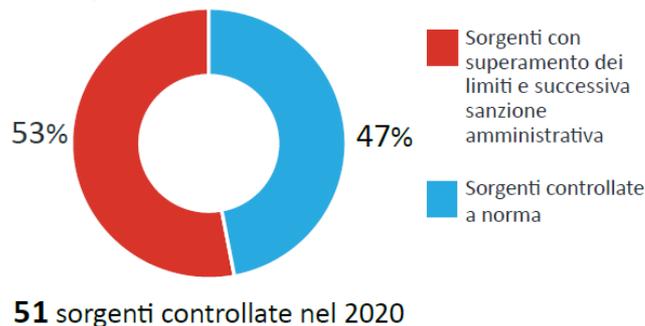
✓ Rumore da **Infrastruttura Stradale**



9 tratti di infrastrutture di trasporto stradale controllati nel 2020



✓ Rumore da **Attività Commerciali Artigianali industriali**



RUMORE DA INFRASTRUTTURA STRADALE: ANALISI DELLA SORGENTE

In rumore da traffico stradale può essere suddiviso in due sorgenti principali di rumore:

- ✓ **Rumore da propulsione:** componente dominante in condizioni di accelerazione e per ridotte velocità.



Soluzione: è intrinseca nel graduale aggiornamento del parco auto con passaggio graduale a **motori elettrici (attuabile nel medio-lungo periodo)**

- ✓ **Rumore di rotolamento:** componente dominante in condizioni di elevata velocità del veicolo o comunque per condizioni di velocità media con traffico fluido



Soluzione: ottimizzazione sia del **pneumatico** che dello stato di usura della **pavimentazione (attuabile nel breve-medio periodo)**

Soluzione: per entrambi le sorgenti si può intervenire sulla via di propagazione mediante **barriere antirumore**

RUMORE DI ROTOLAMENTO: INTERVENTI SULLA PAVIMENTAZIONE

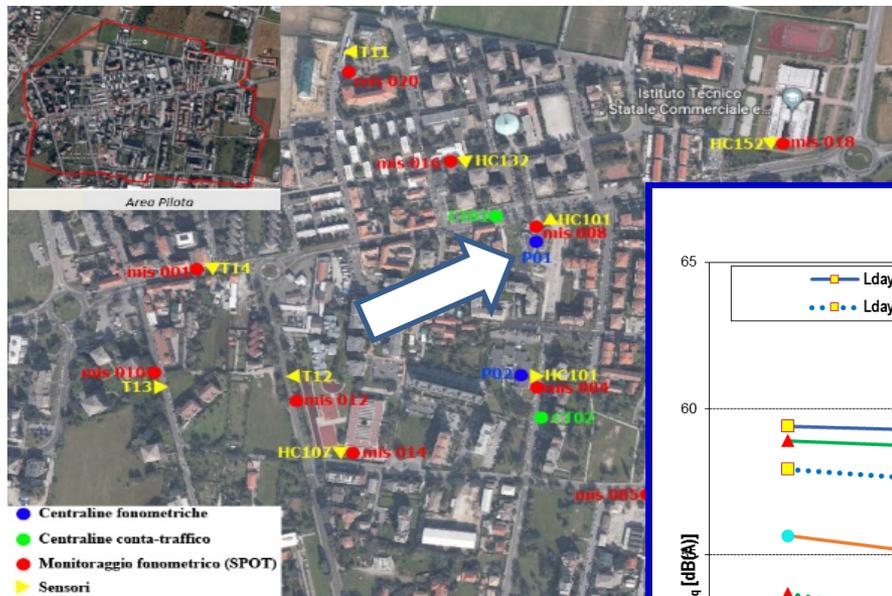
- ✓ **LEOPOLDO:** ricerca di particolare interesse a livello regionale per la predisposizione di Linee Guida per la progettazione ed il controllo delle pavimentazioni stradali per la viabilità ordinaria. Effettuata a partire dal 2005, nel 2013 la Giunta Regionale (Delibera del 11/03/2013 n. 157) ha preso atto dei risultati della prima fase del progetto volto alla **progettazione di manti di usura a tessitura ottimizzata** tali da **minimizzare il rumore di rotolamento per strade extraurbane**
- ✓ **Life MONZA:** intervento pilota progettato e realizzato su Viale Libertà a Monza, ha mostrato come le tessiture ottimizzate studiate nel progetto Leopoldo siano di fatto applicabili con successo anche **in ambito urbano, su strade con condizioni di traffico fluido anche se a velocità medie non elevate**



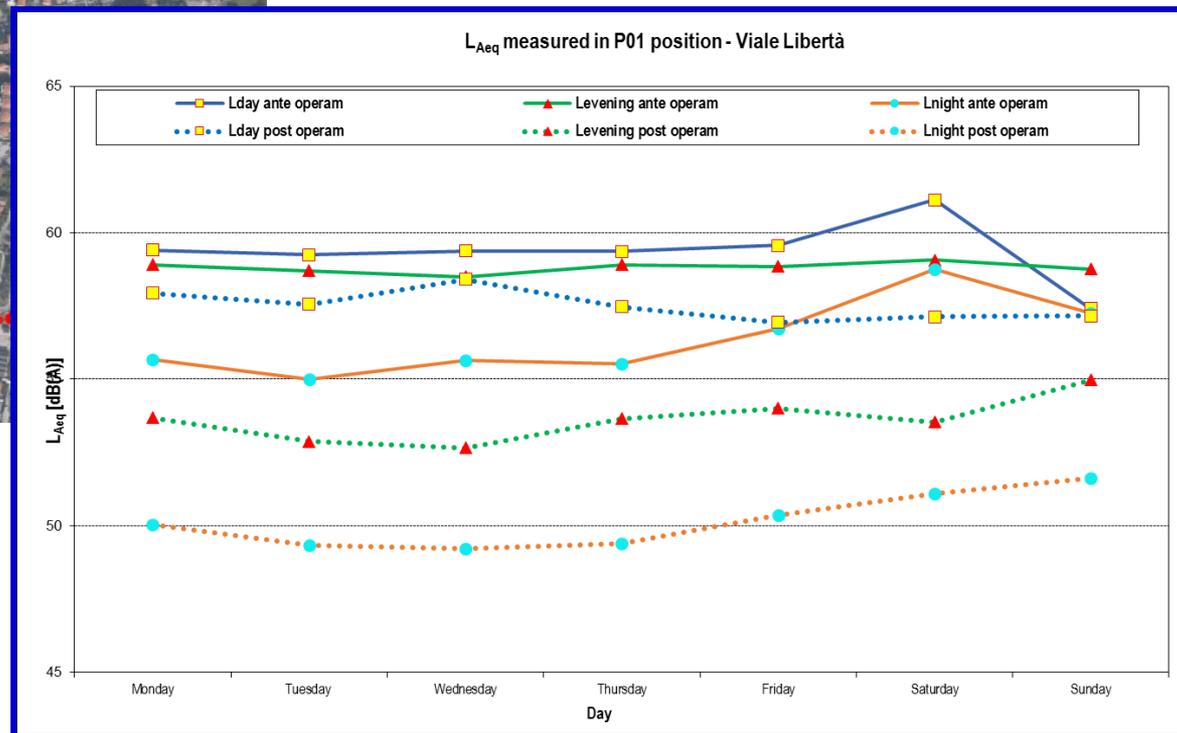
Methodologies for Noise low
emission Zones introduction
And management

RUMORE DI ROTOLAMENTO: ESPERIENZA LIFE MONZA

Confronto **ante** (novembre 2017) – **post** (gennaio 2019):
postazione fissa P01 su Viale della Libertà



Mese-anno	Descrittore acustico		
	D	E	N
Nov-17	59.5	58.8	56.5
Jan-19	57.5	53.7	50.3
Differenza	2.0	5.1	6.2



RUMORE DI ROTOLAMENTO: INTERVENTI SULLA PAVIMENTAZIONE

Sono stati sviluppati e sono in corso numerosi altri progetti di ricerca nei quali si studiano e si progettano pavimentazioni a tessitura ottimizzata con l'utilizzo, nel bitume, del polverino di gomma proveniente dal riutilizzo di pneumatici esausti.



Il progetto **LIFE NEREIDE** (LIFE15 ENV/IT/000268) vuole testare l'impiego di nuove pavimentazioni stradali porose a bassa emissione sonora composte da asfalto riciclato e polverino di gomma riciclata da Pneumatici Fuori Uso.

LIFE E-VIA

Electric Vehicle noise control by Assessment and optimisation of tyre/ road interaction

www.life-evia.eu



Life SNEAK "optimized surfaces against noise and vibrations produced by tramway track and road traffic"

RUMORE DA TRAFFICO STRADALE: INTERVENTI SULLA VIA DI PROPAGAZIONE

L'intervento con **BARRIERE ANTIRUMORE** viene ipotizzato qualora siano presenti superamenti dei limiti imposti superiori a 4 dB(A). L'intervento in generale raggiunge un'efficacia di almeno 7-8 dB(A) per i ricettori nella zona d'ombra della barriera.

Esperienza barriere acustiche sulla S.G.C. FI-PI-LI

INTERVENTI DI RISANAMENTO ACUSTICO SULLA S.G.C. FI-PI-LI
NEI COMUNI DI FIRENZE - SCANDICCI E LASTRA A SIGNA
STRALCIO "B" - dal Km 0+000 al Km1+170 e dal Km 2+400 al Km 7+500

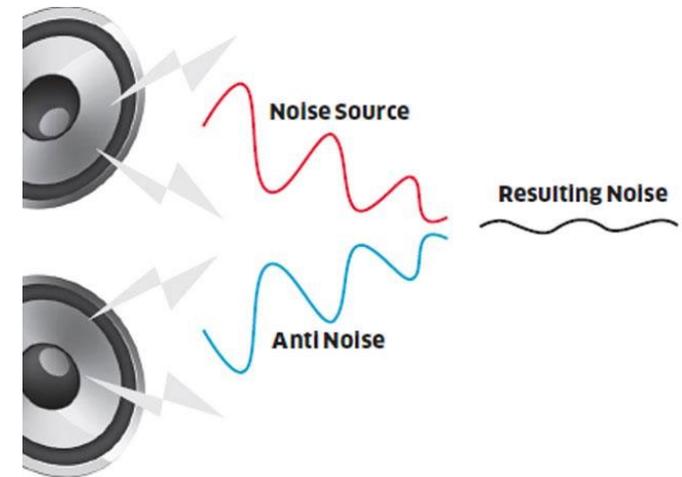


RUMORE DA ATTIVITÀ COMMERCIALI/ARTIGIANALI/INDUSTRIALI

Per quanto riguarda le problematiche legate al rumore dovuto a sorgenti commerciali/artigianali/industriali, si rileva come le criticità siano spesso **collegate alle emissioni stazionarie nel tempo dei macchinari.**

Possibili **interventi:**

- ✓ **alla sorgente**, agendo sul meccanismo di generazione del rumore attraverso: interventi di regolazione del macchinario, oppure chiusura della sorgente in box insonorizzati, oppure applicazione di **tecniche di controllo attivo del rumore** (attuabile nel medio-lungo periodo)
- ✓ **sulla via di propagazione** (es. barriere acustiche)
- ✓ **al ricettore** (es. sostituzione infissi)



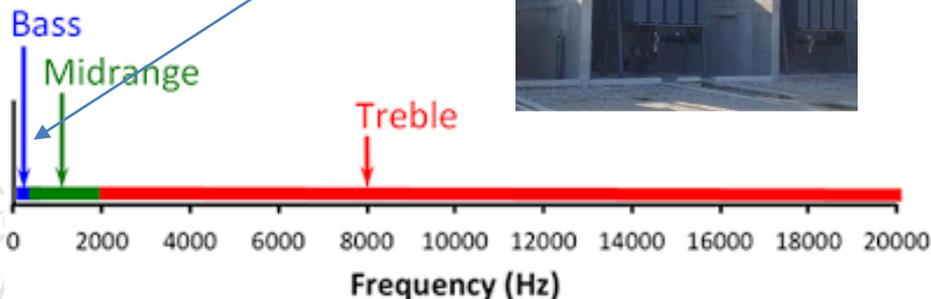
INTERVENTI ALLA SORGENTE

CASO STUDIO: I REATTORI DELLE STAZIONI ELETTRICHE

Tecniche di ANC sono state applicate per la riduzione dell'impatto acustico dovuto a sorgenti stazionarie con emissione in bassa frequenza, riconosciute come particolarmente disturbanti in termini di benessere della persona, quali i **reattori elettrici**, utilizzati nelle sottostazioni elettriche per la correzione del fattore di potenza. L'interazione tra le componenti AC delle tensioni di linea e il reattore stesso provoca un rumore con un tono puro in bassa frequenza che ha la **componente principale a 100 Hz**.

Questo tipo di rumore spesso non è accettabile se la sorgente è posta vicino alle zone abitate.

Rumore a
banda stretta



INTERVENTI ALLA SORGENTE

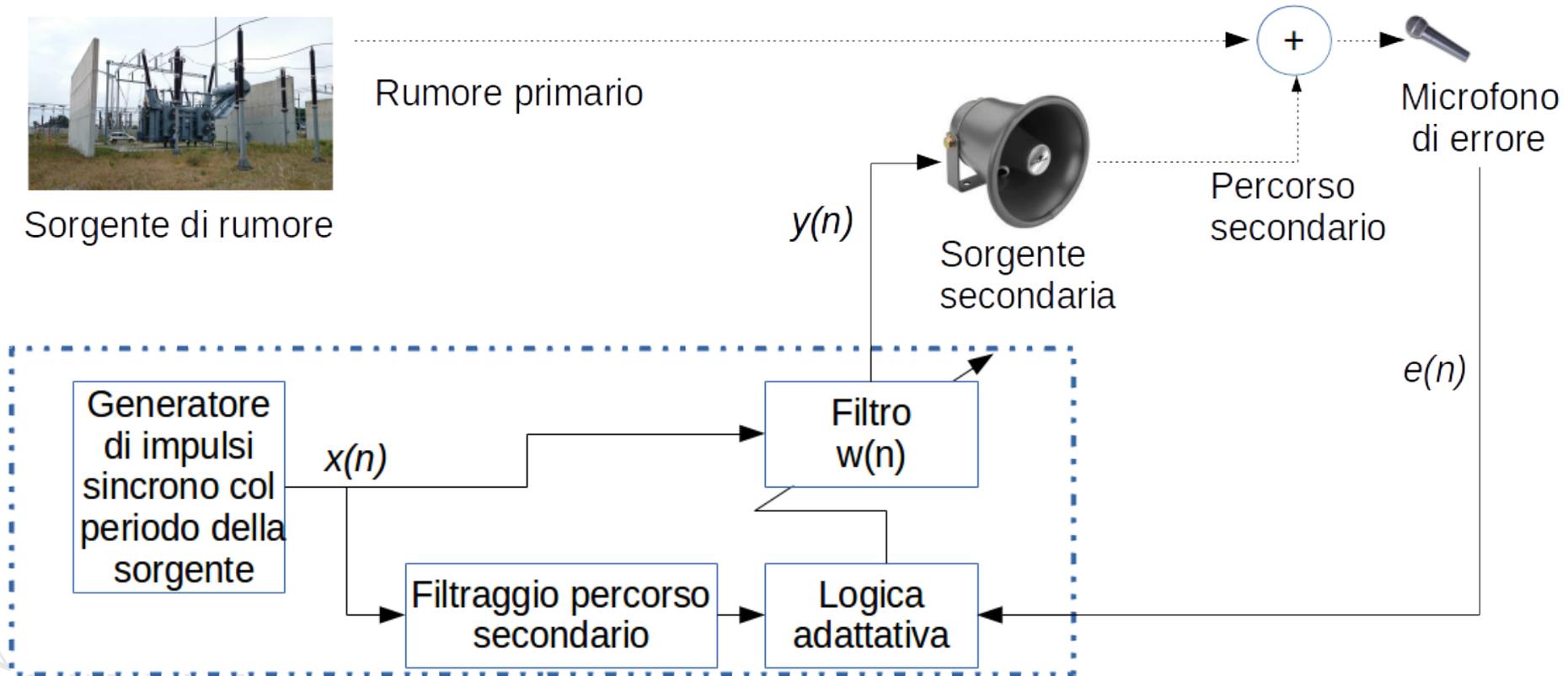
CASO STUDIO: I REATTORI DELLE STAZIONI ELETTRICHE

Le attività sperimentali hanno riguardato la progettazione, realizzazione e assemblaggio del sistema ANC.



Sorgente di rumore

Rumore primario



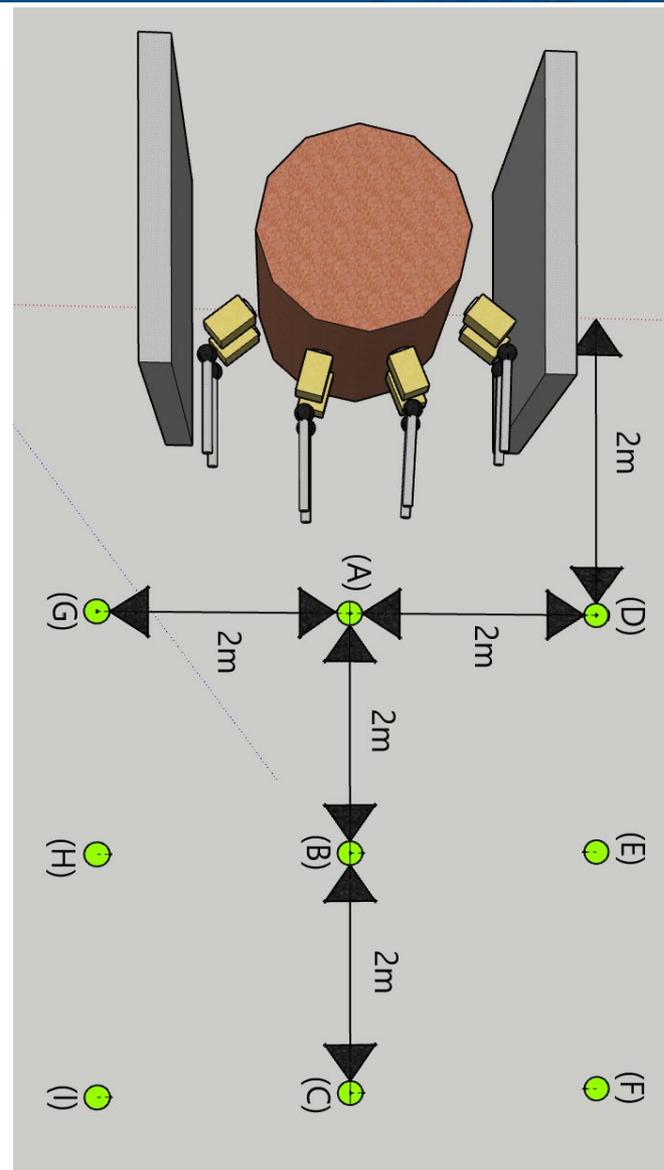
Waveform Synthesis based Active Noise Control system

INTERVENTI ALLA SORGENTE

CASO STUDIO: I REATTORI DELLE STAZIONI ELETTRICHE

Reiezione disturbo reattore, componente a 100Hz - 8 altoparlanti 8 microfoni

Posizione di Misura	Sistema ANC spento	Sistema ANC acceso	Attenuazione (dB)
A	87	77	10
B	85	78	7
C	82,6	79,5	3.1
D	77	82	-5
E	83	81	2
F	75	78,5	-3,5
G	75	71,5	3,5
H	80	70	10
I	77	68	8.5

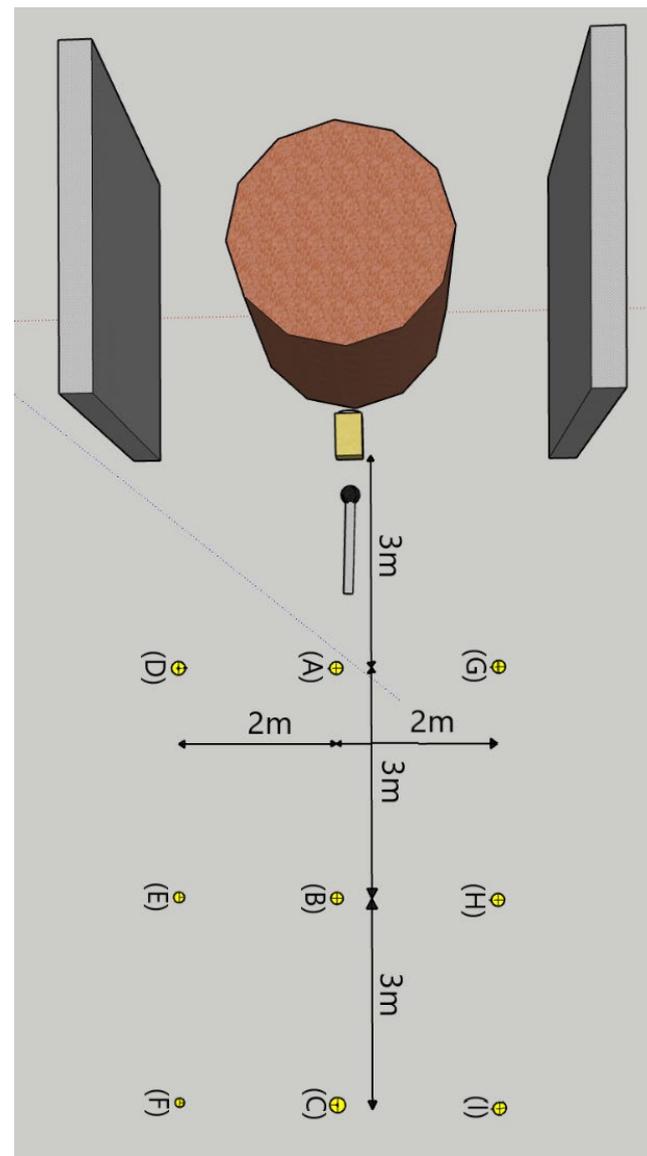


INTERVENTI ALLA SORGENTE

CASO STUDIO: I REATTORI DELLE STAZIONI ELETTRICHE

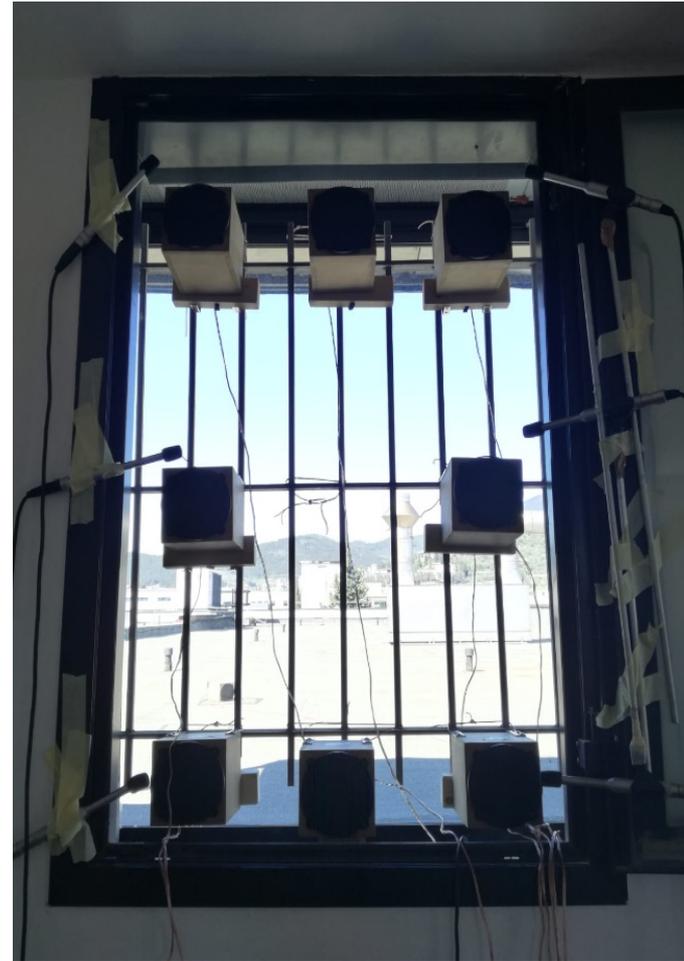
Reiezione disturbo reattore, componente a 100Hz - 1 altoparlante 1 microfono

Posizione di Misura	Sistema ANC spento	Sistema ANC acceso	Attenuazione (dB)
A	84	76	8
B	83.8	73	11
C	81	76	5
D	77	73	4
E	81	71	10
F	70	73	-3
G	74	69	5
H	78.5	76	2.5
I	74	72	2



INTERVENTI AL RICETTORE FINESTRE A CONTROLLO ATTIVO

Sono in corso attività di ricerca che studiano soluzioni ANC applicate alle finestre.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE

ANNUARIO DEI DATI AMBIENTALI DELLA TOSCANA 2021 QUALE CONTRIBUTO PER LA TRANSIZIONE ECOLOGICA?

STATO DELL'ARTE DELLE SOLUZIONI SOSTENIBILI E ATTUABILI NEL BREVE E LUNGO TERMINE PER LA RIDUZIONE DEL RUMORE



PROF. MONICA CARFAGNI

monica.carfagni@unifi.it

19 Novembre 2021