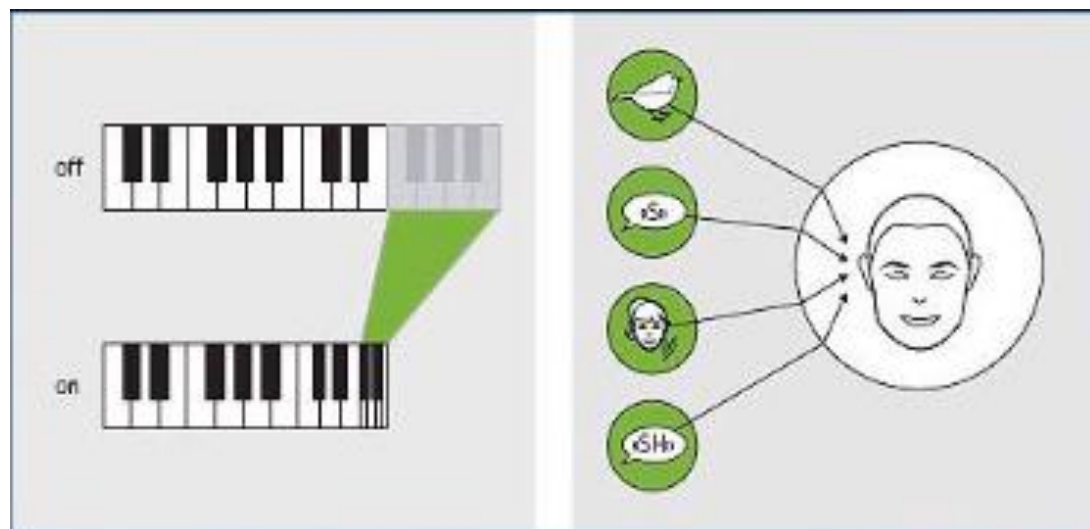




# SoundRecover: trasposizione frequenziale non lineare



**PHONAK**  
life is on



Maria Ausilia Napoli Spatafora

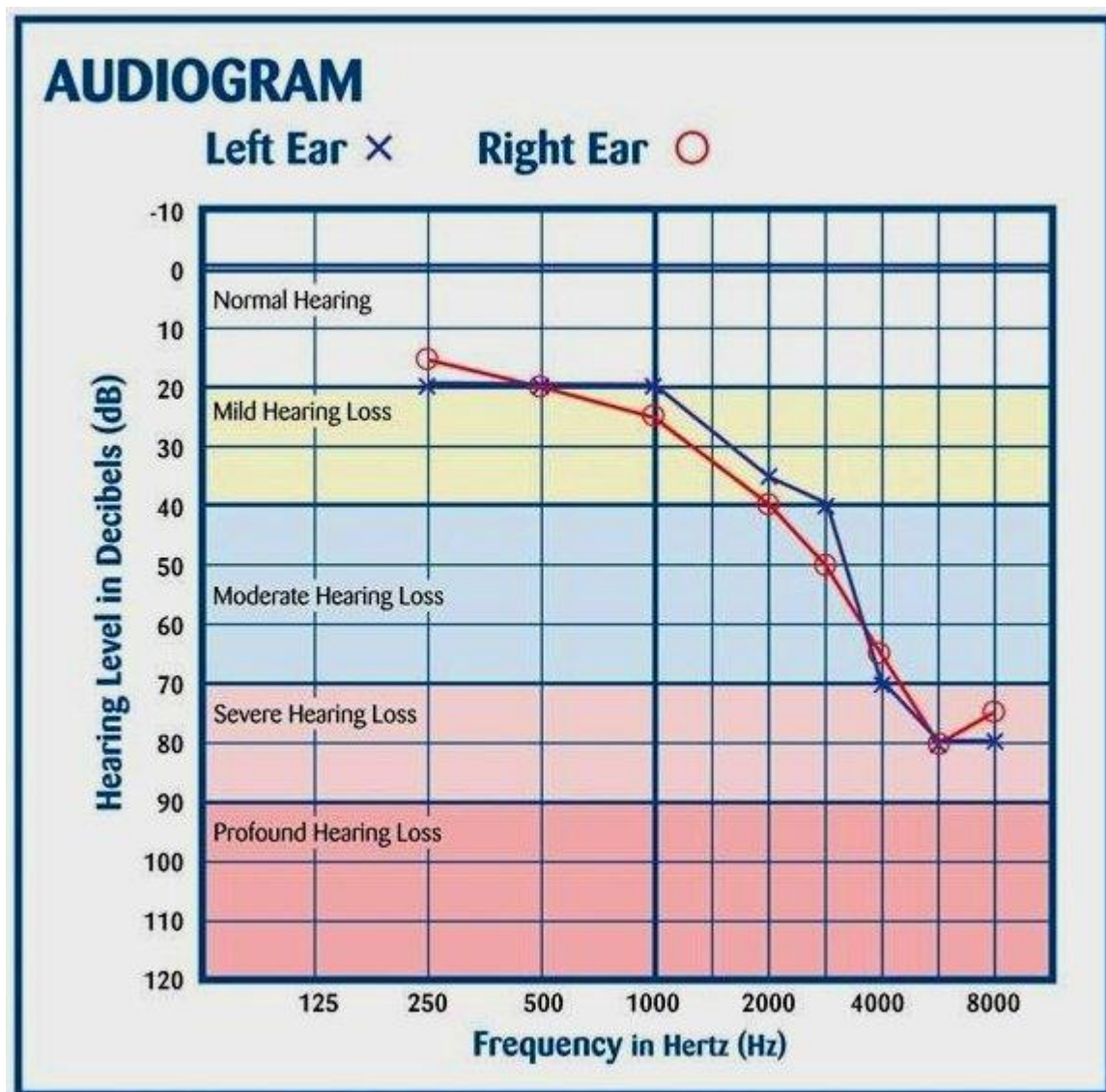


# Indice

- Cenni di audiologia e rilevanza sociale dell'ipoacusia
- Banda passante percettiva e introduzione a SoundRecover
- Importanza percettiva delle alte frequenze
- Banda passante degli apparecchi acustici
- Banda passante percettiva
- Descrizione tecnica di SoundRecover
- SoundRecover VS SoundRecover2
- Risultati
- Studi e risultati clinici
- Esempio di fitting



# Cenni di audiologia e rilevanza sociale dell'ipoacusia



L'isolamento sociale – specialmente con la vecchiaia – aumenta il rischio di numerose malattie mentali e fisiche. Secondo vari studi, l'isolamento sociale è associato alla *“riduzione della durata di vita similmente a quella causata dal fumare 15 sigarette al giorno”*. La ragione principale per la quale la persona si isola è la perdita d'udito. Spesso, per via della difficoltà a udire, gli ipoacusici evitano situazioni sociali, di business nelle quali l'interazione è la chiave e scelgono, invece, di chiudersi ed isolarsi.



# Banda passante percettiva e introduzione a SoundRecover

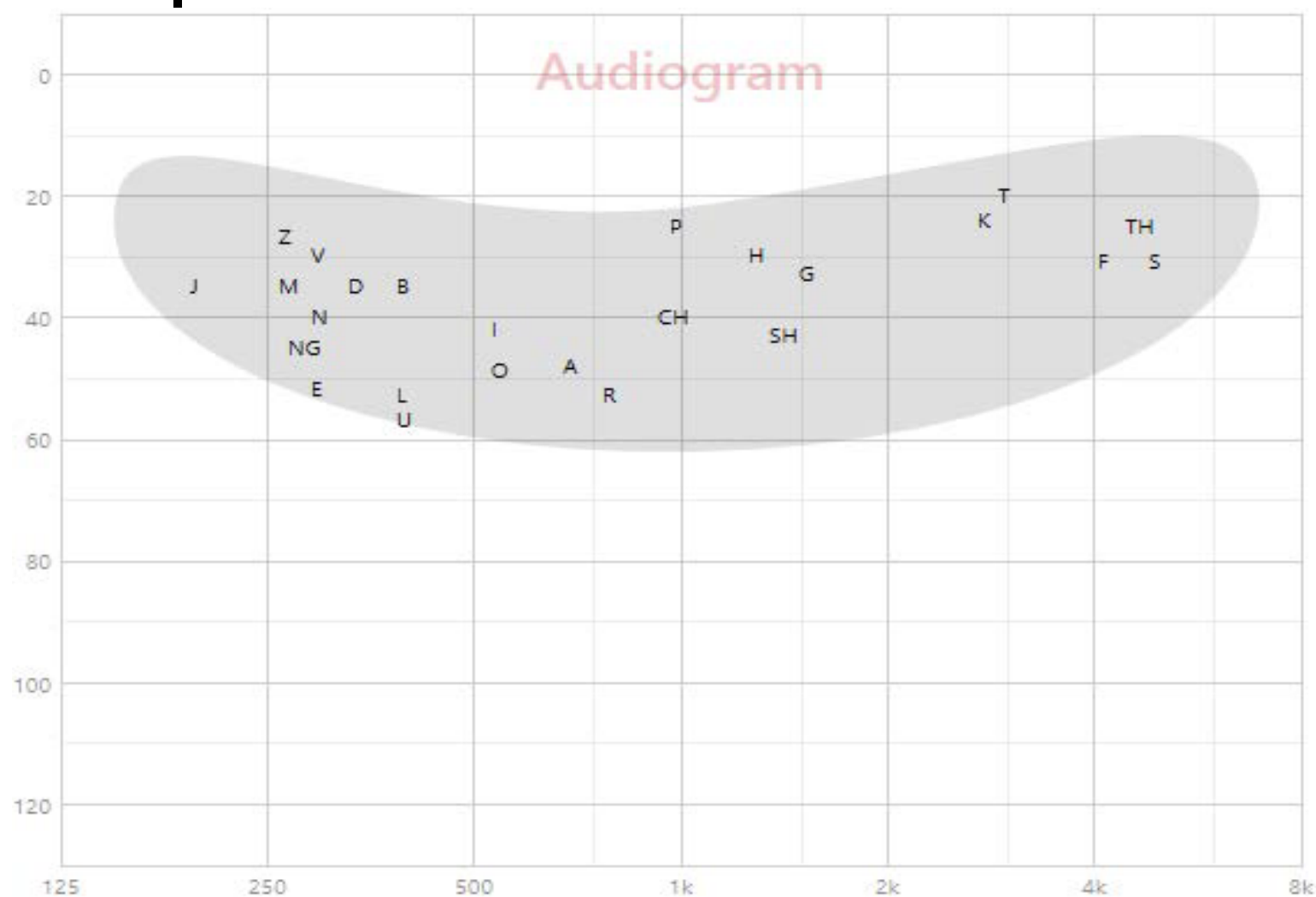
- La banda passante uditiva umana è variabile tra 20 Hz e 20 kHz, ma quella di un apparecchio acustico è variabile tra 100 Hz e 8000/10000 Hz. Tuttavia, l'udibilità di un suono come tono puro dipende non solo dalla sua frequenza, ma anche dal suo livello. Per compensare la perdita uditiva, l'apparecchio deve fornire un'amplificazione tale al suono da farlo percepire e sulle alte frequenze accade che il massimo guadagno possibile non è sufficiente. La compressione permette un abbassamento frequenziale verso una zona meno danneggiata.
- Phonak è stata leader nella moderna tecnologia dell'abbassamento frequenziale con l'introduzione di SoundRecover nel 2008. Da allora studi effettuati in tutto il mondo ad adulti e bambini hanno riscontrato un aumento in rilevazione, distinzione e riconoscimento dei suoni ad alte frequenze, migliore comprensione del parlato e un significativo miglioramento nel timbro e nella qualità della voce per gli utenti.





# Importanza percettiva delle alte frequenze

- Intelligibilità del parlato
- Comprensione del parlato nel rumore
- Localizzazione





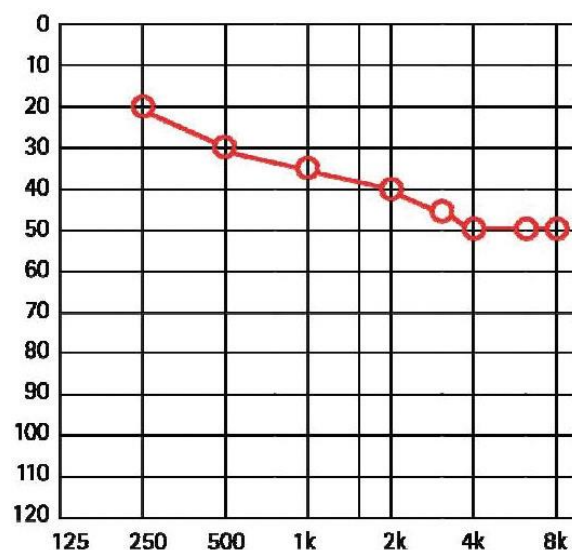
# Banda passante degli apparecchi acustici

- In passato il limite della banda passante ad alta frequenza di apparecchi acustici (AA) analogici era dovuto principalmente alla performance elettroacustica. Soprattutto con apparecchi ad alta potenza, a frequenze superiori a circa 4 kHz spesso era difficile ottenere livelli di uscita sonora adeguati.
- In tutti gli AA digitali esiste un limite assoluto per la banda passante dovuto direttamente al processo di campionamento. Sfortunatamente l'uso delle frequenze di campionamento relativamente elevate può avere effetti collaterali indesiderati: si riduce la durata della pila.
- La frequenza di campionamento degli apparecchi acustici è generalmente pari a circa 20 kHz anche se in alcuni casi può essere superiore. Questa scelta implica che il limite superiore della banda passante in termini di suono prodotto dall'AA debba essere di circa 10 kHz.

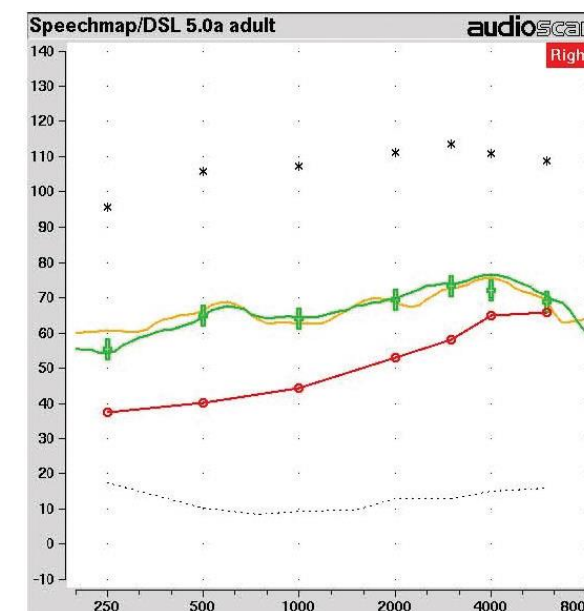


# Banda passante percettiva

- Come si possono applicare le considerazioni precedenti a una persona che utilizza un AA? Fattori interagenti:
  1. la particolare configurazione di ipoacusia di ciascun utilizzatore di AA
  2. la banda passante effettiva dell'AA che dipende dal suo guadagno e dal livello massimo di uscita, parametri che variano inevitabilmente in funzione della frequenza.
  3. possono influire anche alcune tecniche di trattamento del suono come l'abbassamento delle frequenze.



I risultati del fitting di due A per l'audiogramma (curva rossa). Il SoundRecover dell'AA Phonak (curva verde) è stato disabilitato. La curva gialla mostra i risultati comparabili dell'apparecchio acustico di un altro costruttore per il quale è dichiarata una banda passante ampliata.





# Descrizione tecnica di SoundRecover

- Obiettivo? Restaurare l'udibilità per gli input alle alte frequenze approssimativamente da 10 kHz in su. Questo approccio unico è delineato per comprimere il segnale al di sopra di una specifica e regolabile frequenza di taglio (cut-off frequency). Il fattore di compressione applicato a questa banda frequenziale è fornito dal rapporto di compressione. Tutte le frequenze al di sotto della frequenza di taglio rimangono invariate preservando la qualità dei suoni trasportati all'apparecchio acustico.
- È permessa una regolazione individuale della frequenza di taglio sulla base della perdita uditiva tra 1.5 KHz e 6 KHz. Il rapporto di compressione viene automaticamente regolato ad un valore tra 1,5:1 e 4:1 sulla base della frequenza di taglio selezionata.
- SoundRecover forte: frequenza di taglio bassa e un elevato rapporto di compressione; alternativamente per un SoundRecover debole.





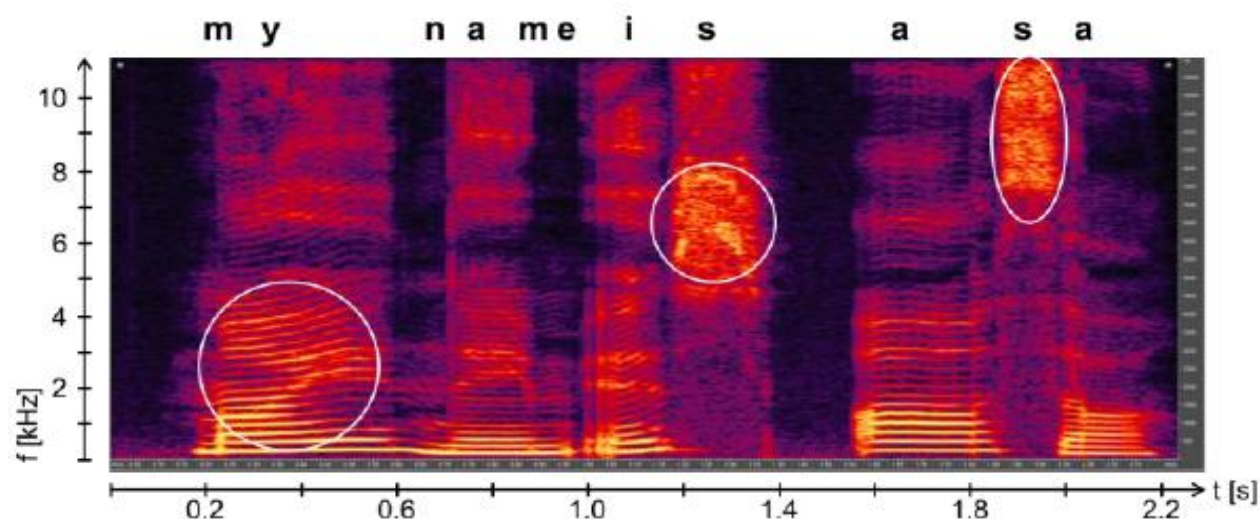
# SoundRecover VS SoundRecover2

- Nel SoundRecover2 la regione dell'abbassamento frequenziale (ossia l'area di protezione e il punto di partenza della compressione) non è fissata, bensì viene regolata dinamicamente in funzione del segnale in input. Questa natura adattiva viene realizzata attraverso l'utilizzo di due frequenze di taglio di cui una sola è attiva in ogni momento. Sulla base della momentanea distribuzione di energia del segnale in input, il sistema determina istantaneamente quale delle due frequenze di taglio dev'essere applicata.
- Nel caso di contenuto con molte frequenze basse la compressione frequenziale utilizza la frequenza di taglio più alta per "proteggere" le basse frequenze dalla compressione. Analogamente, nel caso di contenuto con tante frequenze alte viene attivata la frequenza di taglio più alta per ripristinare l'udibilità dei suoni alle alte frequenze. Questa strategia lascia invariate le vocali mentre agisce sulle fricative spostando queste ultime su un output frequenziale più basso.

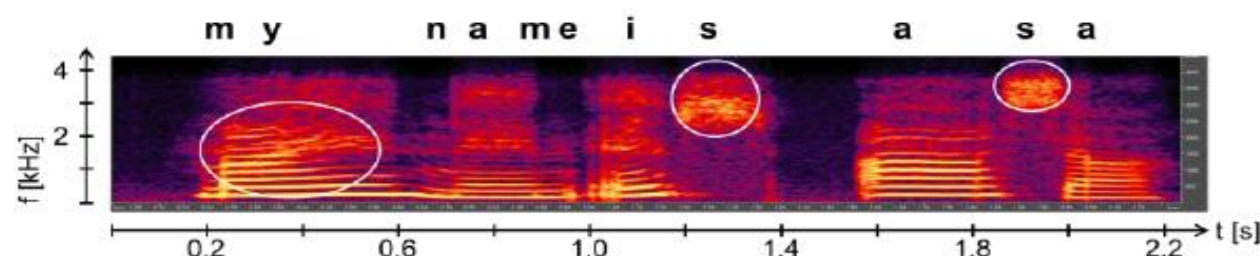


# Risultati

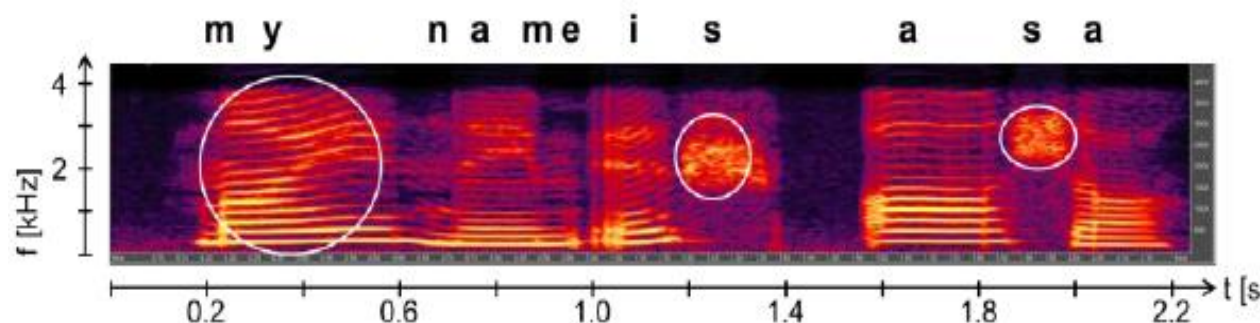
(A)



(B)



(C)



(A) Senza abbassamento frequenziale: mostra strutture formanti pronunciate fino a 5,5 kHz da 0,2 secondi a 0,5 secondi e due alte frequenze dei fonemi /s/ a 1,2 secondi e 1,9 secondi.

(B) Con SoundRecover (cut-off: 1500 Hz, rapporto di compressione: 2.1): l'ampiezza di banda udibile si estende fino a circa 4000 Hz. I fonemi /s/ a 1,2 e 1,9 secondi vengono compressi in un'area di frequenza tra 2,5 e 4 kHz. Si noti che le strutture spettrali di precisione al di sopra della frequenza di taglio di 1500 Hz all'inizio della frase, non sono completamente conservate con questa impostazione massima.

(C) Con SoundRecover2 (cut-off inferiore: 1479 Hz, cut-off superiore: 3600 Hz, rapporto di compressione: 1.4): l'ampiezza di banda udibile si estende anche a circa 4000 Hz. Si noti la conservazione delle strutture spettrali fino alla frequenza di taglio superiore di 3600 Hz all'inizio della frase da 0,2 a 0,5 secondi, e la rimappatura dei fonemi /s/ significativi ad alte frequenze a 1,2 e 1,9 secondi in un'area di frequenza bassa tra 2000 e 3000 Hz.



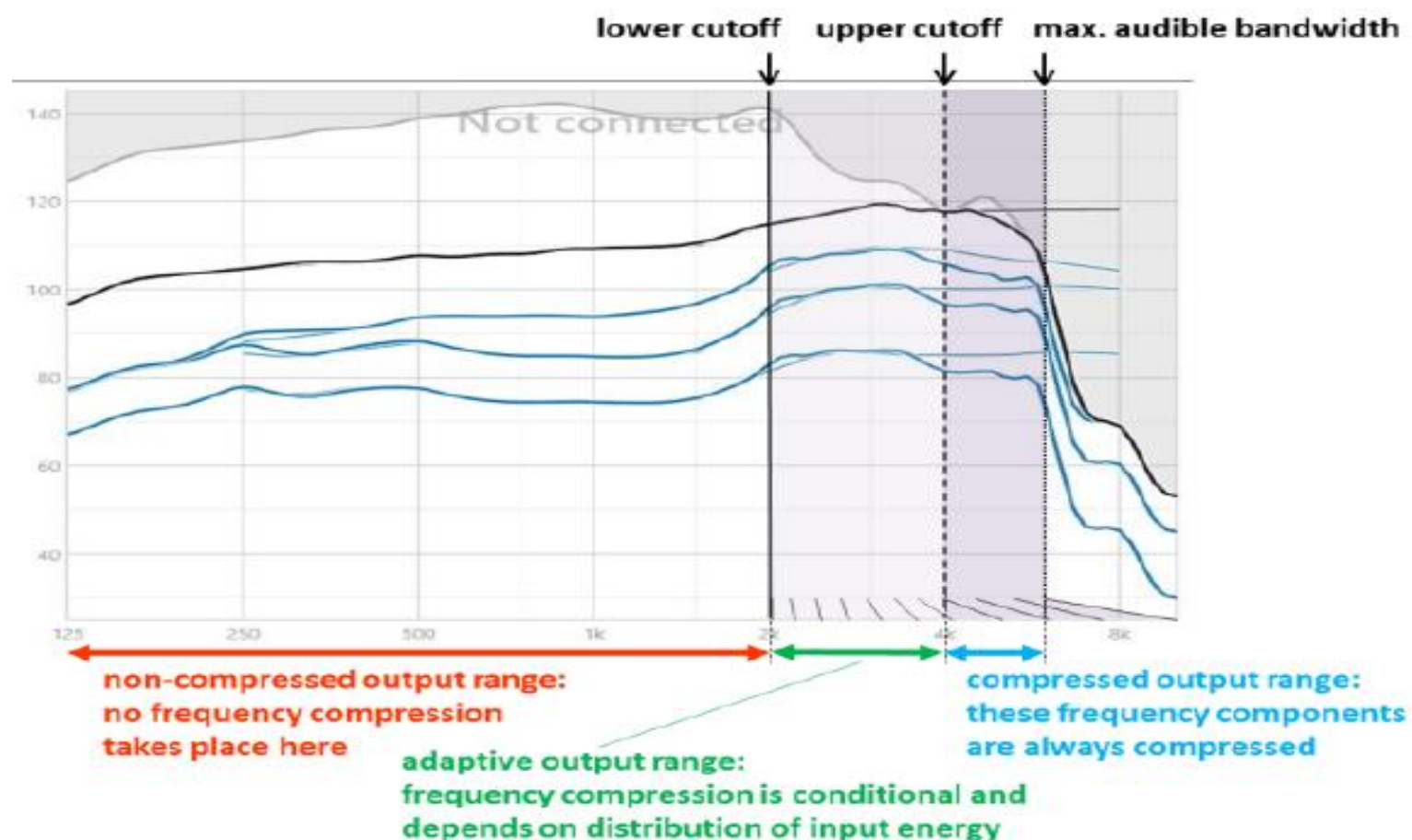
# Studi e risultati clinici

- Sulla percezione delle vocali sembra che i benefici forniti da NLFC (Non Linear Frequency Compression) siano limitati; probabilmente ciò è correlato ai parametri di regolazione della compressione. Riguardo alla percezione delle consonanti, differenti studi hanno mostrato che NLFC consente una migliore percezione delle consonanti dalle alte frequenze come /s/ e /z/. Tuttavia, pochi altri studi hanno dimostrato risultati negativi a proposito di ciò.
- In merito al riconoscimento di frasi l'uso continuo di NLFC potrebbe comportare miglioramenti nelle performance. Dal confronto con il processo convenzionale NLFC non altera la qualità sonora del parlato e la percezione della musica purché la compressione non è regolata in maniera troppo aggressiva.
- I fattori rilevanti riguardanti la configurazione di NLFC sono il periodo di acclimatazione, le caratteristiche dell'utente e gli obiettivi d'ascolto.





# Esempio di fitting



Seleziona tipo

Componente del Parlato - "SH-S-SH-S"



✓ Abilita SoundRecover2 (2,3 kHz CR 1,2)

Udibilità



Distinzione fonemica

Chiarezza



Comfort

a






# Conclusioni



Non c'è peggior  
sordo di chi non  
vuol sentire



 AusiliaNapoli

 ausilianapoli@gmail.com

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE