

Le misure *in situ*

Elisa Veronese, PhD
Responsabile scientifico



Misure *in situ*



Misure *in situ*: cosa sono

- Metodo oggettivo e ripetibile di misura dei suoni a livello del timpano del paziente
- Real Ear Measurement

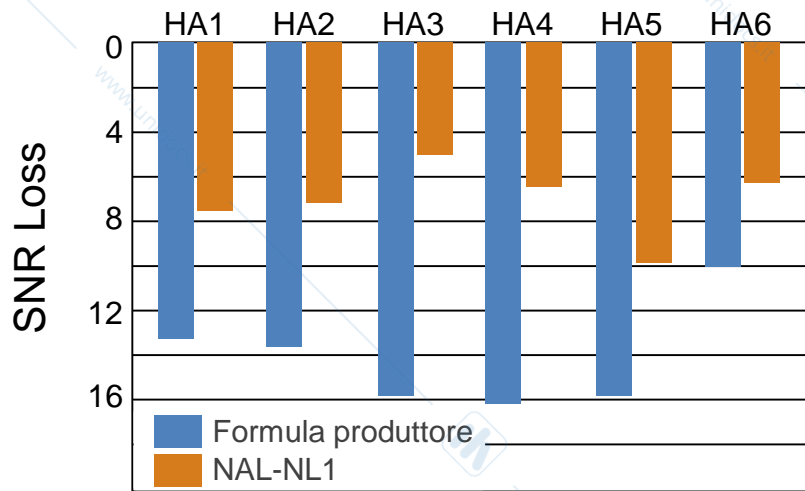


Misure *in situ*: perché acquisirle (1/5)

- **Ottenere la migliore configurazione dell'apparecchio acustico a seconda delle esigenze del paziente**
- **Evitare di impostare i guadagni dell'apparecchio basandosi su curve medie di popolazione → errore da predizione**



Misure *in situ*: perché acquisirle (2/5)



Sei AA top di gamma programmati

- secondo la **regola del produttore**

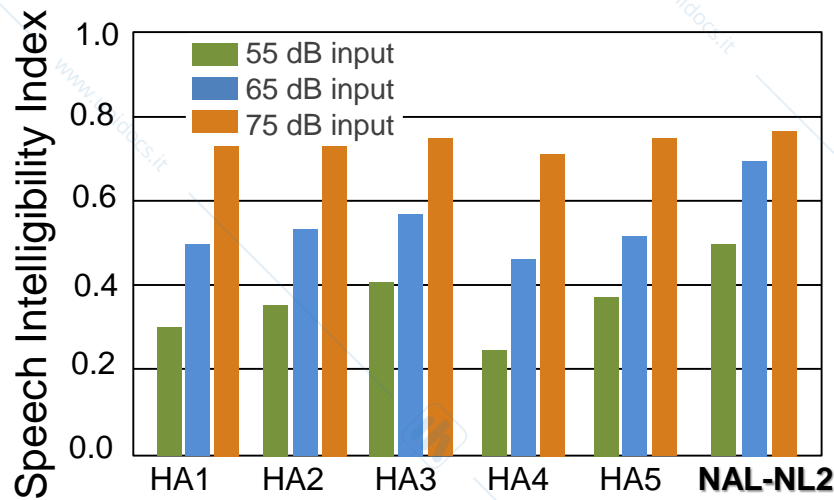
- secondo la **NAL-NL1**

Pazienti testati con QuickSIN, per misurare la perdita della capacità di capire il parlato in un contesto rumoroso

Tale perdita diminuisce con un AA programmato usando la **NAL-NL1**

Leavitt & Flexer, Ear and Hearing

Misure *in situ*: perché acquisirle (3/5)



Confronto tra cinque algoritmi di programmazione proprietari e formula NAL-NL2

Lo Speech Intelligibility Index risulta sempre maggiore nel caso di NAL-NL2

Sanders et al, Hearing Review (2)

Misure *in situ*: perché acquisirle (4/5)



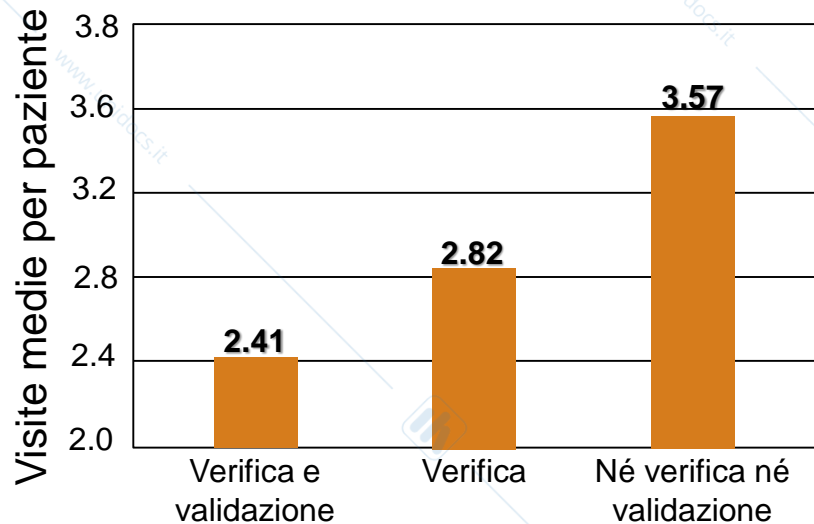
The image shows the cover of 'THE Hearing Review' magazine. The title is in large yellow letters at the top. Below it, the website 'www.hearingreview.com' is listed. The issue information 'Vol 18 No 6 June 2011' is in the top right. The central graphic is an hourglass with yellow sand. To the right of the hourglass, the headline 'V&V is Money' is written in large green letters. Below the headline, a white text box contains the statement: 'Universal verification and validation would make unnecessary 521,779 repeat office visits each year'. The background is black.

THE Hearing Review
www.hearingreview.com
Vol 18 No 6 June 2011

**V&V
is
Money**

Universal verification and validation would make unnecessary 521,779 repeat office visits each year

Misure *in situ*: perché acquisirle (5/5)



- Analisi effettuata su 533 pazienti
- Verifica e Validazione (V&V) garantiscono in media 1.2 visite in meno per paziente

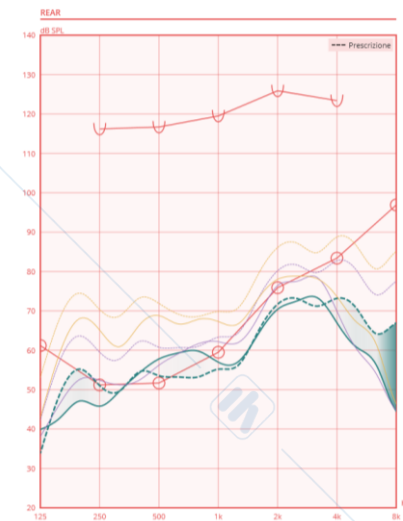
- 2.7 mln di apparecchi nel 2010 negli U.S.A. (1.5 mln di pazienti)
- Solo il 36% con V&V
- Se V&V estesa a tutta la popolazione, si avrebbero 521779 visite in meno

Kochkin, Hearing Review (2008)

Misure *in situ*: come acquisirle (1/2)

Un sistema REM, dotato di

- un altoparlante
- una coppia di microfoni che misura il segnale al timpano e alla base dell'orecchio
- un sistema di registrazione e di analisi dei segnali acquisiti
- un software per la visualizzazione dei segnali e il calcolo delle curve target



Misure *in situ*: come acquisirle (2/2)

- **Esami preliminari**
 - otoscopia
 - audiometria
- **Ambiente di test silenzioso**
- **Equalizzazione dell'altoparlante**
- **Calibrazione dei tubicini**

Misure *in situ*: vantaggi

- **Dimostrazione visiva dei benefici forniti dall'apparecchio**
- **Soddisfazione del paziente**
- **Riduzione significativa del numero di appuntamenti**



Indice

- **Apparecchi acustici**
- **Misure in situ e algoritmi di fitting**
- **Esecuzione dell'esame REM**
- **RECD box**
- **Test HIT e Inventis Drum**

Indice

- **Apparecchi acustici**
- **Misure in situ e algoritmi di fitting**
- **Esecuzione dell'esame REM**
- **RECD box**
- **Test HIT e Inventis Drum**

Apparecchi acustici

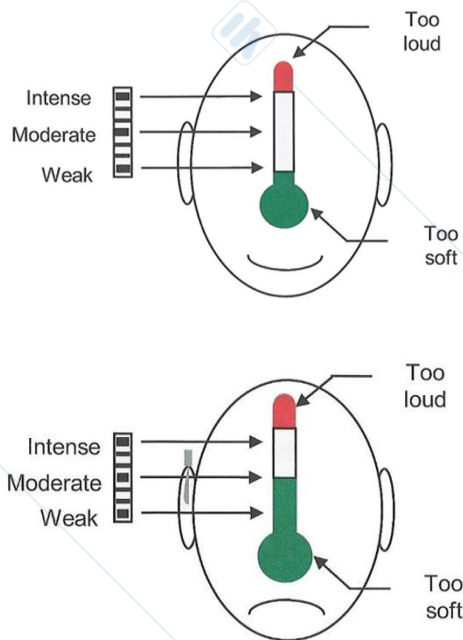
- **Dispositivi elettroacustici volti ad amplificare i suoni in soggetti affetti da ipoacusie trattabili con amplificazione aerea**
- **Ipoacusie trasmissive e neurosensoriali traggono beneficio dall'utilizzo di apparecchi acustici**

Applicazioni

Nel caso di ipoacusia

- la soglia minima uditiva si innalza
- la soglia di dolore non aumenta

ridotto
range
dinamico



Audiometria

Misurazioni
in-situ (REM)

Fitting
Suite

Caratteristiche

Dimensioni

Modelli piccoli

- ↑ si adattano anche a orecchi piccoli
- ↑ maggior sfruttabilità di padiglione e canale uditivo
- ↓ batteria più piccola

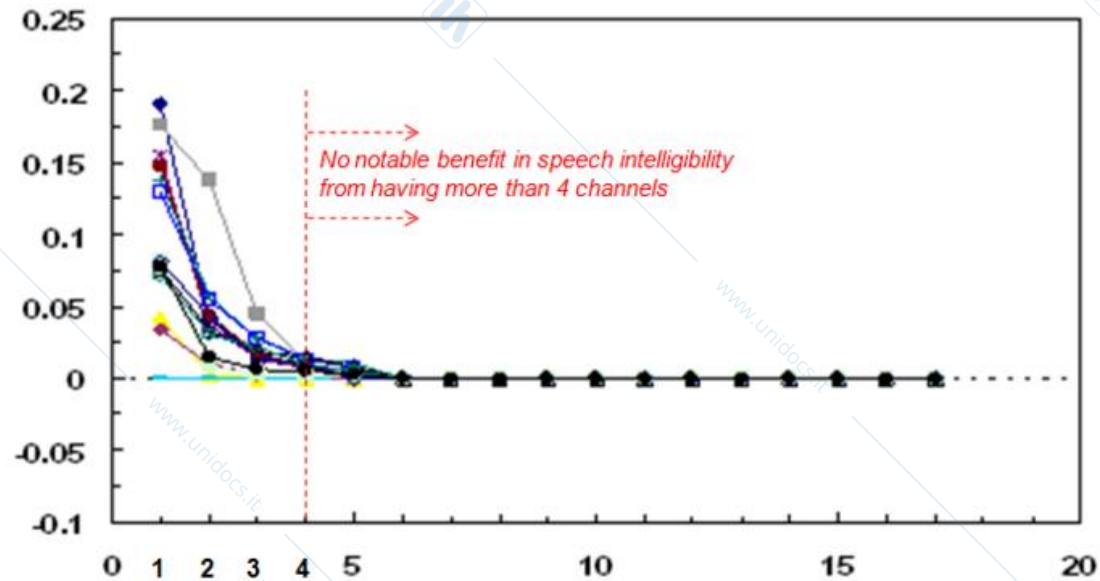
Modello HA	Dimensioni [mm]
RIC	5,03 x 2,77 x 1,98
CIC	5,30 x 3,10 x 2,60
ITE/ITC	5,21 x 3,58 x 3,05
Micro BTE	5,55 x 4,01 x 3,50
Mini BTE	6,35 x 4,34 x 3,02



Caratteristiche

Modalità di funzionamento

- single channel
- multi channel



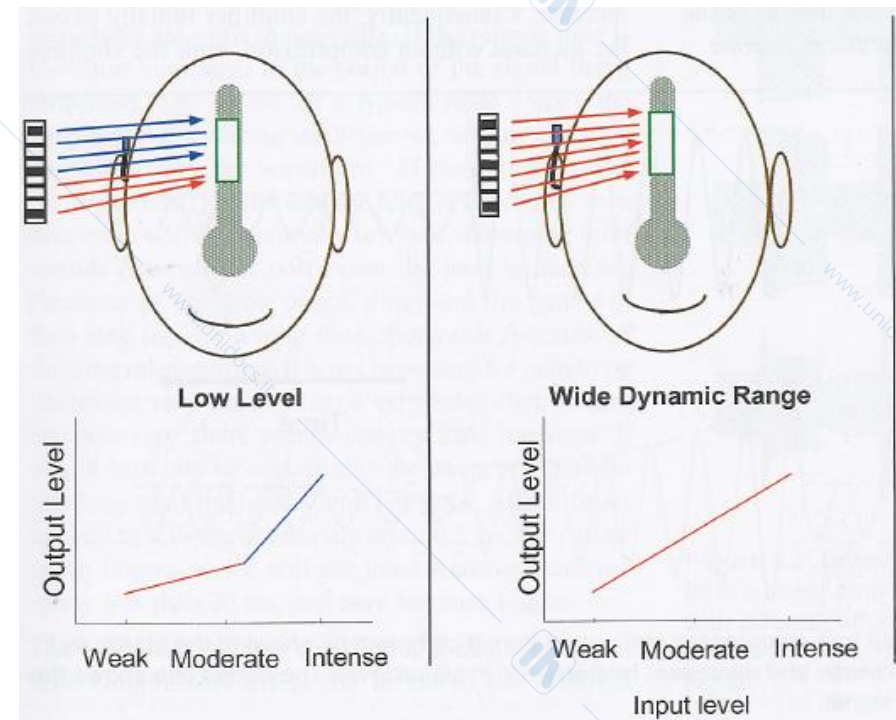
Miglioramento dell'Articulation Index in funzione del numero di canali^[1]

[1] Rickert M. et al: Compression bands: How
American Auditory Soc

Caratteristiche

Tipo di amplificazione

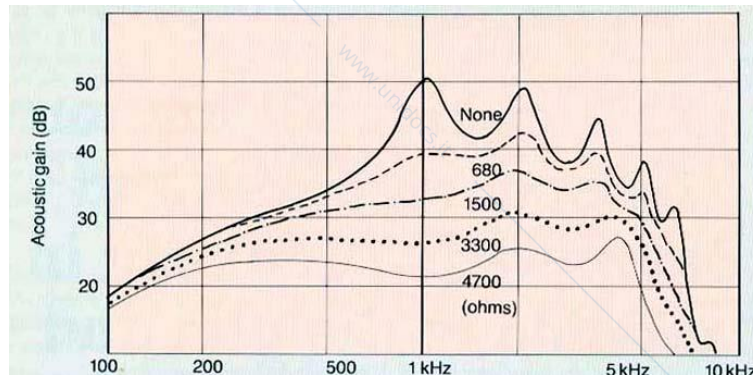
- **linear amplification:** per ogni input applico lo stesso gain
- **amplitude compression:** guadagno dipendente da livello in input, e.g. **WDRC (Wide Dynamic Range Compression)**, assegna gain maggiori ai suoni deboli



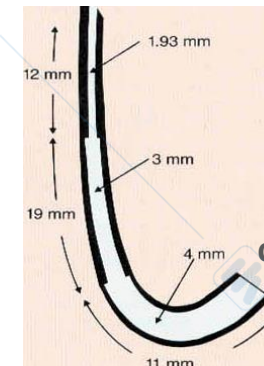
Caratteristiche

Caratteristiche nell'earmold che influenzano le prestazioni di un AA:

- **horn effect:** allargamento del bore nel passaggio earhook – earmold, per amplificare le alte frequenze (verrebbero ridotte da un bore con \varnothing costante) E.g., Libby Horn da 3 mm le amplifica di 8-10 dB; Libby Horn da 4 mm le amplifica di 10-12-dB
- **damping:** modifica le medie freq. eliminando picchi indesiderati
- **venting:** modifica le basse frequenze



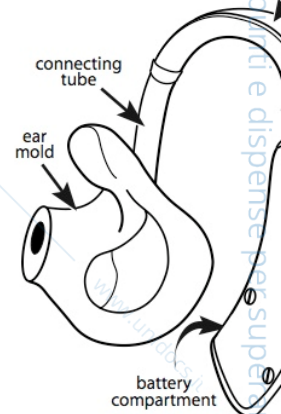
Risposte in frequenza per diversi damper



Libby horn: \varnothing crescente f
adattatore di impedenza
receiver (alta impedenza)
canale uditivo (bassa impedenza)
limitando riflessi

Bore: forellino
costante

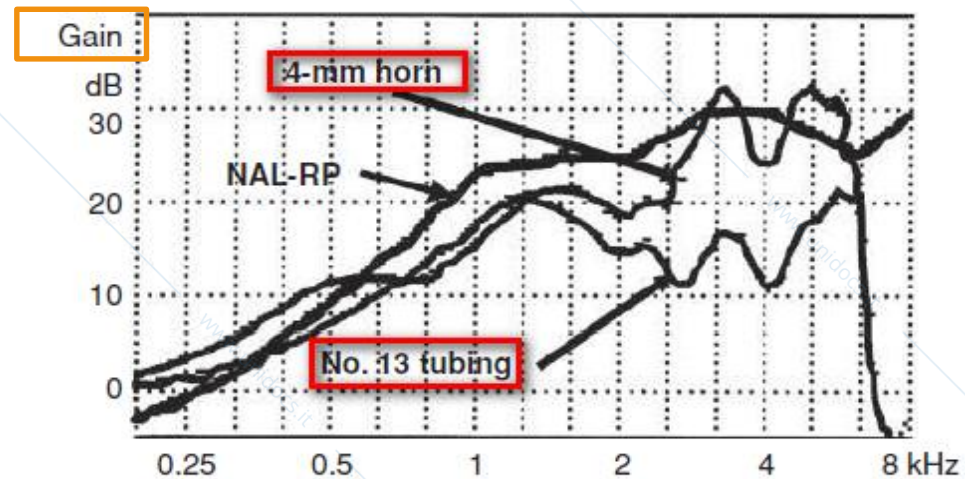
Damper: elemento
acustico inserito



Caratteristiche

Tubing

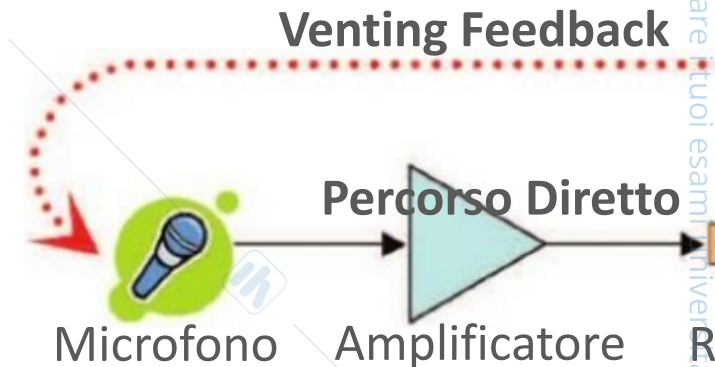
- Solo per i BTE (Libby 3, Libby 4, #13, Thin tube, ...)



Caratteristiche

Venting

- permette ai segnali a bassa frequenza di uscire (se a basse frequenze ci si sente bene, il guadagno rischia di essere troppo grande)
- diminuisce l'effetto di occlusione, dovuto anche alla propria voce
- permette l'accesso normale dei suoni non amplificati
- favorisce l'aerazione, contro irritazioni e infezioni



Indice

- **Apparecchi acustici**
- **Misure in situ e algoritmi di fitting**
- **Esecuzione dell'esame REM**
- **RECD box**
- **Test HIT e Inventis Drum**

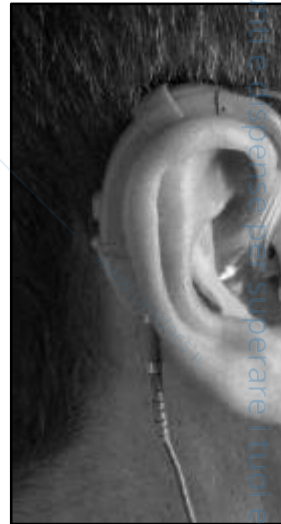
Misure in situ

Cosa sono

- **metodo valido, ripetibile e affidabile per valutare il valore in dB SPL del suono a 3mm – 5mm dalla membrana timpanica**

Perché si fanno

- **verificare le prestazioni dell'apparecchio acustico, mentre indossato dal paziente**
- **accertarsi che i suoni in uscita dall'apparecchio acustico siano udibili e confortevoli**



Misure in situ

Come si fanno

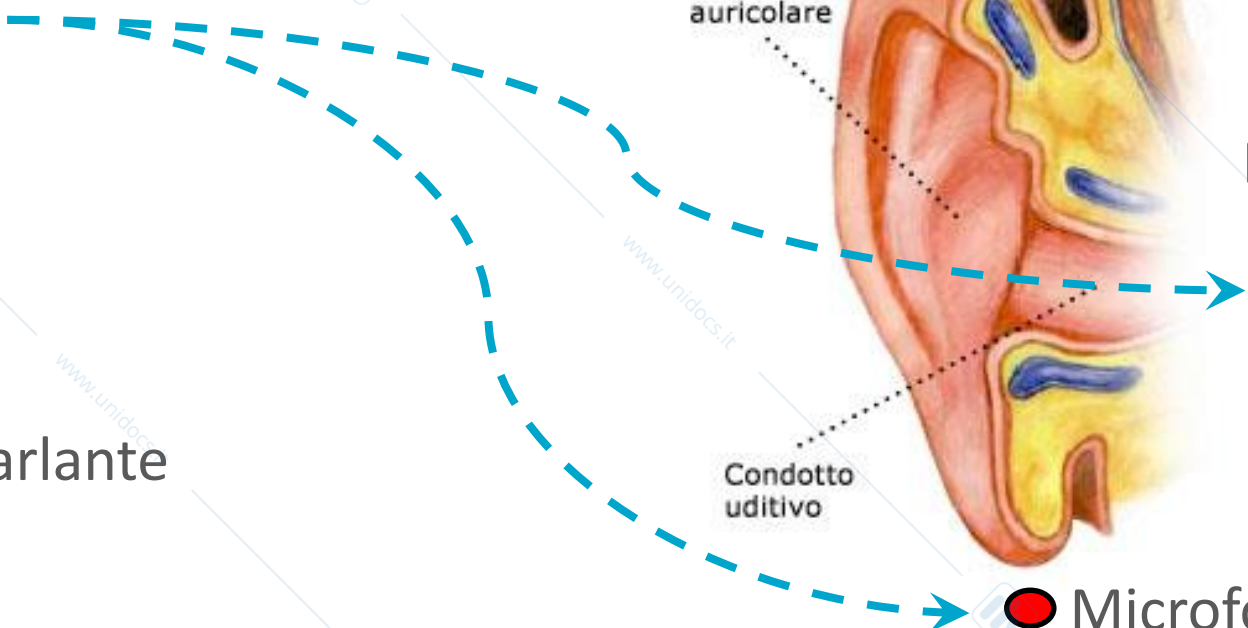
- microfono sonda (probe) a 3mm – 5mm dalla membrana timpanica
- microfono di riferimento (reference) alla base del padiglione auricolare
- apparecchio acustico (hearing aid, HA)
 - **non inserito (UNAIDED, SENZA AA)**
 - **inserito e spento (OCCLUDED, OCCLUSO)**
 - **inserito e acceso (AIDED, CON AA)**



Misure in situ



Altoparlante



Padiglione auricolare

Condotto uditivo

Microfono sonda

Microfono di riferimento

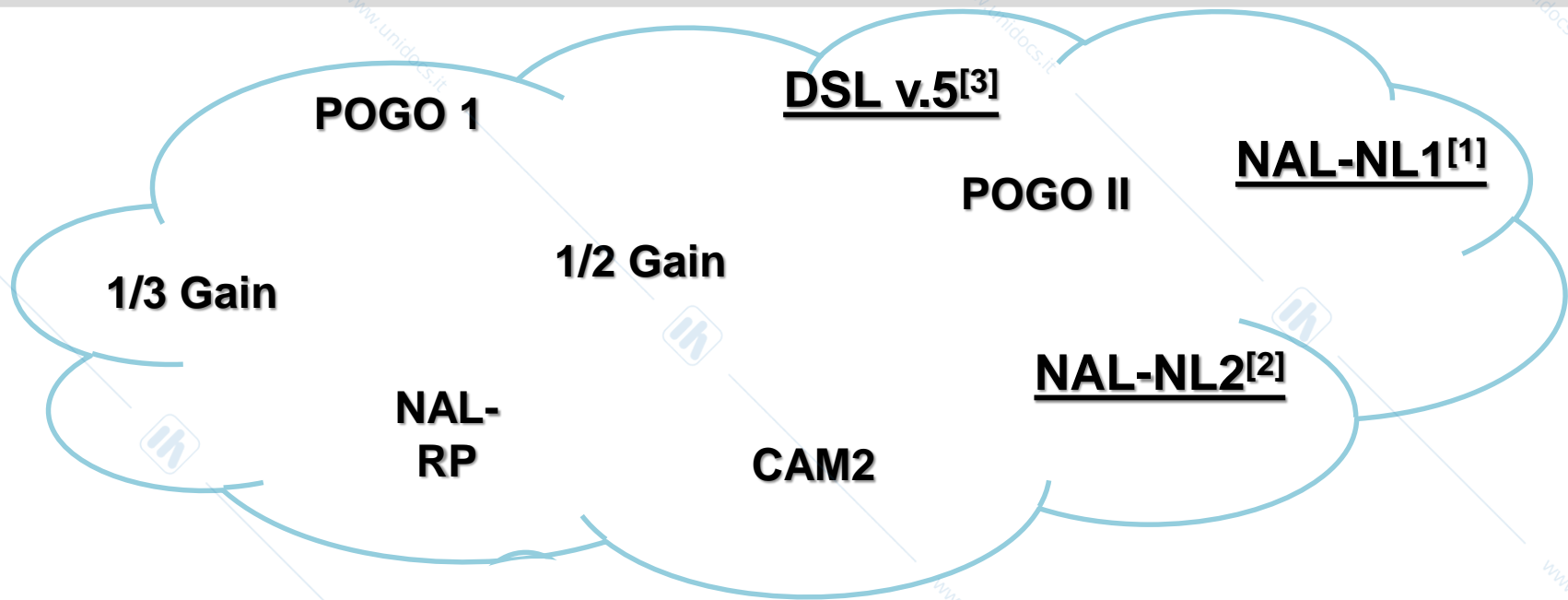
Misure in situ

Grandezze in gioco (ragionamento qualitativo) :

- quanto amplifica l'orecchio del paziente, naturalmente, **senza apparecchio acustico**?
- quanto l'**apparecchio acustico occlude** il canale del paziente, riducendone l'amplificazione naturale, dopo essere stato indossato?
- quanto l'**apparecchio acustico amplifica** i suoni, dopo essere stato indossato e acceso?



Algoritmi di fitting



Algoritmi che, a partire dalla soglia uditiva del paziente, suggeriscono quello che dovrebbe essere il guadagno ottimo da impostare sul dispositivo acustico

Basati su diversi assunti e diverse formule → possono dare risultati molto diversi^[4,5]

Solo NAL-NL2 e DSL v.5 offrono soluzioni specifiche per bambini

[1] Byrne D. et al., J.A

[2] Dillon H. et al.

[3] Scollie S. et al.

[4] Byrne D. et al., J.A

[5] Johnson E.E. and Dillon H., J.A

Indice

- **Apparecchi acustici**
- **Misure in situ e algoritmi di fitting**
- **Esecuzione dell'esame REM**
- **RECD box**
- **Test HIT e Inventis Drum**

Esecuzione dell'esame

Apparecchio acustico (hearing aid, HA)

- **non inserito (UNAIDED, SENZA A.A.)**
- **inserito e spento (OCCLUDED, OCCLUSO)**
- **inserito e acceso (AIDED, CON A.A.)**

Misura in situ (REM)

Trumpe
RE

SENZA A.A. OCCLUSO CON A.A. MPO AVANZATO LIVE

RISPOSTA GUADAGNO

RISPOSTA GUADAGNO

Modalità acquisizione
Istantanea
LTA 5 sec

Controllo livello di sicurezza sonda non previsto in questa modalità

Misure in situ

Apparecchio acustico (hearing aid, HA)

- **non inserito (UNAIDED, SENZA A.A.)**

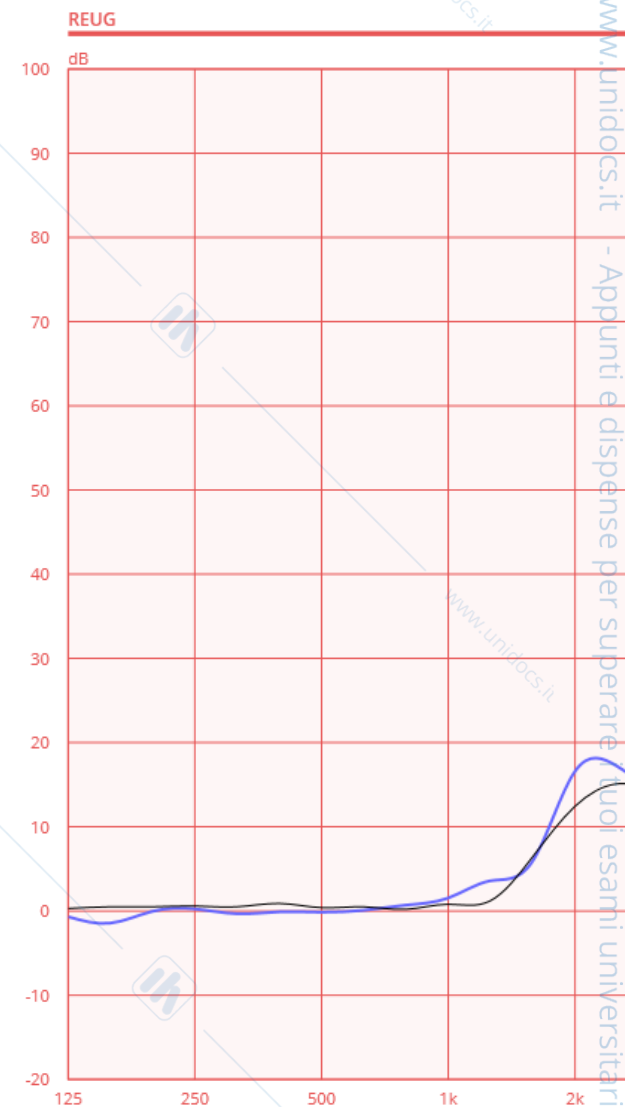
REUG: Real-ear unaided gain

Differenza tra dB SPL misurati al probe e dB SPL misurati al reference. Canale non occluso

Ogni software fornisce una REUG predetta da popolazione, e.g. kemar (→ approssimazione)

REUR: Real-ear unaided response

dB SPL misurati al probe. Canale non occluso



Misure in situ

Apparecchio acustico (hearing aid, HA)

- **inserito e spento (OCCLUDED, OCCLUSO)**

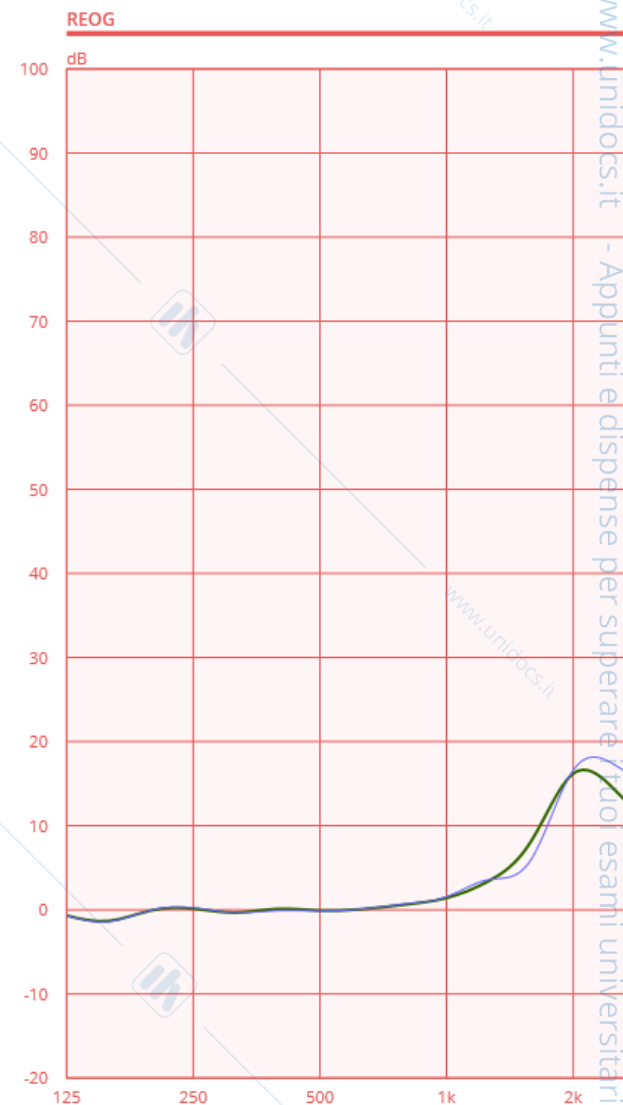
REOG: Real-ear occluded gain

Differenza tra dB SPL misurati al probe e misurati al reference. Canale occluso. Spesso negativa

Utile per valutare il funzionamento di eventuali aperture (vent) nella chiocciola che permettono l'ingresso nel canale di determinate frequenze

REOR: Real-ear occluded response

dB SPL misurati al probe. Canale occluso



Misure in situ

Apparecchio acustico (hearing aid, HA)

- **inserito e acceso (AIDED, CON A.A.)**

REAG: Real-ear aided gain

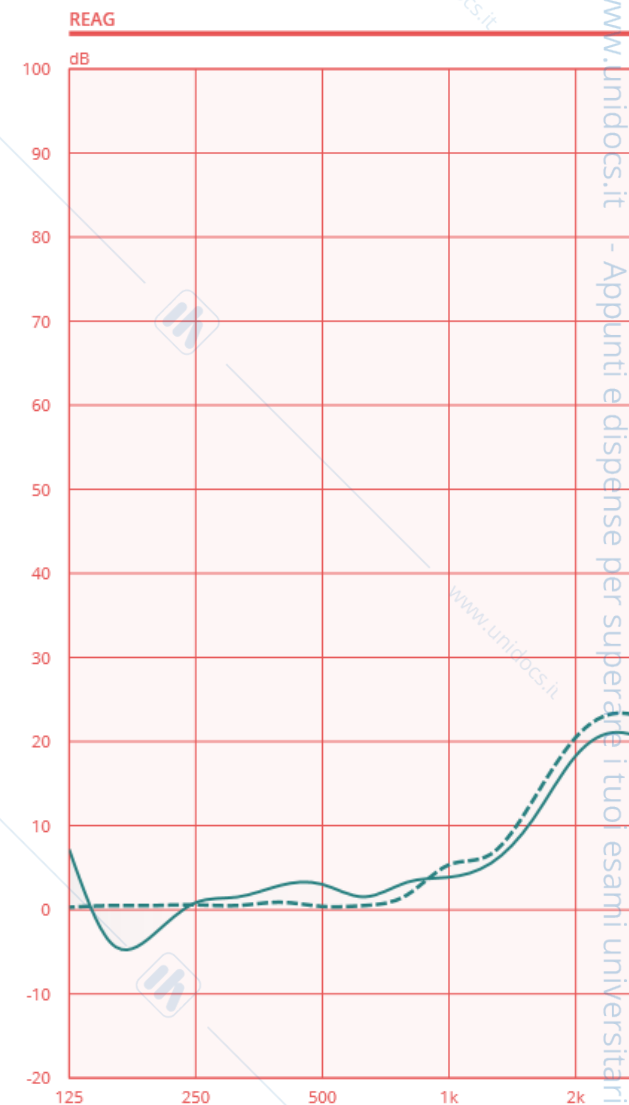
Differenza tra dB SPL misurati al probe e al reference

Considera l'amplificazione fornita dall'A.A. e dal canale uditivo

Usata per avvicinarsi al target calcolato

REAR: Real-ear aided response

dB SPL misurati al probe



Misure in situ

RE, real ear, misure
acquisite sul paziente

RE

A, I, O, U spiegano lo
stato dell'A.A.

U
O
A
I

R e G non danno informa
sullo stato dell'A.A.

Risposta: misura al pro

G R

**Guadagno: differenza tra misura
al probe e al reference**

Indice

- **Apparecchi acustici**
- **Misure in situ e algoritmi di fitting**
- **Esecuzione dell'esame REM**
- **RECD box**
- **Test HIT e Inventis Drum**

Misure RECD

RE, real ear, misure
acquisite sul paziente



E se il paziente non collabora

Risposta: misura al pro

U
O
A
I

~~G
R~~

Guadagno: differenza tra misura
al probe e al reference

RECD box

microfono
sonda



microfono di
riferimento



cassa

In situ	In coupler
Canale uditivo	2cc coupler
Microfono sonda	Microfono del coupler
Cassa Trumpet	Cassa RECD box



RECD box

2cc coupler

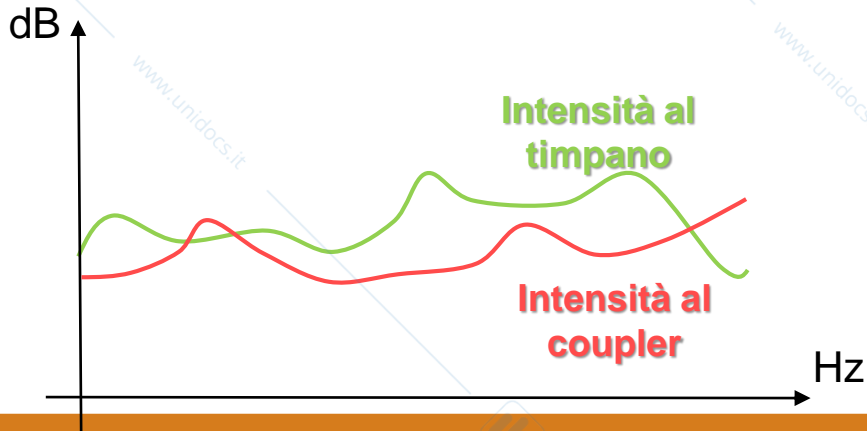
- funge da simulatore di canale acustico
- all'estremità 1 si avvita al microfono sonda
- all'estremità 2 si connette all'apparecchio acustico



Acquisizione RECD – Teoria

Per acquisire la curva RECD servono:

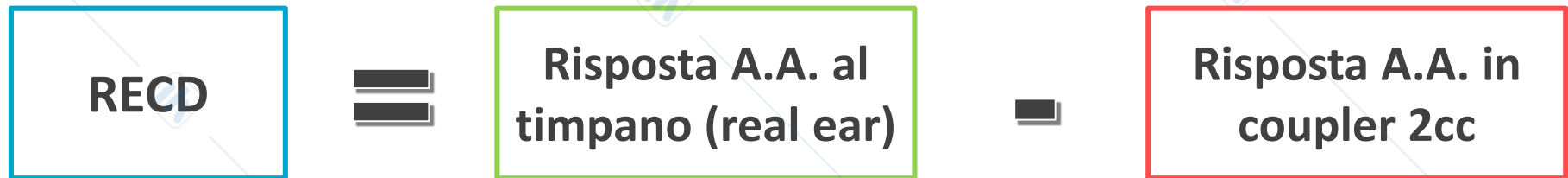
- il paziente
- le sonde
- i trasduttori a inserzione
- l' RECD probe mic
- il coupler



Acquisizione RECD

RECD : Real-Ear to Coupler Difference

Dipende dal volume del canale, dalle caratteristiche del dispositivo acustico e dal trasduttore usato



Va acquisita *una tantum*, dopodiché si può limitarsi alle misure al coupler



Indice

- **Apparecchi acustici**
- **Misure in situ e algoritmi di fitting**
- **Esecuzione dell'esame REM**
- **RECD box**
- **Test HIT e Inventis Drum**

Test HIT e Inventis Drum

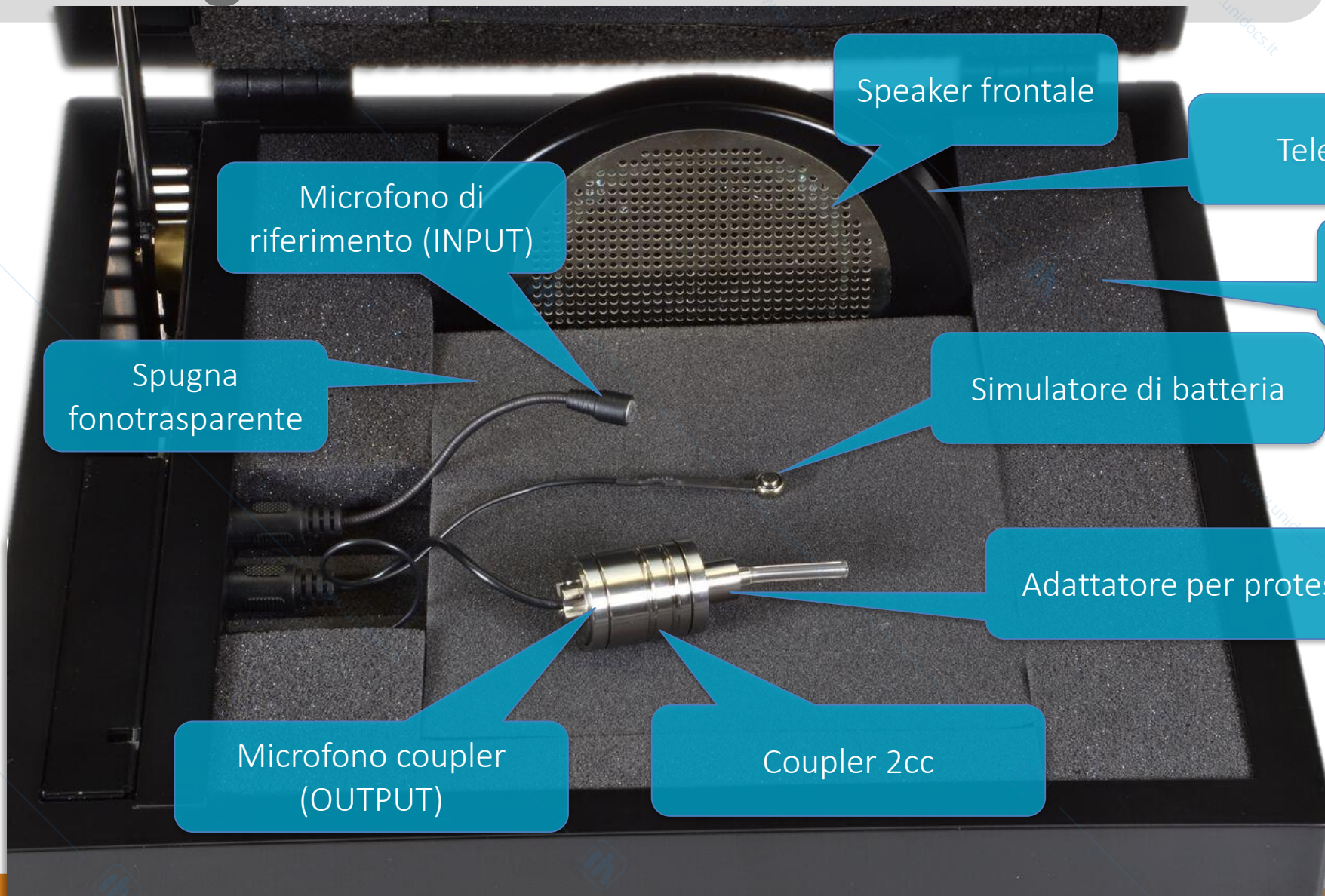


Principali utilizzi

- Se il **fitting REM** non riesce dopo svariati tentativi
- Se il paziente, dopo un **fitting REM** riuscito, ritorna a presentare problemi
- Per verificare **anomalie** di funzionamento dell'A.A. che non hanno legami con l'udito (es. **consumo** eccessivo di batterie)
- Per verificare il corretto funzionamento dell'A.A. **prima** della **vendita** e del fitting

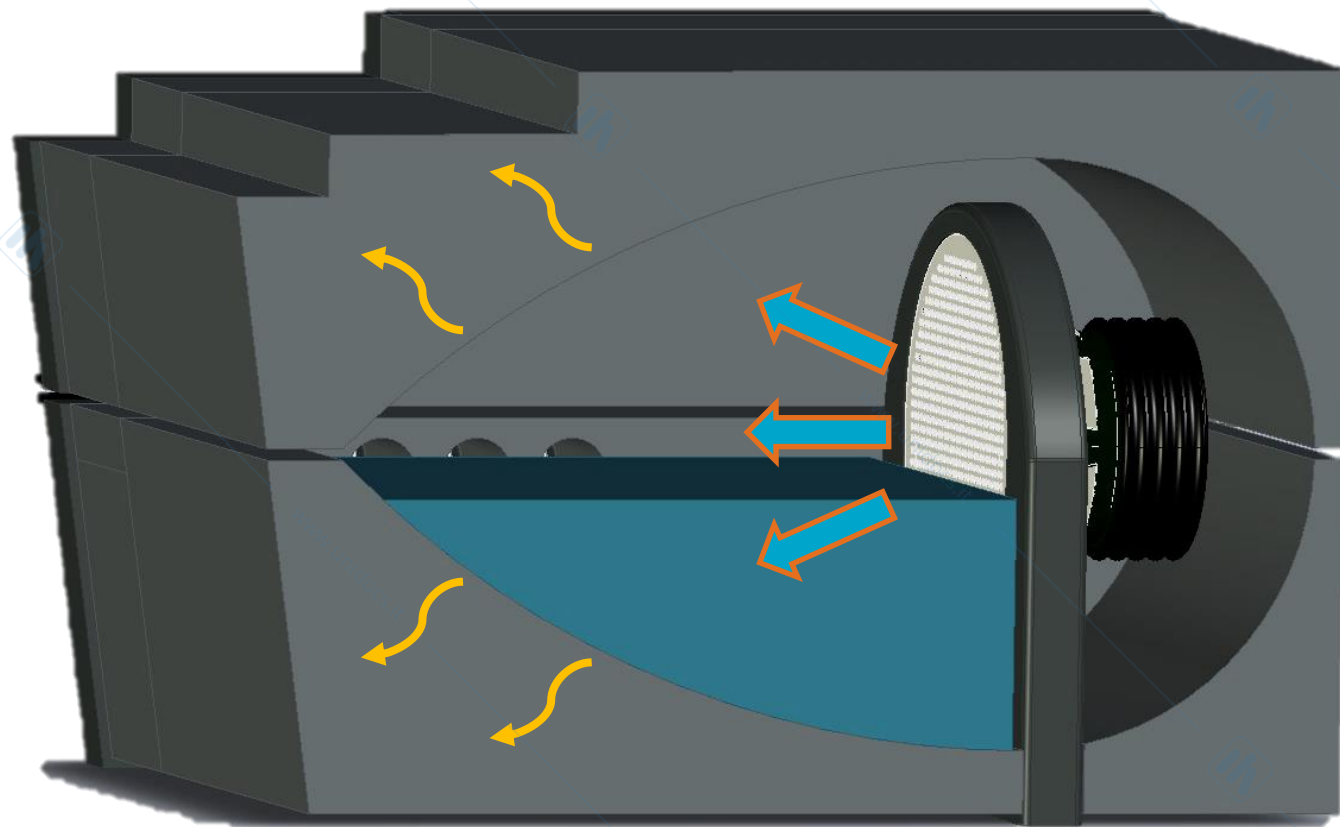
Evitare un inutile
invio in assistenza

Nel dettaglio



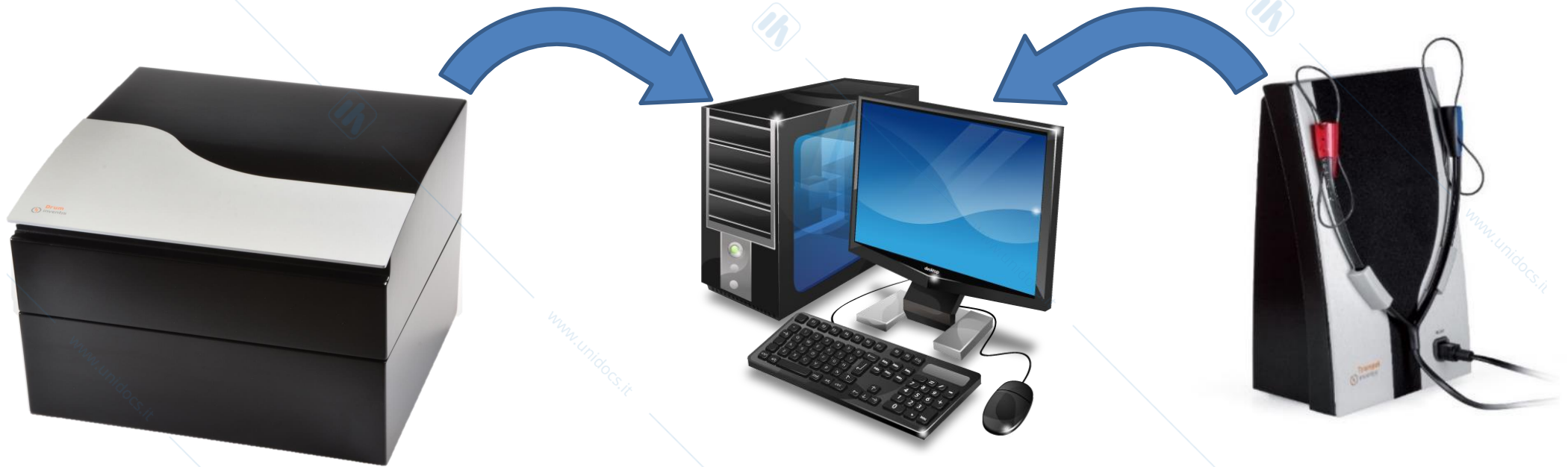
Nel dettaglio

Camera **interna**: forma a “**uovo**”



Utilizzo con Trumpet

Può essere usato come dispositivo **RECD** in unione con **Trumpet**



Nel dettaglio

Le misure HIT sono descritte dalle seguenti **normative**:

- **ANSI 3.22-2014**
- **IEC 60118-7 - 2005**

È possibile eseguire i seguenti **test**:

- OSPL 90
- FOG 50
- Risposta in frequenza
- Corrente di assorbimento
- Distorsione armonica
- Input/Output
- Tempo di attacco/rilascio
- EIN
- Telecoil RTLS (**solo ANSI**)
- Telecoil MASL (**solo IEC**)

Esempio di scheda tecnica

WIDEX UNIQUE™ MINI-BTE CON SOUND CLASS TECHNOLOGY

4 LIVELLI DI PRESTAZIONI
440/330/220/110



Dati Tecnici

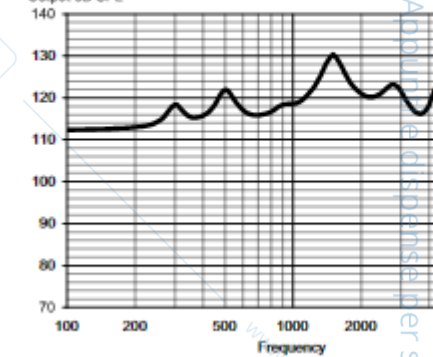
Questi dati tecnici sono stati ottenuti attraverso misurazioni standard di toni puri. L'apparecchio acustico è stato impostato in Compass con modalità Test Guadagno di Riferimento, salvo diverse indicazioni. Misure ottenute attraverso l'uso di una curvetta normale e di un accoppiatore BTE standard. Per maggiori informazioni, si prega di contattare Widex su widex.it.

		IEC 60118-0	IEC 60118-7 / ANSI S3.22-2009
OSPL90	1600 Hz	135 dB SPL	129 dB SPL
	Picco	135 dB SPL	130 dB SPL
	Media	127 dB SPL	123 dB SPL
Uscita (Ingresso 60 dB SPL)	1600 Hz	116 dB SPL	110 dB SPL
	Picco	120 dB SPL	112 dB SPL
	Media	104 dB SPL	106 dB SPL
Guadagno Max (Ingresso 50 dB SPL, Modalità Test Guadagno Max in Compass)	1600 Hz	63 dB	56 dB
	Picco	64 dB	59 dB
	Media	58 dB	54 dB
Range di risposta in frequenza		100 Hz - 8450 Hz	100 Hz - 7750 Hz
Distorsione armonica	500 Hz	<3%	<3%
	800 Hz	<2%	<2%
	1600 Hz	<2%	<2%
Rumore equivalente in ingresso		18 dB SPL	19 dB SPL
Consumo batteria (stand by)		1.03 mA	1.03 mA
Consumo batteria		1.08 mA	1.17 mA

USCITA MASSIMA - ACCOPIATORE 2CC

IEC 60118-7 / ANSI S3.22-2009

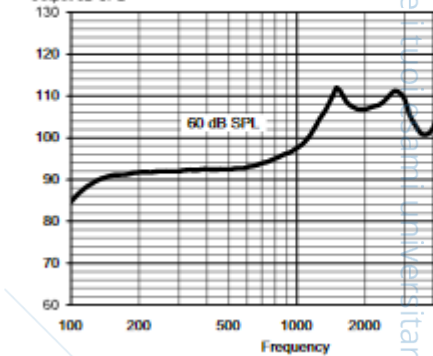
Output dB SPL



USCITA - ACCOPIATORE 2CC

IEC 60118-7 / ANSI S3.22-2009

Output dB SPL



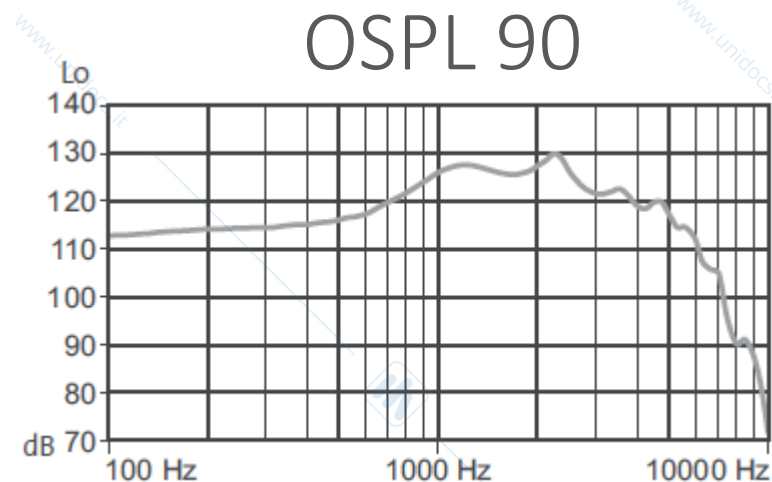
Tipi di misure: sweep

Sweep: emissione di **toni puri in sequenza**, a **frequenza crescente**

Misure di tipo sweep:

- OSPL 90
- FOG 50
- Risposta in frequenza

Si confronta la **curva** ottenuta e alcuni suoi valori (massimo, ecc.) con i dati forniti dal **produttore dell'A.A.**



Tipi di misure: battery current

Misura l'assorbimento di **corrente** dalla batteria dell'A.A. mentre si sta emettendo un **tono puro** a frequenza fissata

Si confronta il valore ottenuto (in **mA**) con il dato fornito dal **produttore dell'A.A.**

TECHNICAL FEATURES	
Battery size	13
Battery life	203 Hours
Frequency response	100 – 6.700 Hz
Supply current	1,0 mA

Tipi di misure: distorsione armonica

La distorsione armonica (THD) quantifica la **percentuale** di suono che si forma a una frequenza **doppia** e **tripla** di quella che si sta emettendo

Si confronta il valore ottenuto (in %) con il dato fornito dal **produttore dell'A.A.**

Distortion	500 Hz	2%
	800 Hz	2%
	1.600 Hz	1%

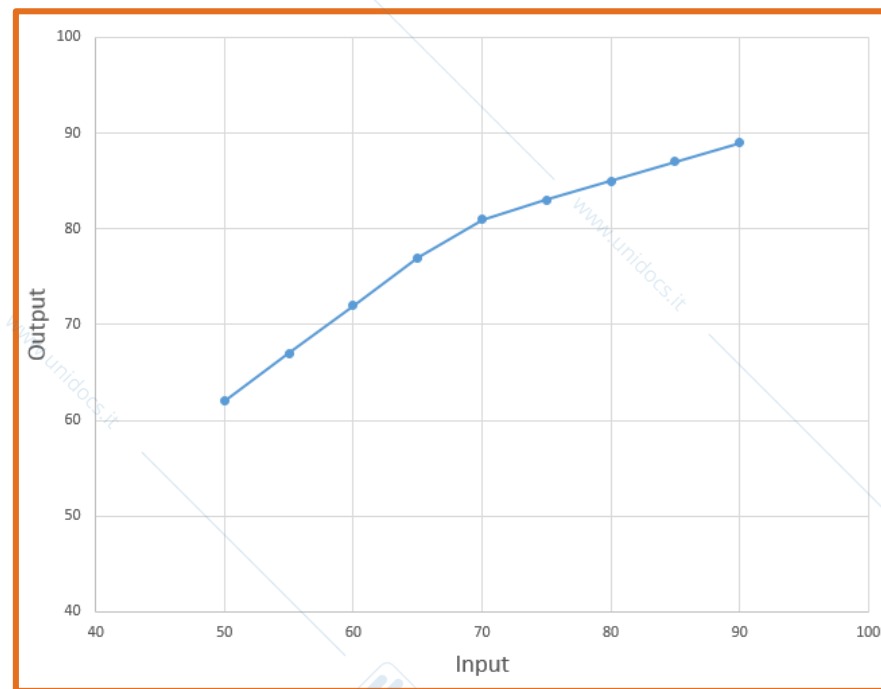
Tipi di misure: Telecoil

Le misure telecoil prevedono di impostare l'A.A. in modalità **T** e di emettere un **campo magnetico** con intensità fissa nella stessa direzione della bobina dell'A.A., registrando l'output sonoro e confrontandolo con quello fornito dal **produttore**

TECHNICAL FEATURES	
Battery size	13
Battery life	203 Hours
Frequency response	100 – 6.700 Hz
Supply current	1,0 mA
Reference test frequency	1.600 Hz
Equivalent noise level	17 dB
Induction coil sensitivity at FOG/RTF	83 dB

Tipi di misure: Input/Output

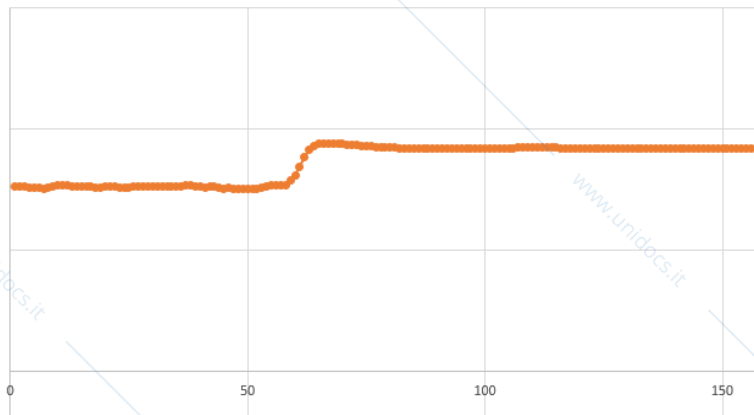
Si emette un suono a frequenza fissa ma con **intensità crescente**, registrando per ogni passo l'intensità sonora emessa dall'A.A. Si effettua per A.A. con **AGC** (Automatic Gain Control)



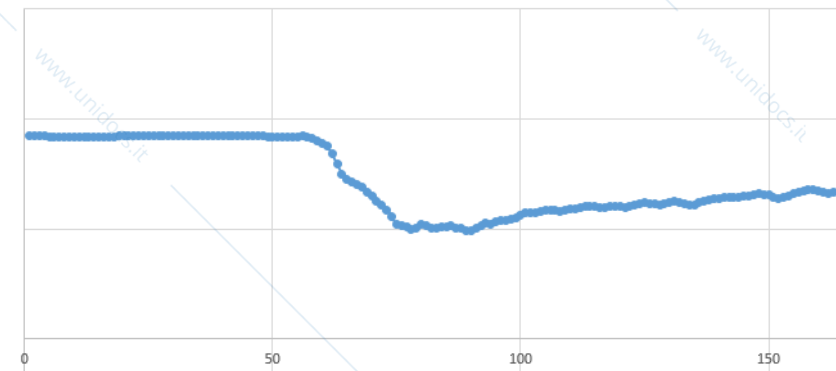
Tipi di misure: Input/Output

Si emette un segnale a frequenza fissa da un'intensità **bassa** (50dB) a una **alta** (90 dB) e viceversa. Si misura il **tempo** impiegato dall'A.A. a stabilizzare il proprio output quando si passa:

Da un livello basso a uno alto (**attacco**)



Da un livello alto a uno basso (**rilascio**)



Si effettua per A.A. con **AGC** (Automatic Gain Control)

Grazie

www.inventis.it

