

# L'evoluzione della strategia acustica binaurale di ReSound: All Access Directionality e Ultra Focus

Jennifer Groth, MA, GN Hearing A/S

## SOMMARIO

Gli adulti che portano apparecchi acustici li utilizzano in un'ampia gamma di ambienti sonori, trascorrendo un'elevata percentuale di tempo in ambienti non molto complessi. Risultano variabili anche le loro preferenze e gli obiettivi di ascolto, perciò è importante offrire la migliore esperienza uditiva possibile in tutte le situazioni della vita reale. Ascolto secondo natura - Organic Hearing è la filosofia che guida ReSound nell'elaborazione di soluzioni acustiche che tengono conto di come si possa applicare la tecnologia in modo compatibile con l'udito naturale, il comportamento di ascolto naturale e le situazioni della vita quotidiana. Per aiutare gli utilizzatori a udire bene in tutti gli ambienti della vita quotidiana, ReSound ONE™ presenta l'innovativa Direzionalità All Access, che abbina una nuova tecnologia direzionale avanzata al sistema binaurale di applicazione della direzionalità, fondato su prove di efficacia e introdotto proprio da ReSound. Inoltre gli utilizzatori possono attivare Ultra Focus per udire meglio nelle conversazioni individuali in situazioni particolarmente rumorose, quando desiderano un aiuto supplementare.

Le caratteristiche di elaborazione del suono degli odierni apparecchi acustici sono spesso progettate allo scopo di risolvere problemi che emergono in particolari ambienti di ascolto. Per esempio, una funzione di attenuazione del rumore può rendere più confortevole il suono in un ambiente molto rumoroso come il traffico stradale. Tuttavia il grado di attenuazione del rumore applicato nel traffico può non essere adatto a un ambiente diverso. Le tecnologie di elaborazione del suono sono utili, ma vantaggi e svantaggi di ogni funzione sono sempre relativi alla situazione di ascolto e alle preferenze e alle intenzioni dell'utilizzatore di apparecchi acustici. Per contribuire a risolvere questo dilemma, gli apparecchi acustici odierni fanno uso di algoritmi di regolazione automatica per applicare l'elaborazione del suono ad ambienti acustici differenti, in modo che l'utilizzatore possa trarre beneficio dalla tecnologia senza dover intraprendere alcuna azione e senza pensarci. Che la regolazione automatica delle funzioni complesse degli apparecchi acustici sia un'idea valida è confermato per esempio dal recente sondaggio MarkeTrak 10. Sebbene gli apparecchi acustici con microfoni direzionali facciano riscontrare una più elevata soddisfazione da parte degli utilizzatori, solo il 28% dei portatori di apparecchi acustici sa dire con certezza se tali apparecchi possiedono microfoni direzionali.<sup>1</sup> Gli utilizzatori certamente non trarranno vantaggio da funzioni che non sanno di avere e a cui non sanno accedere. Una funzione che tutti gli apparecchi acustici di qualità regolano automaticamente in base all'ambiente acustico è il sistema con microfoni direzionali. I microfoni direzionali sono reclamizzati come la soluzione incorporata più efficace per aiutare i portatori di apparecchi

acustici a udire meglio in presenza di rumore, e quasi tutti gli apparecchi acustici oggi includono non soltanto sistemi con microfoni direzionali ma anche la regolazione automatica di questa tecnologia. Un apparecchio acustico digitale in genere offre vari livelli di complessità in merito all'elaborazione eseguita sul segnale proveniente dai microfoni, con l'esito di una variabilità delle caratteristiche di direzionalità. Il più delle volte l'opportuno livello di complessità viene selezionato dall'audioprotesista, e la regolazione automatica gestisce l'applicazione di tale funzione direzionale nella vita reale. In genere si cerca di spiegare chiaramente come funzioni l'elaborazione direzionale del segnale, ma non come venga regolata tale direzionalità. Questo aspetto è simile al prevedere il probabile esito di una gara automobilistica considerando solo le caratteristiche della vettura ma non le capacità del pilota.

## L'ASCOLTO SECONDO NATURA-ORGANIC HEARING ISPIRA LE SCELTE PROGETTUALI DEL SISTEMA DIREZIONALE

Il metodo tradizionale per applicare agli apparecchi acustici i microfoni direzionali si incentra sul miglioramento del rapporto segnale-rumore per il parlato frontale a livello del padiglione, senza considerare l'elaborazione di rango superiore che avviene nel cervello dell'utilizzatore, né le intenzioni e le preferenze del portatore di apparecchi acustici. Fin da principio ReSound, per elaborare soluzioni acustiche, ha tratto ispirazione dalla natura come parte integrante della filosofia Organic Hearing. Da oltre un decennio, per applicare agli apparecchi

acustici la tecnologia dei microfoni direzionali, ha perseguito una straordinaria strategia binaurale fondata su prove di efficacia.<sup>2</sup> Il termine “binaurale” significa che tale strategia tiene conto del fatto che la complessa elaborazione eseguita dal cervello in base al suono fornito dal sistema uditivo non può essere replicata o sostituita. Pertanto la strategia di ReSound cerca di favorire e di sfruttare la capacità di udito binaurale del cervello.

Col progredire della tecnologia, è migliorata anche la strategia binaurale. Con ReSound ONE viene presentata una nuova versione che rimane fedele alla natura binaurale della strategia, pur adottando un'elaborazione avanzata basata sulla gestione dell'ampiezza del fascio binaurale da orecchio a orecchio: All Access Directionality. In questo studio viene presentato il fondamento logico alla base della strategia binaurale di ReSound unitamente al modo in cui viene realizzato in All Access Directionality.

## **VANTAGGI E SVANTAGGI DELLA GESTIONE DELL'AMPIEZZA DEL FASCIO BINAURALE**

ReSound ONE è costruito su una piattaforma notevolmente aggiornata che offre anche la possibilità di inviare il suono in streaming wireless da orecchio a orecchio, consentendo così di realizzare una forte direzionalità tramite la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale, una tecnica che è ben nota all'industria degli apparecchi acustici e funziona utilizzando il segnale proveniente da tutti e quattro i microfoni di una coppia di apparecchi acustici bilaterali in modo da formare un unico segnale monoaurale fortemente direzionale. Tale segnale monoaurale viene quindi presentato a entrambi gli orecchi. Con la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale si è constatato un miglioramento del riconoscimento del parlato nel rumore in semplici condizioni di laboratorio rispetto ai valori tipici ottenuti con apparecchi acustici direzionali che operano in maniera indipendente.<sup>3</sup> Tuttavia le prove effettuate in situazioni di maggiore complessità hanno fatto registrare un vantaggio più modesto.<sup>4,5</sup> Si ritiene che questo sia dovuto alla mancanza di riferimenti spaziali binaurali, che nelle situazioni di ascolto complesse e realistiche aiutano gli ascoltatori a localizzare e a separare i flussi sonori in competizione. Le differenze di tempo interaurali (ITD) sulle basse frequenze a quanto pare forniscono un aiuto cruciale agli ascoltatori in situazioni realistiche con parlanti in competizione. Per esempio, Best e collaboratori<sup>6</sup> hanno sperimentato un fascio binaurale passa-alto in cui la frequenza di taglio variava in modo da preservare in certa misura i riferimenti spaziali sulle basse frequenze. Quando come mascheramento si è utilizzato rumore modulato, gli ascoltatori, sia normoudenti sia affetti da ipoacusia, hanno indicato un beneficio rilevante, con qualsiasi frequenza di taglio. In situazioni più impegnative, col mascheramento costituito da parlato, il beneficio complessivo è risultato inferiore ed è emerso un beneficio medio soltanto per una frequenza di taglio pari o superiore a 800 Hz. Questi risultati corroborano l'ipotesi secondo cui i riferimenti ITD presenti nelle basse frequenze sono utili agli ascoltatori per separare ed elaborare il parlato in situazioni maggiormente realistiche.

Un problema strettamente collegato, relativo alla gestione dell'ampiezza del fascio binaurale e in grado di ostacolare la capacità dell'ascoltatore di seguire le conversazioni nelle situazioni della vita reale, è l'udibilità dei suoni non provenienti dalla direzione dello sguardo dell'ascoltatore. In molte situazioni

della vita reale in cui i portatori di apparecchi acustici desiderano udire meglio, seguire una conversazione significa seguire un rapido alternarsi fra i parlanti e gli argomenti, nonché distinguere le voci dei parlanti che si sovrappongono. In tali situazioni gli ascoltatori devono continuamente orientarsi verso un nuovo interlocutore. Invece le prove di laboratorio sulla direzionalità degli apparecchi acustici vengono spesso eseguite con una collocazione invariata del parlato di riferimento, il che facilita il compito: gli ascoltatori non devono fare fatica a individuare il parlato di riferimento, perché sanno che sarà sempre nella direzione verso cui guardano. Vari studi in cui è stata sperimentata la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale hanno fatto rilevare che una collocazione imprevedibile del parlato di riferimento ostacola il riconoscimento del parlato in presenza di rumore.<sup>4,5</sup> Alcuni studi hanno utilizzato dispositivi per registrare i movimenti della testa allo scopo di esaminare come il comportamento per orientarsi verso la nuova collocazione del suono di riferimento interagisca con la direzionalità degli apparecchi acustici. Una direzionalità più accentuata ostacola la capacità degli ascoltatori di seguire i suoni di riferimento quando cambiano posizione.<sup>7,8</sup> Si è stimato che un'attenuazione dei suoni fuori asse superiore a 12 dB renderebbe inutilizzabili i microfoni direzionali in conversazioni alternate, tipiche delle conversazioni in gruppo.<sup>8</sup>

Un altro potenziale problema è che la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale è adattabile. Questa caratteristica dovrebbe essere vantaggiosa, poiché consente di modificare il diagramma di direttività in modo da cancellare la sorgente di rumore dominante nel semi-campo posteriore. Tuttavia, con un basso rapporto segnale-rumore, si è constatato che i sistemi con microfoni direzionali adattabili ostacolano la localizzazione.<sup>9</sup> Il motivo, secondo un'ipotesi, sarebbe che il sistema direzionale modifica rapidamente le proprie caratteristiche quando il rumore di fondo risulta maggiormente diffuso, il che potrebbe distorcere in maniera imprevedibile le differenze di livello interaurali (ILD), ostacolando così la capacità di localizzazione.

## **GESTIONE DELL'AMPIEZZA DEL FASCIO BINAURALE RESOUND CON MANTENIMENTO DEI RIFERIMENTI SPAZIALI**

La gestione dell'ampiezza del fascio binaurale ReSound utilizzata in All Access Directionality trova un punto di equilibrio fra il massimo rapporto segnale-rumore per il parlato davanti all'ascoltatore, il mantenimento dell'accesso ai suoni fuori asse e il mantenimento dei riferimenti acustici spaziali in modo da consentire l'orientamento verso un parlato di riferimento nuovo o alternato. Un sistema multi-banda consente di applicare l'elaborazione in maniera differenziata in modo da raggiungere questi obiettivi. Inoltre una ponderazione adattabile del suono proveniente dall'orecchio con meno rumore può incrementare ulteriormente il beneficio della gestione dell'ampiezza del fascio binaurale quando il rumore che circonda l'ascoltatore è disuguale.

## **SISTEMA MULTI BANDA**

Le figure 1 e 2 spiegano il concetto di gestione dell'ampiezza del fascio binaurale multi-banda. La figura 1 illustra il modo in cui il suono viene separato in bande di frequenza, dove l'uscita di ciascun sistema direzionale a doppio microfono viene inviata in streaming all'altro lato sommandosi all'uscita di

quest'ultimo. Alla banda inferiore si applica una risposta omnidirezionale. Questo metodo è coerente con la direzionalità con separazione in bande, che mantiene i riferimenti ITD sulle basse frequenze, utilizzata da ReSound da oltre 10 anni. Si è constatato che questo metodo viene preferito rispetto alla direzionalità senza separazione in bande per via della qualità del suono<sup>10,11</sup> e in confronto alla direzionalità senza separazione in bande consente una migliore localizzazione complessiva.<sup>12</sup> Il riconoscimento del parlato nel rumore è equivalente con questo metodo rispetto alla direzionalità senza separazione in bande per gli open fitting, ma migliora all'aumentare della banda passante direzionale per i fitting occlusi.<sup>13</sup>

La banda intermedia si estende sulla gamma di frequenze di

elevata importanza per il parlato.<sup>14</sup> La gestione dell'ampiezza del fascio binaurale viene applicata solo a questa banda. In base all'audiogramma viene prescritta la frequenza di taglio fra banda inferiore e intermedia. Le persone affette da ipoacusia piuttosto grave hanno maggiori probabilità di portare apparecchi acustici con fitting occluso e perciò di trarre maggiore beneficio dalla direzionalità su una più ampia gamma di frequenze.<sup>11</sup> Pertanto viene loro prescritta una frequenza di taglio più bassa rispetto alle persone affette da ipoacusia lieve o moderata. Al di sopra dei 5000 Hz si applica la direzionalità fissa monoaurale per approssimare i riferimenti spettrali monoaurali sulle alte frequenze provenienti dal padiglione auricolare e per ridurre al minimo il potenziale effetto del diagramma di direttività adattabile sulle ILD.

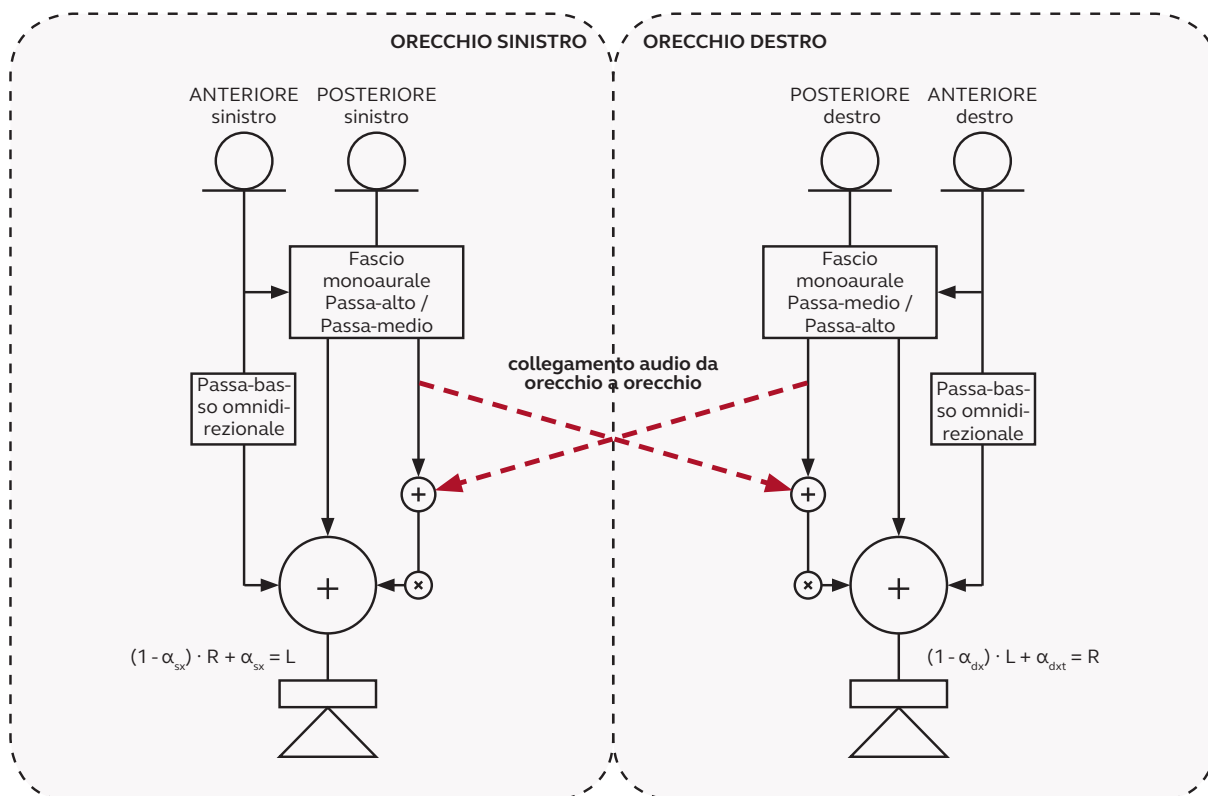


Figura 1. Schema della gestione dell'ampiezza del fascio binaurale ReSound. Le frecce blu indicano che il suono del sistema direzionale a doppio microfono di ciascun apparecchio acustico viene inviato in streaming e sommato all'uscita dell'altro apparecchio in modo da formare un fascio direzionale più accentuato. Questo avviene soltanto nella banda di frequenze importante per il parlato, mentre alle altre bande si applica un'elaborazione che mantiene i riferimenti acustici spaziali.

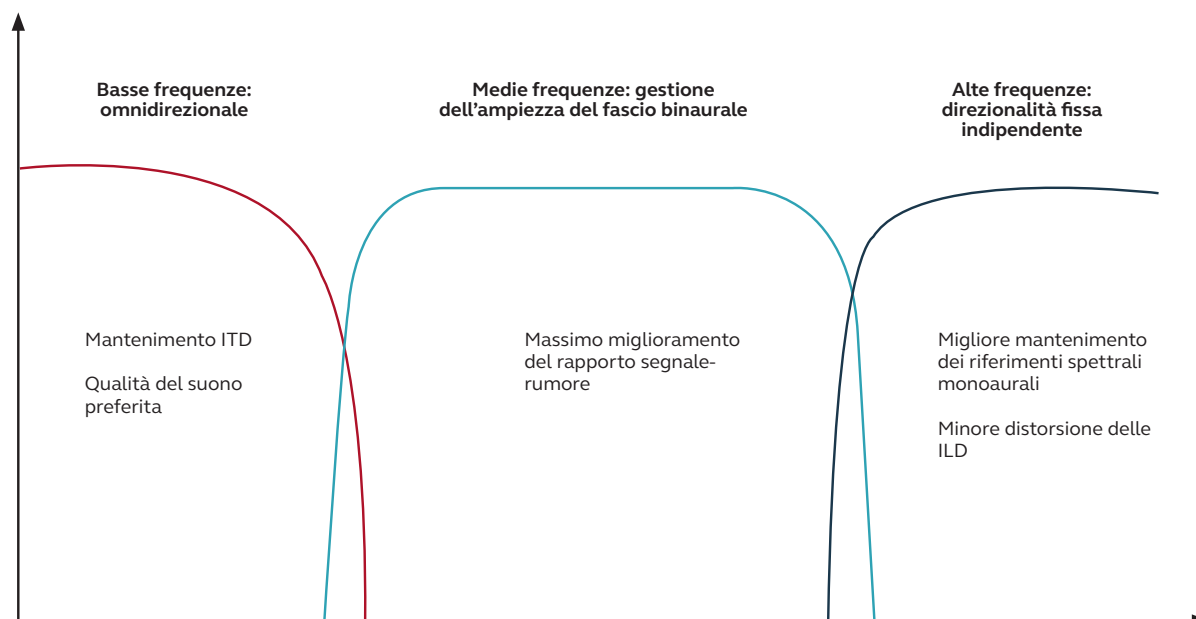


Figura 2. La gestione dell'ampiezza del fascio binaurale ReSound applica una direzionalità accentuata alla gamma di frequenze intermedia, mantenendo i riferimenti acustici spaziali sulle basse e alte frequenze.

In confronto alla tecnologia direzionale ReSound utilizzata in precedenza, la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale ha la potenzialità di migliorare di circa 2 dB l'indice di articolazione-indice di direttività ponderato (AI-DI).<sup>15</sup> La figura 3 confronta il miglioramento dell'AI-DI in confronto all'omnidirezionale con quattro settaggi di frequenza di taglio per la nuova gestione dell'ampiezza del fascio binaurale e la precedente tecnologia direzionale ReSound con separazione in bande.

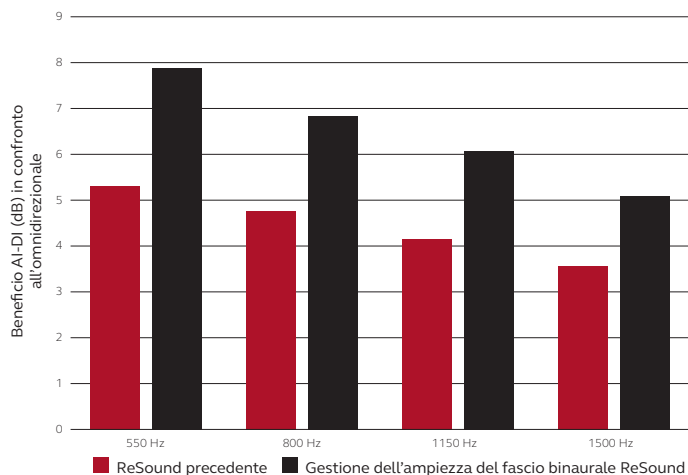


Figura 3. Miglioramento dell'AI-DI in confronto all'omnidirezionale per la direzionalità ReSound con separazione in bande e la nuova gestione dell'ampiezza del fascio binaurale ReSound. Il beneficio risulta maggiore col fascio binaurale per qualsiasi frequenza di taglio.

Un'ulteriore caratteristica della gestione dell'ampiezza del fascio binaurale può accrescere il beneficio in alcune situa-

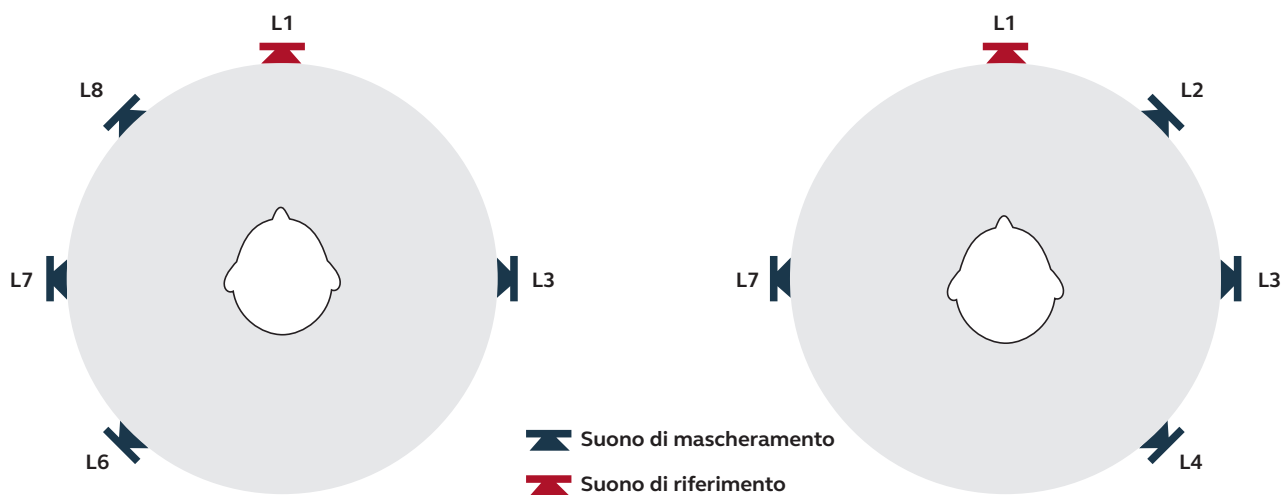
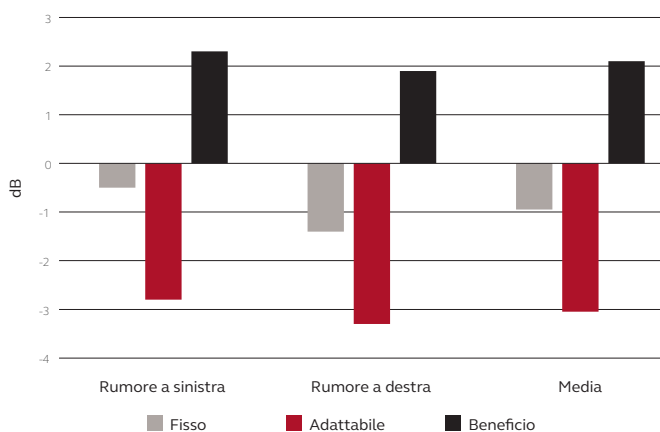


Figura 4. Configurazione della prova relativa alla ponderazione del fascio binaurale. Il rumore di mensa aziendale veniva presentato perlopiù da destra o da sinistra, mentre il parlato era presentato frontalmente.



zioni della vita reale in cui il rumore non sia distribuito uniformemente. Per esempio, in un ristorante moderatamente rumoroso, può esserci su un lato dell'ascoltatore un tavolo più rumoroso degli altri. In una situazione del genere la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale è progettata in modo da sfruttare l'effetto ombra della testa ponderando in maniera adattabile il segnale proveniente dal lato meno rumoroso nel creare l'accentuato fascio direzionale, e rimuovendo in effetti una parte del rumore. Maggiore è la differenza di livello di rumore fra i due apparecchi acustici, più elevata sarà la ponderazione applicata al segnale proveniente dal lato meno rumoroso. In tal modo si può migliorare il rapporto segnale-rumore in ambienti con rumore asimmetrico in confronto alla gestione dell'ampiezza del fascio in cui ai segnali provenienti dagli apparecchi acustici sui due lati si assegnino valori uguali. L'effetto di tale ponderazione è stato sperimentato con 10 ascoltatori aventi soglie uditive entro limiti normali, che hanno partecipato a un esercizio di riconoscimento del parlato nel rumore<sup>16</sup> in quattro situazioni, con un rumore di mensa aziendale come mascheramento. Il rumore veniva presentato principalmente da destra o da sinistra, come illustrato nella figura 4. Per ciascuna configurazione del rumore è stata effettuata la prova con e senza la ponderazione del lato meno rumoroso nella gestione dell'ampiezza del fascio binaurale. Le prestazioni sono state leggermente migliori, ma non in misura significativa, con la gestione dell'ampiezza del fascio sia ponderata sia non ponderata col rumore sulla sinistra rispetto al rumore sulla destra, come illustrato nella figura 5. In media, le prestazioni sono migliorate di poco più di 2 dB quando è stata applicata la ponderazione al lato meno rumoroso.

Figura 5. Il punteggio di riconoscimento del parlato nel rumore è migliorato di poco più di 2 dB con la ponderazione adattabile del fascio binaurale quando il rumore proveniva principalmente da sinistra o da destra.

## STRATEGIA BINAURALE PER L'USO DELLA DIREZIONALITÀ NELLA VITA REALE

Nella vita quotidiana si utilizzano in maniera naturale e inconscia varie strategie di ascolto in base alle caratteristiche dell'ambiente e alle intenzioni e agli obiettivi nella data situazione. Per esempio, facendo una passeggiata lungo una strada silenziosa o in un parco, il modo in cui si ascolta è diverso rispetto a quando si parla con qualcuno durante una festa, col brusio di molte persone che chiacchierano e la musica in sottofondo. Nella strada silenziosa si mantiene la consapevolezza di ciò che succede tutto attorno. Si può sentire avvicinarsi da dietro una persona che fa jogging e sapere quando spostarsi leggermente di lato per lasciarla passare. Può esserci un conoscente che saluta a voce alta e si saprà intuitivamente dove guardare per rivolgergli un cenno di risposta. Ci si può godere il canto degli uccelli o il fruscio delle foglie, e perciò risultano importanti la naturalezza e l'autenticità di questi suoni. Invece, quando si conversa in una sala rumorosa, si guarda la persona con cui si sta parlando per sfruttare le informazioni visive. Ci si può avvicinare alla persona o si può voltare leggermente la testa per udire quanto meglio possibile quella voce. Qui assumono la massima importanza l'udibilità e la nitidezza della voce di tale persona. Poiché il modo in cui si ascolta è diverso a seconda della situazione e degli obiettivi di ascolto, la tecnologia degli apparecchi acustici va progettata in modo da consentire maniere diverse di ascoltare, anziché imporre schemi rigidi. All'Access Directionality utilizza l'analisi dell'ambiente acustico per regolare automaticamente gli apparecchi ReSound ONE applicati bilateralmente. Può selezionare tre diverse modalità di ascolto che applicano i settaggi ottimali in grado di favorire le strategie di ascolto adottate in maniera naturale dagli utilizzatori. Tali modalità sono definite Mantenimento dei riferimenti spaziali, Ascolto binaurale e Intelligibilità del parlato.

### Mantenimento dei riferimenti spaziali

La modalità Mantenimento dei riferimenti spaziali di All Access Directionality mette in risalto la naturalezza e la qualità del suono complessiva. Sebbene i microfoni direzionali aiutino a udire in presenza di rumore, in termini di qualità del suono presentano degli svantaggi che in certe situazioni possono disturbare ciò che risulta di particolare importanza per gli utilizzatori. Si è constatato che questi ultimi preferiscono la qualità del suono con l'elaborazione omnidirezionale rispetto a quella direzionale in ambienti di ascolto silenziosi e di bassa complessità.<sup>17,18,19</sup> Poiché gli utilizzatori in media portano gli apparecchi acustici più in ambienti di questo tipo che in altri,<sup>20</sup> è altrettanto importante migliorare l'esperienza di ascolto in ambienti semplici quanto in quelli rumorosi. Inoltre i sondaggi come MarkeTrak e EuroTrak sono concordi nell'indicare che gli utilizzatori sono molto soddisfatti del beneficio per l'udito in ambienti di questo tipo; perciò non vi è necessità di strategie aggressive per migliorare il rapporto segnale-rumore o per attenuare il rumore, che potrebbero distorcere il segnale e degradare la qualità del suono complessiva.<sup>21</sup> Un metodo per migliorare la qualità del suono è mantenere il più possibile i riferimenti acustici spaziali, consentendo agli utilizzatori di separare i suoni dell'ambiente e di capire dove si trovino le sorgenti dei suoni, in termini sia di direzione sia di distanza.

Ascolto Naturale aiuta a mantenere i riferimenti acustici spaziali che l'apparato uditivo dell'ascoltatore utilizza per costruire una rappresentazione sonora dell'ambiente.

Ascolto Naturale affronta tre problemi relativi agli appa-

recchi acustici che possono interferire con i riferimenti spaziali. In primo luogo, la collocazione dei microfoni al di sopra del padiglione auricolare nei modelli retroauricolari (BTE) e con ricevitore nell'orecchio (RIE) elimina i riferimenti spettrali dovuti al padiglione.<sup>22,23</sup> In secondo luogo, la collocazione dei microfoni sopra il padiglione distorce le ILD.<sup>24</sup> Infine, la Compressione di gamma dinamica ampia con funzionamento indipendente in due apparecchi acustici applicati bilateralmente può distorcere le ILD.<sup>25</sup> Nei normali ricevitori RIE, Ascolto Naturale offre un algoritmo di compensazione dell'effetto pinna basato sulle caratteristiche medie dell'orecchio, il che migliora la localizzazione anteriore-posteriore in rapporto all'omnidirezionale<sup>26</sup> e riduce gli errori di stima delle ILD.<sup>27</sup> Ascolto Naturale inoltre incorpora un algoritmo di compressione binaurale progettato per il mantenimento delle ILD naturali. Il nuovo ricevitore M&RIE disponibile con ReSound ONE per l'ipoacusia lieve o moderata colloca il microfono nel canale uditivo dell'utilizzatore, mantenendo perciò intatta la filtrazione spettrale di ciascun orecchio e offrendo una qualità del suono che viene preferita rispetto sia all'omnidirezionale sia alla compensazione dell'effetto pinna.<sup>28</sup>

### Ascolto binaurale

Molti ambienti di ascolto del mondo reale sono moderatamente complessi e dinamici. Possono essere presenti diversi parlanti nonché altre sorgenti di rumore, la cui collocazione relativa è variabile. Una persona normoudente potrà percepire con facilità i suoni desiderati e concentrarsi su questi. Inoltre potrà spostare la propria attenzione fra i vari suoni in sottofondo, ascoltando ciò che è di suo interesse o escludendolo oppure seguendo la conversazione fra vari parlanti. Invece molti apparecchi acustici che regolano automaticamente i settaggi dei microfoni direzionali presumono che il segnale di interesse sia il parlato davanti all'utilizzatore oppure il parlato più forte percepibile, sostanzialmente bloccando in una sola modalità di ascolto l'utilizzatore di apparecchi acustici in qualsiasi situazione con rumore di fondo. Chiaramente questi presupposti in merito al segnale di interesse saranno talvolta in contrasto con gli obiettivi di ascolto individuali. Per esempio, Cord e collaboratori<sup>29</sup> hanno rilevato che nell'ascolto attivo in ambienti quotidiani per circa 1/3 del tempo il suono di interesse si sposta oppure l'utilizzatore non gli rivolge lo sguardo. I sistemi che in tali situazioni regolano entrambi gli apparecchi acustici sui settaggi dei microfoni direzionali potrebbero non essere di aiuto per gli utilizzatori.

La modalità Ascolto binaurale si basa sull'osservazione che gli ascoltatori possono sfruttare la collocazione degli orecchi sui due lati della testa allo scopo di intensificare oppure sopprimere a piacimento i suoni dell'ambiente. Quando l'ambiente è moderatamente complesso, gli ascoltatori smettono di sfruttare principalmente i riferimenti spaziali, affidandosi invece all'orecchio che ha la migliore rappresentazione del suono desiderato, ossia all'"orecchio migliore" per tale suono. I diagrammi di direttività dei due orecchi contribuiscono a questa capacità di focalizzazione, e a predominare è il rapporto segnale-rumore dell'orecchio migliore.<sup>30</sup> Questa idea è stata estesa ai microfoni direzionali degli apparecchi acustici e si è constatato che rimane valida. Con l'applicazione di un microfono direzionale su un lato e di un microfono omnidirezionale sull'altro, nella tradizionale configurazione di prova per il parlato nel rumore gli ascoltatori hanno prestazioni di pari livello rispetto all'applicazione di microfoni direzionali a entrambi gli orecchi.<sup>31,32</sup> Il beneficio percettivo è determinato

dall'orecchio che riceve il beneficio della direzionalità. Per l'utilizzatore di apparecchi acustici l'interazione fra intenzione di ascolto e ambiente acustico significa non applicare necessariamente all'orecchio migliore un microfono direzionale, perché la risposta direzionale può ostacolare l'accesso al suono desiderato.

Il pensiero creativo ha consentito di applicare la tecnologia direzionale in modo da sfruttare la capacità del cervello di spostare l'attenzione, evitando così il principale svantaggio della tecnologia direzionale, ossia limitare l'udibilità dei suoni non inclusi nel fascio direzionale. La modalità Ascolto binaurale ottimizza i diagrammi di direttività spaziale dei due orecchi in modo da garantire che vi sia sempre un "orecchio migliore" per tutto ciò che il portatore di apparecchi acustici vuole udire, ovunque si trovi tale suono nell'ambiente. I vantaggi di questa modalità di ascolto per identificare e capire il parlato fuori asse in confronto agli apparecchi acustici avanzati dotati di accentuata direzionalità sono stati dimostrati da Jespersen e collaboratori.<sup>5</sup> Tali risultati hanno indicato prestazioni pressoché equivalenti quando il parlato di riferimento era frontale, ma una netta superiorità della modalità di ascolto binaurale quando il parlato proveniva dai lati o da dietro. Come esaminato in precedenza, anche altri ricercatori hanno dimostrato gli svantaggi di un'accentuata direzionalità nel localizzare e seguire il parlato di riferimento.

All Access Directionality abbina alla modalità di ascolto binaurale un'accentuata direzionalità tramite la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale allo scopo di migliorare il beneficio della direzionalità quando il suono di interesse è frontale. A prima vista, può sembrare in conflitto con lo scopo della modalità Ascolto binaurale, ma in realtà non è così, perché l'accentuata direzionalità si ottiene mediante l'uso del segnale proveniente da entrambi gli orecchi, ma viene fornita soltanto a uno, mentre all'altro orecchio si mantiene una risposta omnidirezionale ottimizzata in modo da garantire l'accesso ai suoni non situati davanti all'utilizzatore. L'abbinamento fra questi diagrammi di direttività consente un maggiore contrasto fra gli ingressi dei due orecchi, fornendo all'utilizzatore maggiori possibilità di adottare l'ascolto con l'orecchio migliore.

## Intelligibilità del parlato

Alcuni ambienti di ascolto si compongono di rumore diffuso, in cui si sommano vari parlanti. In un ambiente del genere è probabile che l'ascoltatore impieghi una strategia di ascolto con cui si pone di fronte all'interlocutore in modo da incrementare al massimo le informazioni visive oltre all'udibilità della voce della persona. Si è anche constatato che quando il rumore di fondo è diffuso una risposta direzionale bilaterale può migliorare il riconoscimento del parlato frontale in rapporto a una risposta asimmetrica.<sup>33,34</sup> Per facilitare il più possibile questa strategia di ascolto, la modalità Intelligibilità del parlato regola entrambi gli apparecchi acustici su un'accentuata risposta direzionale mediante la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale. Come esaminato in precedenza, questa tecnologia è straordinaria per il modo in cui migliora il rapporto segnale-rumore sulle frequenze importanti per il parlato, pur mantenendo i riferimenti acustici binaurali.

## ULTRA FOCUS

Vi sono situazioni in cui l'utilizzatore di apparecchi acustici desidera soltanto concentrarsi sul parlato in una conversazione individuale con un interlocutore situato di fronte. Ultra Focus è un programma selezionabile dall'utilizzatore che viene offerto per la prima volta con gli apparecchi acustici ReSound ONE e consente in circostanze particolari di prevalere sui settaggi automatici. Per esempio, luoghi notoriamente rumorosi sono gli aeroporti, dove può essere impegnativo udire l'addetto alla biglietteria. Se è presente anche un parlato vicino proveniente da altre direzioni, All Access Directionality può impostare la modalità che favorisce l'ascolto binaurale. Ma poiché l'intento dell'utilizzatore è udire una sola persona in un ambiente impegnativo, può essere di particolare aiuto passare manualmente a Ultra Focus, uno speciale programma di ascolto progettato allo scopo di incrementare al massimo il rapporto segnale-rumore e la nitidezza del parlato per la conversazione individuale.

I settaggi di Ultra Focus attivano la gestione dell'ampiezza del fascio binaurale sulla frequenza di taglio più bassa pari a 550 Hz, il che può incrementare il rapporto segnale-rumore anche di 2 dB, equivalenti a un miglioramento del 30% circa nel riconoscimento del parlato. Inoltre con Ultra Focus si assegna priorità alla nitidezza del segnale. Si utilizza uno schema di costanti di tempo lente per mantenere l'involuppo temporale del parlato nonché le variazioni a breve termine del diagramma spettrale dei suoni che trasmettono informazioni nel parlato.<sup>35,36</sup> In tal modo si contribuisce inoltre a mantenere le variazioni di livello a breve termine, per cui i riferimenti di localizzazione basati sulle ILD non vengono ostacolati in misura marcata. È probabile che gli ambienti acustici in cui gli utilizzatori possono desiderare di attivare Ultra Focus siano riverberanti oltre che rumorosi. L'attenuazione rumore NoiseTracker II viene pertanto impostata su un livello moderato in modo da avere una minima distorsione del segnale,<sup>21</sup> anche in base a risultati recenti secondo cui l'uso di una forte attenuazione del rumore in presenza di riverberazione influisce negativamente sul rapporto segnale-rumore, sul riconoscimento del parlato e sulla fatica di ascolto, senza accrescere in maniera significativa l'ascolto confortevole.<sup>37</sup>

## RIEPILOGO

I sistemi con microfoni direzionali possono essere di beneficio per gli utilizzatori e comportano una maggiore soddisfazione dei portatori di apparecchi acustici. Tuttavia molti utilizzatori non sono a conoscenza delle funzioni avanzate dei loro apparecchi, e gli effetti di funzioni quali i microfoni direzionali dipendono dal contesto. Pertanto il meccanismo di gestione della direzionalità è altrettanto importante quanto la tecnologia di elaborazione del suono. ReSound ONE rimane fedele alla strategia uditiva binaurale fondata su prove di efficacia per regolare i sistemi con microfoni direzionali mediante All Access Directionality. Allo stesso tempo, All Access Directionality apporta anche l'avanzata gestione dell'ampiezza del fascio binaurale da orecchio a orecchio che migliora il riconoscimento del parlato nel rumore senza eliminare importanti riferimenti spaziali, per un'esperienza d'ascolto naturale.



## BIBLIOGRAFIA

1. Picou EM. MarkeTrak 10 (MT10) Survey Results Demonstrate High Satisfaction with and Benefits from Hearing Aids. *Seminars in Hearing*. 2020; 41(1):21-36.
2. Groth J. Hearing aid directionality with binaural processing. *AudiologyOnline*. 2016 May. Available from [www.audiologyonline.com](http://www.audiologyonline.com).
3. Appleton J, König G. Improvement in speech intelligibility and subjective benefit with binaural beamformer technology. *Hearing Review*. 2014;21(10):40-2.
4. Picou EM, Aspell E, Ricketts TA. Potential benefits and limitations of three types of directional processing in hearing aids. *Ear and Hearing*. 2014 May 1;35(3):339-52.
5. Jespersen CT, Kirkwood B, Groth J. Effect of directional strategy on audibility of sounds in the environment for varying hearing loss severity. *Canadian Audiologist*. 2017;4(6). Available from: <http://canadianaudiologist.ca/issue/volume-4-issue-6-2017/directional-strategy-feature/>.
6. Best V, Roverud E, Mason CR, Kidd Jr G. Examination of a hybrid beamformer that preserves auditory spatial cues. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2017 Oct 12;142(4):EL369-74.
7. Brimijoin WO, Whitmer WM, McShefferty D, Akeroyd MA. The effect of hearing aid microphone mode on performance in an auditory orienting task. *Ear Hear*. 2014; 35(5): e204-e212.
8. Archer-Boyd AW, Holman JA, Brimijoin WO. The minimum monitoring signal-to-noise ratio for off-axis signals and its implications for directional hearing aids. *Hearing Research*. 2018 Jan 1;357:64-72.
9. Van den Bogaert T, Klasen TJ, Moonen M, Van Deun L, Wouters J. Horizontal localization with bilateral hearing aids: Without is better than with. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2006 Jan;119(1):515-26.
10. Groth J, Laureyns M, Piskosz M. Double-blind study indicates sound quality preference for surround sound processor. *Hearing Review*. 2010;17(3):36-41.
11. Goyette A, Crukley J, Galster J. The Effects of Varying Directional Bandwidth in Hearing Aid Users' Preference and Speech-in-Noise Performance. *American Journal of Audiology*. 2018 Mar 8;27(1):95-103.
12. Groth J, Laureyns M. Preserving localization in hearing instrument fittings. *The Hearing Journal*. 2011 Feb 1;64(2):34-8.
13. Møller K, Jespersen C. The Effect of Bandsplit Directionality on Speech Recognition and Noise Perception. *Hearing Review Products*. 2013 Jun:8-10.
14. Pavlovic CV. Band importance functions for audiological applications. *Ear and Hearing*. 1994 Feb;15(1):100-4.
15. Ricketts TA. Directional hearing aids. *Trends in Amplification*. 2001 Dec;5(4):139-76.
16. Bo Nielsen J, Dau T, Neher T. A Danish open-set speech corpus for competing-speech studies. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2014 Jan;135(1):407-20.
17. Walden B, Surr R, Cord M, Dyrland O. Predicting hearing aid microphone preference in everyday listening. *J Am Acad Audiol*. 2004;15:365-96.
18. Walden B, Surr R, Cord M, Grant K, Summers V, Dittberner A. The robustness of hearing aid microphone preferences in everyday environments. *J Am Acad Audiol*. 2007;18:358-79.
19. Preves DA, Sammeth CA, Wynne MK. Field trial evaluations of a switched directional/omnidirectional In-The-Ear hearing instrument. *Journal of the American Academy of Audiology*. 1999 May 1;10(5):273-84.
20. Humes LE, Rogers SE, Main AK, Kinney DL. The acoustic environments in which older adults wear their hearing aids: insights from datalogging sound environment classification. *American Journal of Audiology*. 2018 Dec 6;27(4):594-603.
21. Rallapalli V, Anderson M, Kates J, Balmert L, Sirow L, Arehart K, Souza P. Quantifying the Range of Signal Modification in Clinically Fit Hearing Aids. *Ear and Hearing*. 2020 Mar 1;41(2):433-41.
22. Orton JF, Preves D. Localization as a function of hearing aid microphone placement. *Hearing Instruments*. 1979; 30(1): 18-21.
23. Westerman S, Topholm J. Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. *Hearing Instruments*. 1985; 36(2); 20-24.
24. Udesen J, Piechowiak T, Gran F, Dittberner A. Degradation of spatial sound by the hearing aid. *Proceedings of ISAAR 2013: Auditory Plasticity – Listening with the Brain. 4th Symposium on Auditory and Audiological Research*. August 2013, Nyborg, Denmark. Dau T, Santurette S, Dalsgaard JC, Tanebjaerg L, Andersen T, Poulsen T eds.
25. Kollmeier B, Peissig J, Hohmann V. Real-time multiband dynamic range compression and noise reduction for binaural hearing aids. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 1993; 30: 82-94.
26. Carette E, Van den Bogaert T, Laureyns M, Wouters J. Left-right and front-back spatial hearing with multiple directional microphone configurations in modern hearing aids. *J Am Acad Audiol* 2014;25(9):791-803.

27. Groth J. The technical proof for clearer, fuller and richer sound with ReSound LiNX Quattro. ReSound white paper. 2018.
28. Groth J. An innovative RIE receiver with microphone in the ear lets users “hear with their own ears”. ReSound white paper. 2020.
29. Cord MT, Surr RK, Walden BE, Dittberner AB. Ear asymmetries and asymmetric directional microphone hearing aid fittings. American Journal of Audiology. 2011.
30. Zurek PM. Binaural advantages and directional effects in speech intelligibility. In G. Studebaker & I. Hochberg (Eds.), Acoustical Factors Affecting Hearing Aid Performance. Boston: College-Hill, 1993.
31. Cord MT, Walden BE, Surr RK, Dittberner AB. Field evaluation of an asymmetric directional microphone fitting. J Am Acad Audiol. 2007;18:245-56.
32. Bentler RA, Egge JLM, Tubbs JL, Dittberner AB, Flamme GA. Quantification of directional benefit across different polar response patterns. J Am Acad Audiol. 2004;15:649-59.
33. Hornsby B. Effects of noise configuration and noise type on binaural benefit with asymmetric directional fittings. Seminar presented at: 155th Meeting of the Acoustical Society of America; June 30-July 4, 2008; Paris, France.
34. Kirkwood B, Jespersen CT. How asymmetric directional hearing aid fittings affect speech recognition. Canadian Audiologist;4(1). Available from: <https://www.canadianaudiologist.ca/issue/volume-4-issue-1-2017/asymmetric-speech-recognition-feature/>.
35. Drullman R, Festen JM, Plomp R. Effect of temporal envelope smearing on speech reception. The Journal of the Acoustical Society of America. 1994 Feb;95(2):1053-64.
36. Kluender KR, Coady JA, Kieft M. Sensitivity to change in perception of speech. Speech Communication. 2003 Aug 1;41(1):59-69.
37. Reinhart P, Zahorik P, Souza P. The interaction between reverberation and digital noise reduction in hearing aids: Acoustic and behavioral effects. The Journal of the Acoustical Society of America. 2017 May;141(5):3971.

**Sede Centrale**

GN Hearing A/S  
Lautrupbjerg 7  
DK-2750 Ballerup  
Danimarca  
Tel.: +45 4575 1111  
resound.com

CVR no. 55082715

**Italia**

GN Hearing Srl  
Via Nino Bixio 1/B  
Montegrotto Terme (PD)  
Italia  
Tel.: +39 049 8911511  
Fax: +39 049 8911450  
[www.resound.com/it-It](http://www.resound.com/it-It)