

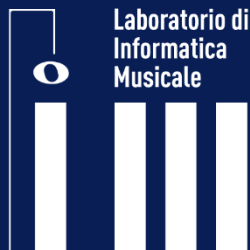


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

Metodologie e tecniche per il restauro cinematografico

Lezioni su suono e restauro audio digitale
22-23 aprile 2020

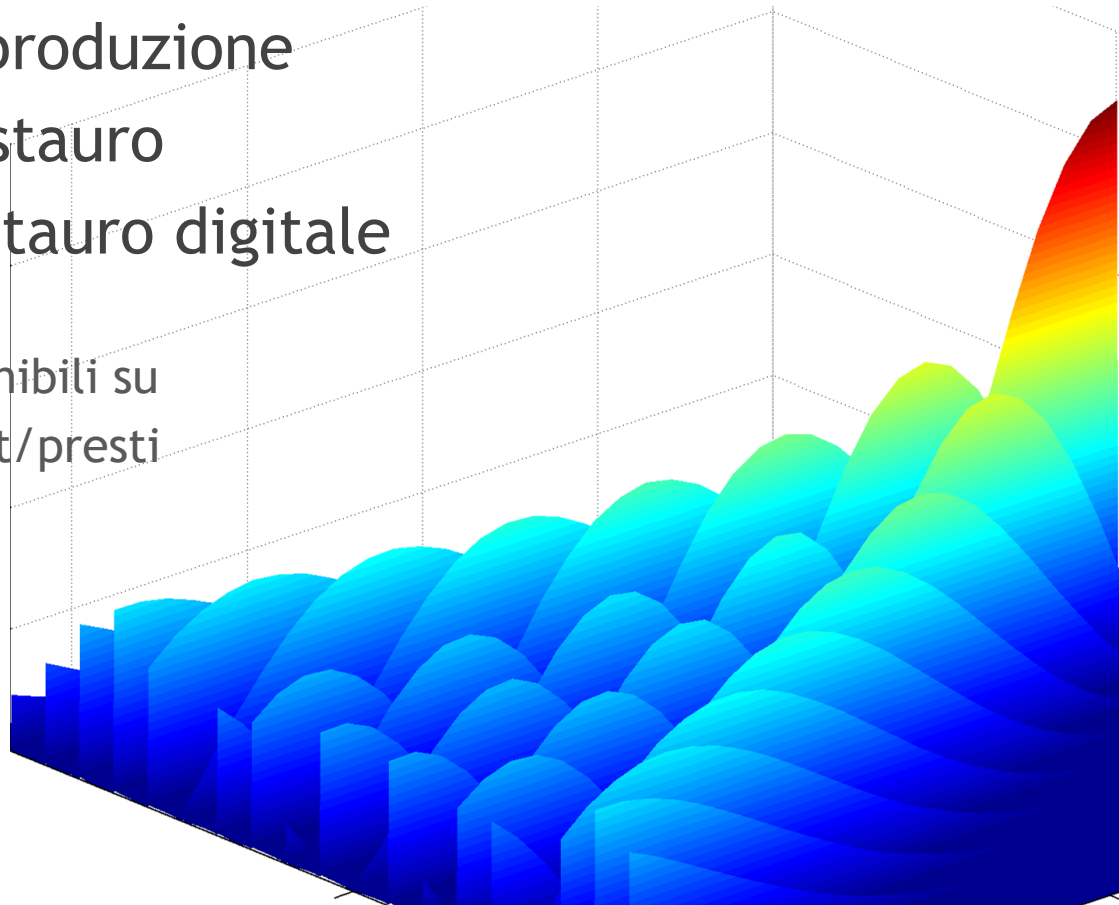
Giorgio Presti, Post-doc researcher @ LIM



Organizzazione del corso

- Cenni di acustica
- Registrazione e riproduzione
- Introduzione al restauro
- Caso di studio: restauro digitale

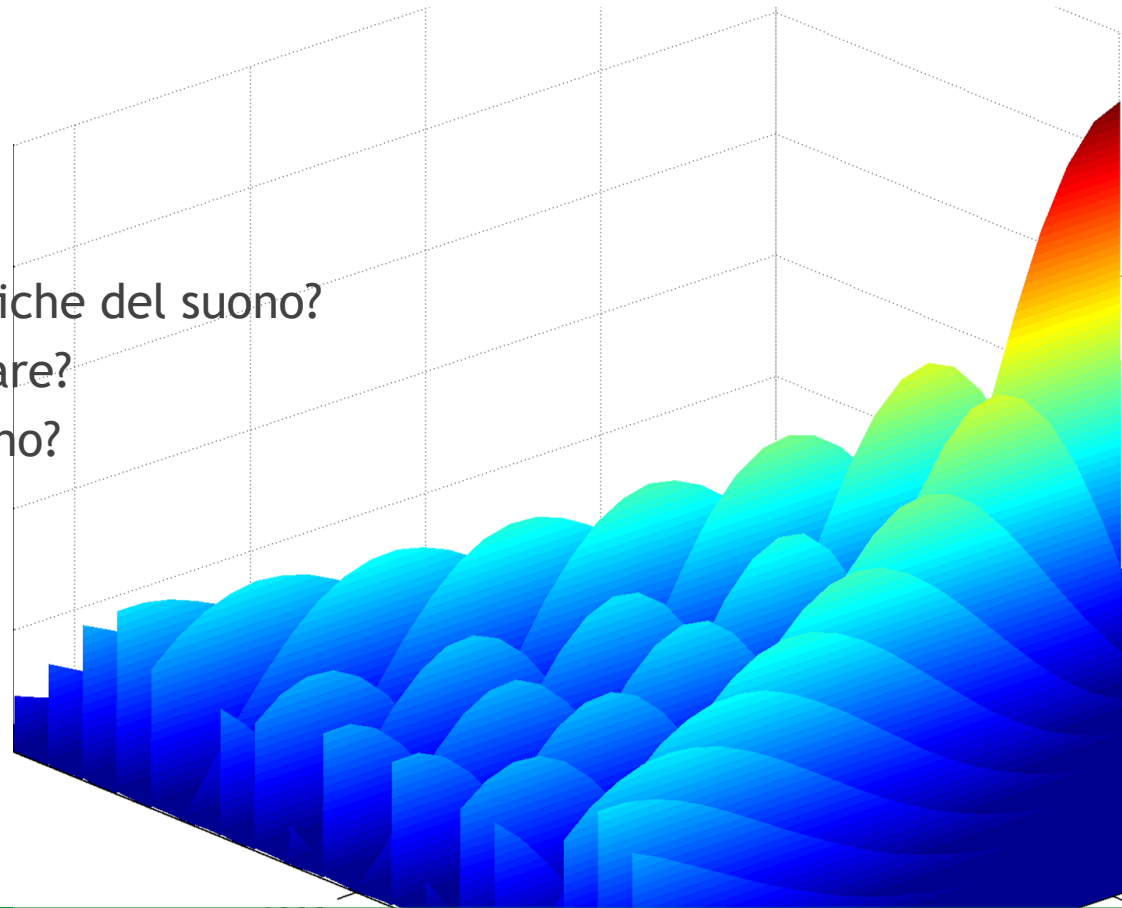
Queste slides sono disponibili su
<http://homes.di.unimi.it/presti>



Cenni di

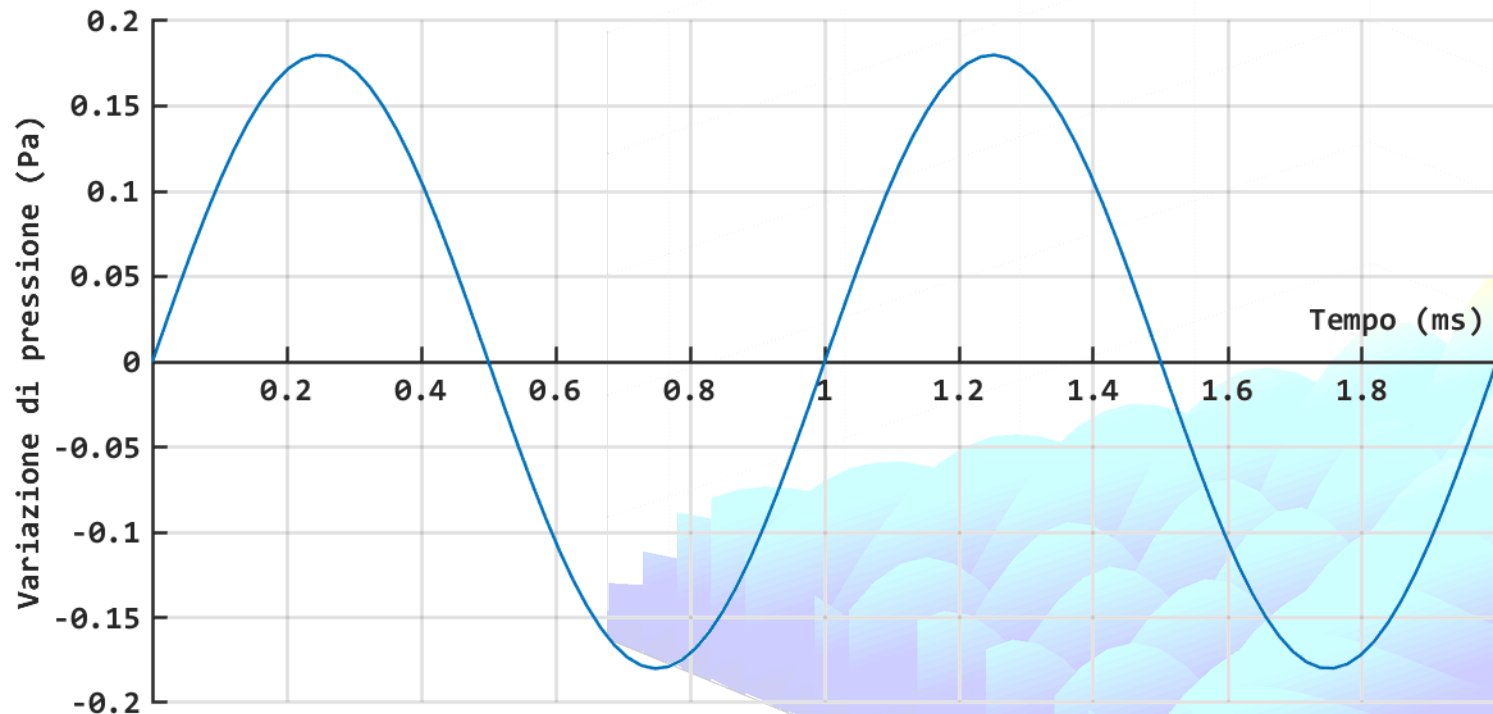
ACUSTICA

- Cosa è il suono?
- Come si propaga?
- Quali sono le caratteristiche del suono?
- Come si può rappresentare?
- Come percepiamo il suono?



Cosa è il suono?

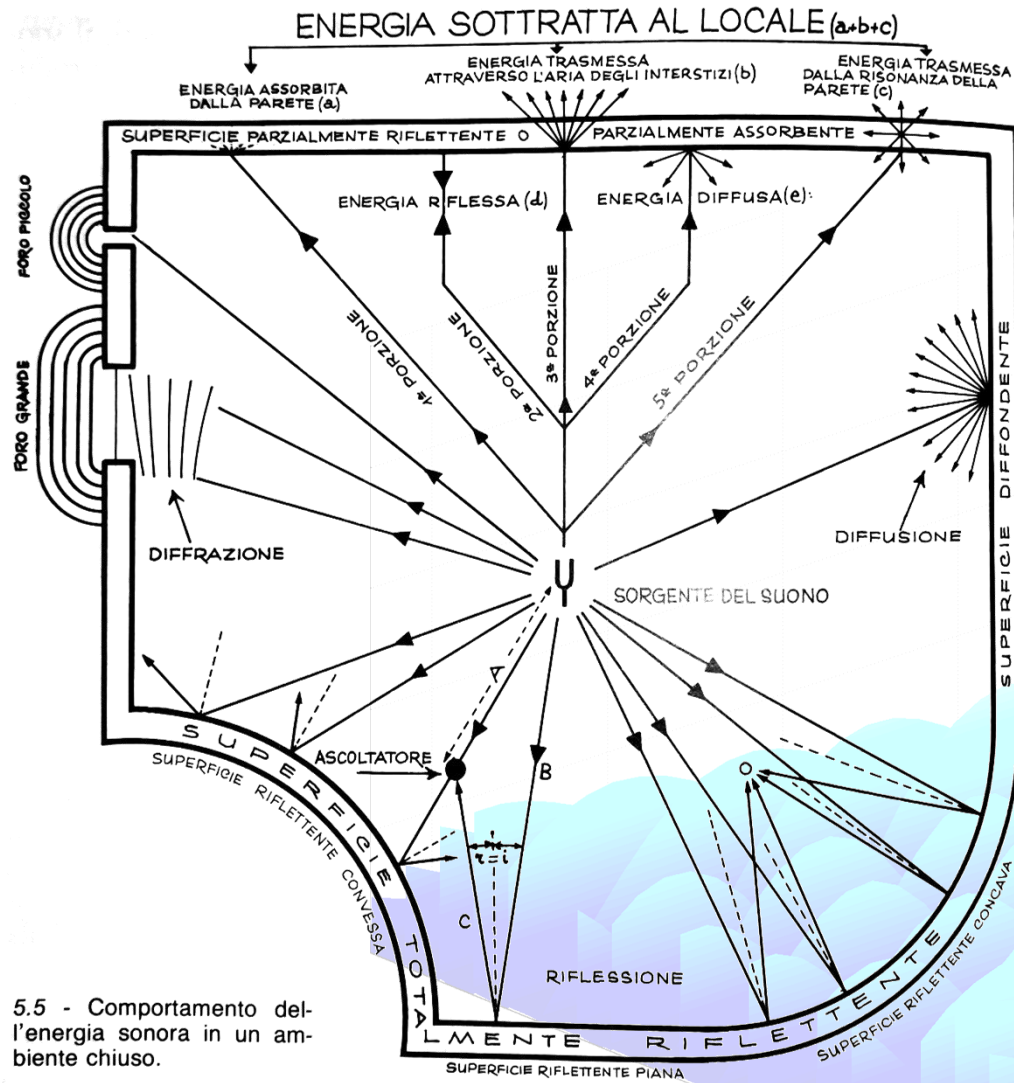
Perturbazione che si propaga in un mezzo (e.g. una variazione di pressione che si propaga nell'aria)



Come si propaga?

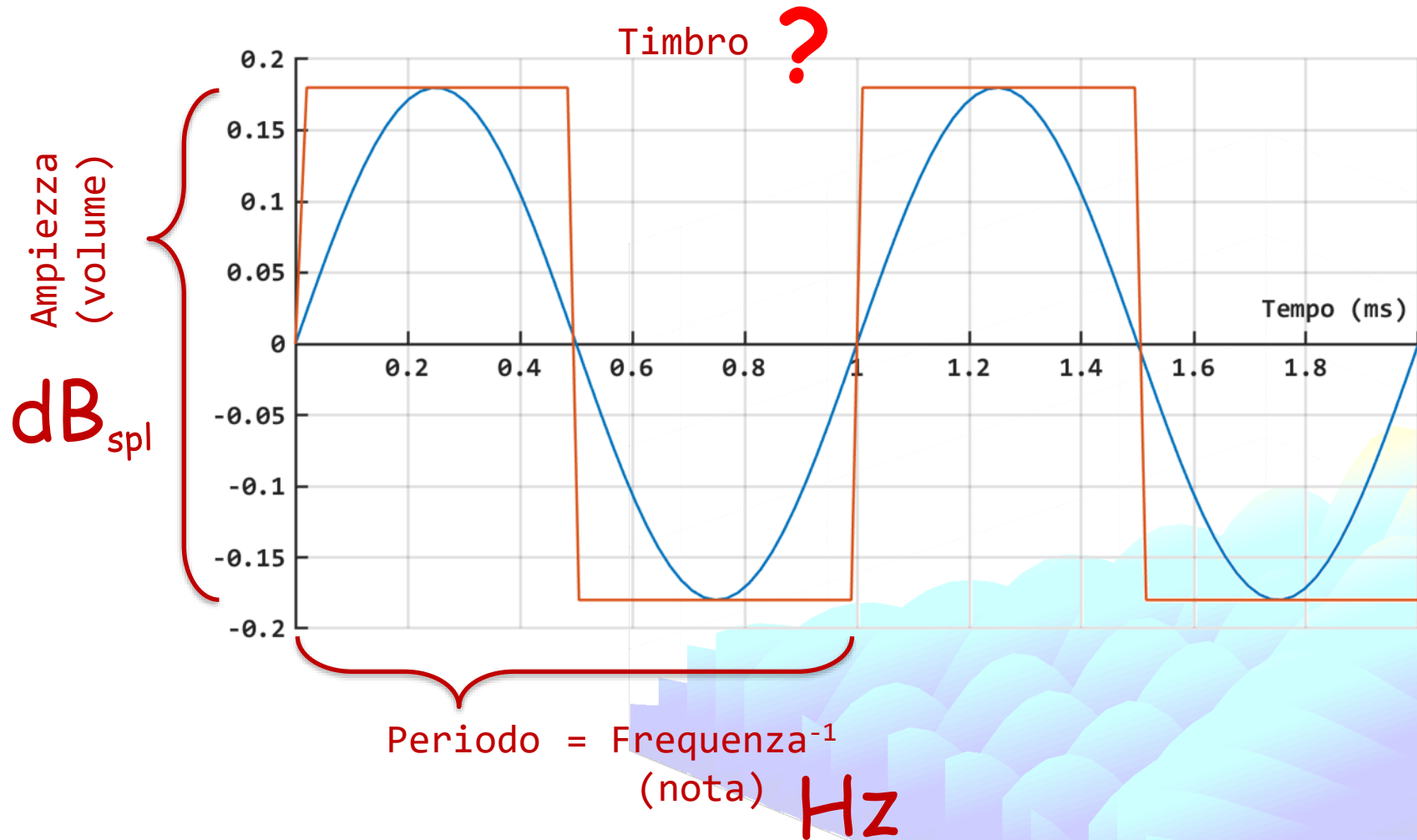
- Più è denso il mezzo, più veloce (e lontano) può viaggiare il suono
- Il suono riflesso da ostacoli con un basso assorbimento origina riverberazione (eco)
- Negli ambienti chiusi il volume d'aria risuona a frequenze specifiche (modi)
- La riverberazione e risonanze incontrollate diminuiscono l'intelligibilità

Come si propaga?



5.5 - Comportamento dell'energia sonora in un ambiente chiuso.

Quali sono le caratteristiche del suono?

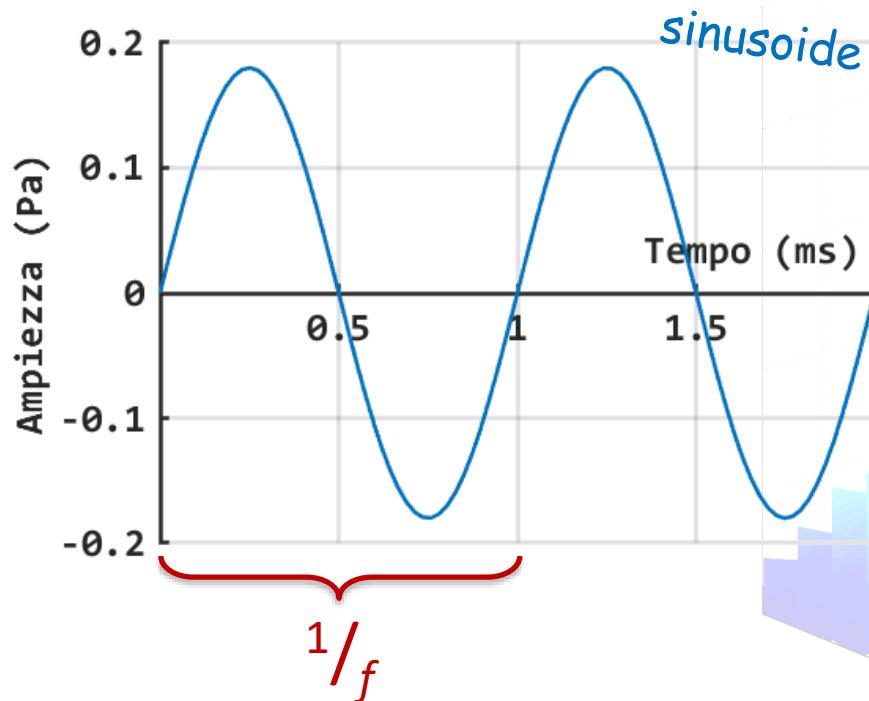


Due punti di «vista» sul suono

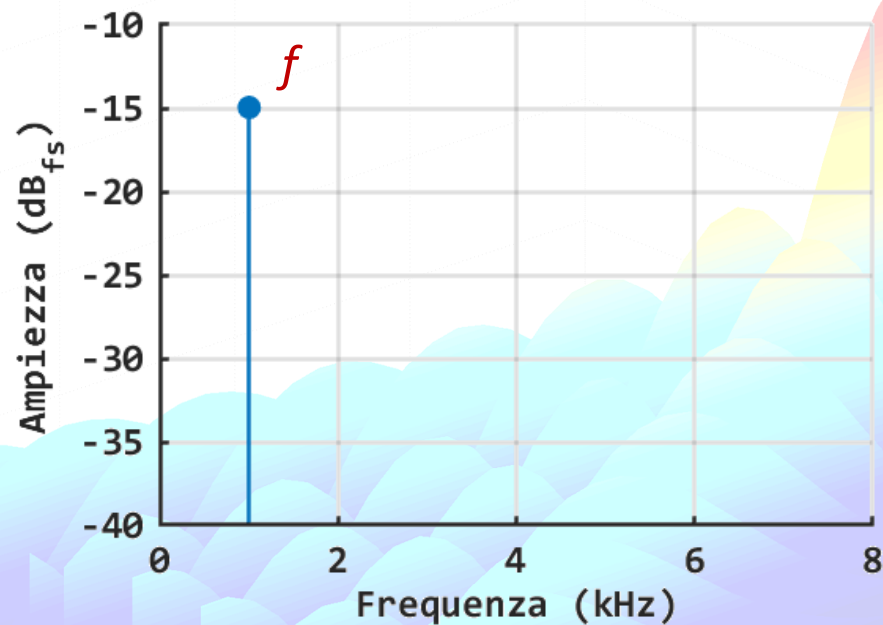
grazie Fourier!

Qualsiasi forma d'onda si può vedere come somma di segnali più semplici, a frequenze e ampiezze diverse

Forma d'onda

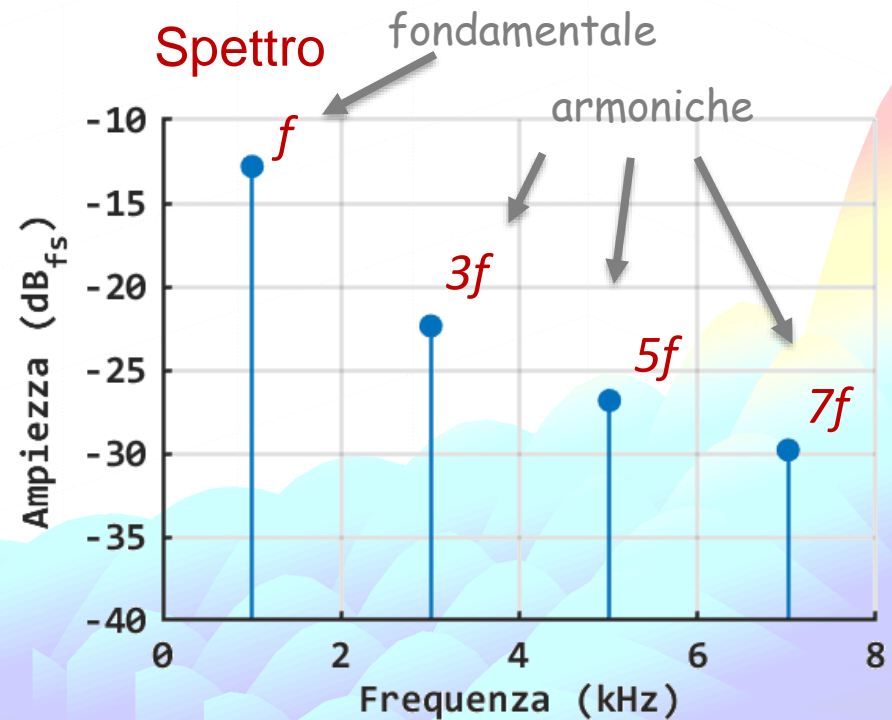
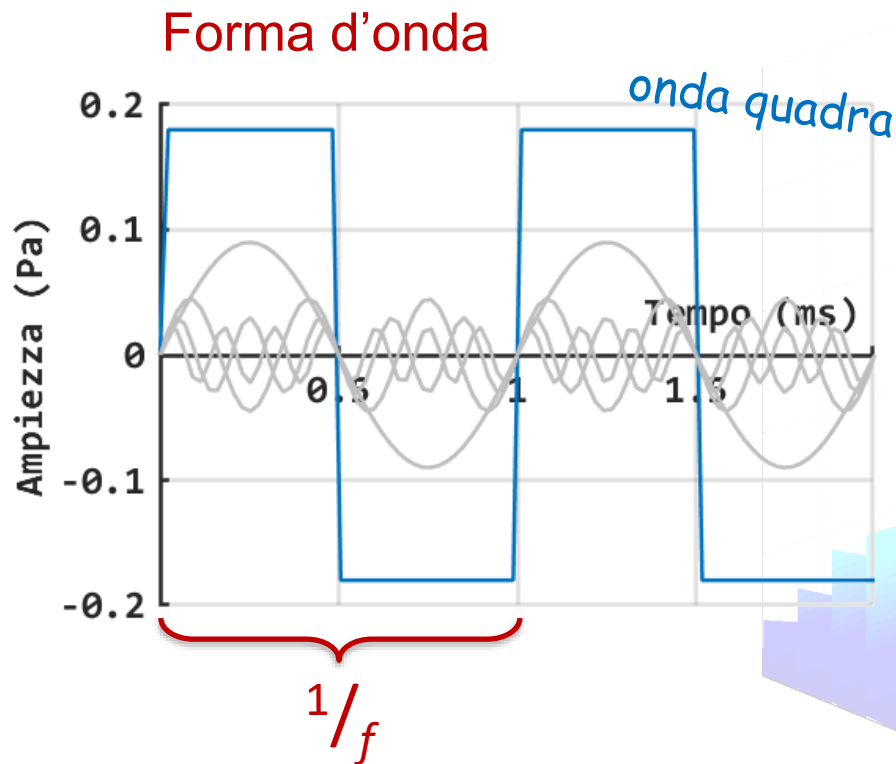


Spettro



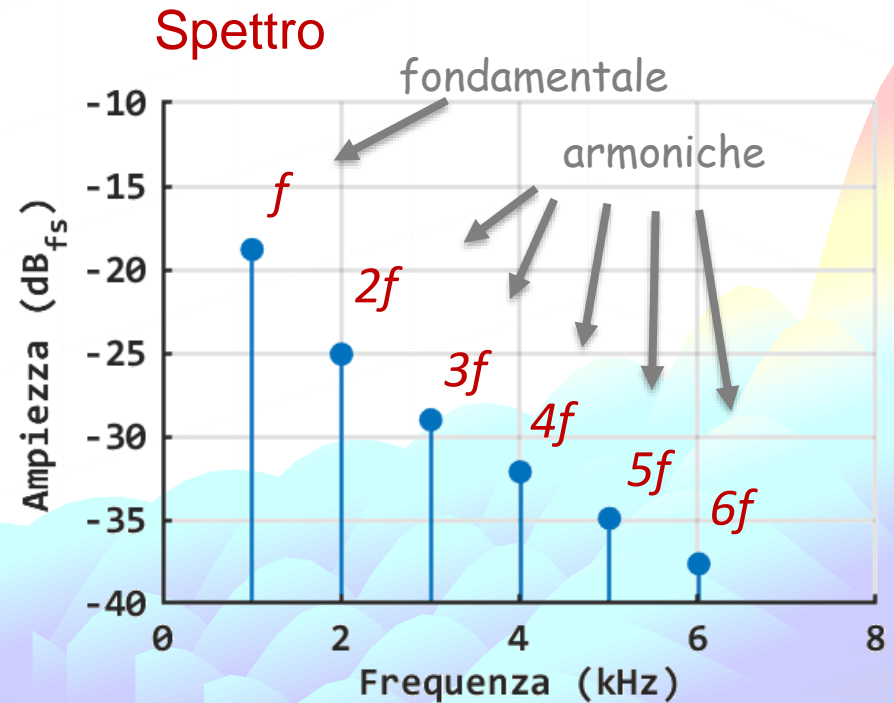
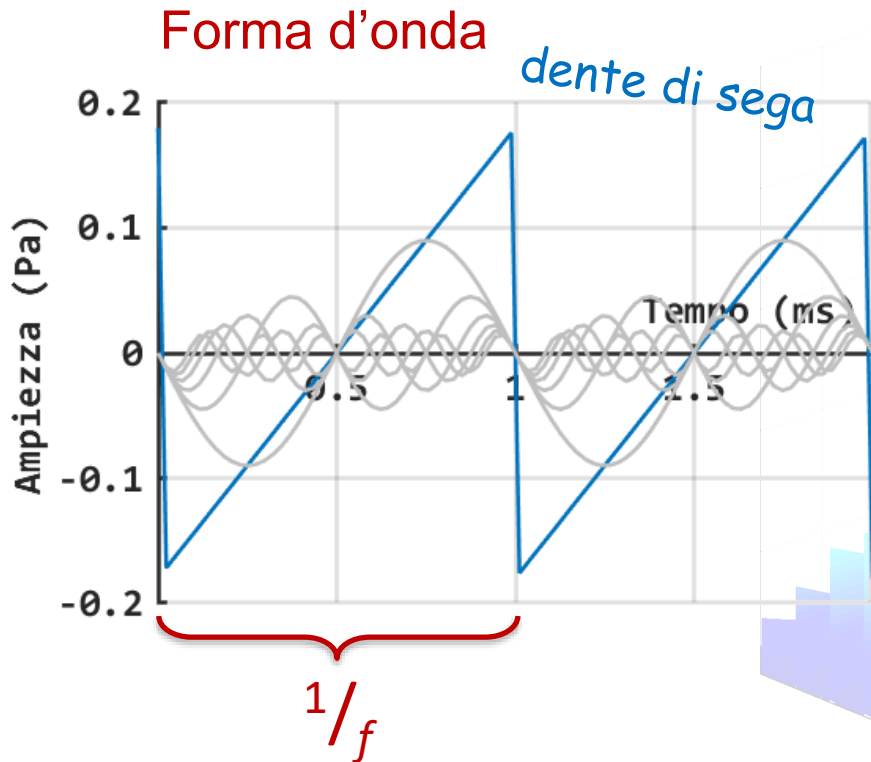
Due punti di «vista» sul suono

Qualsiasi forma d'onda si può vedere come somma di segnali più semplici, a frequenze e ampiezze diverse



Due punti di «vista» sul suono

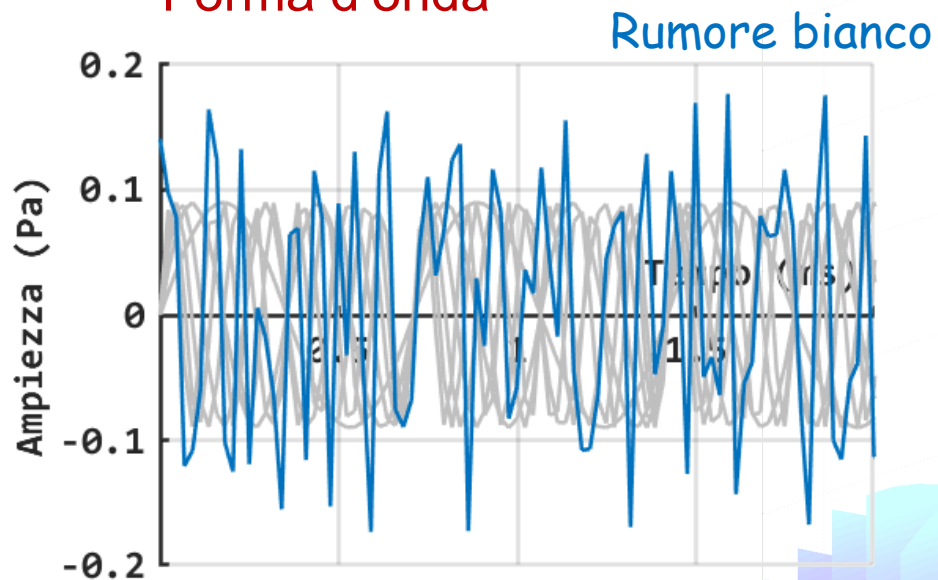
Qualsiasi forma d'onda si può vedere come somma di segnali più semplici, a frequenze e ampiezze diverse



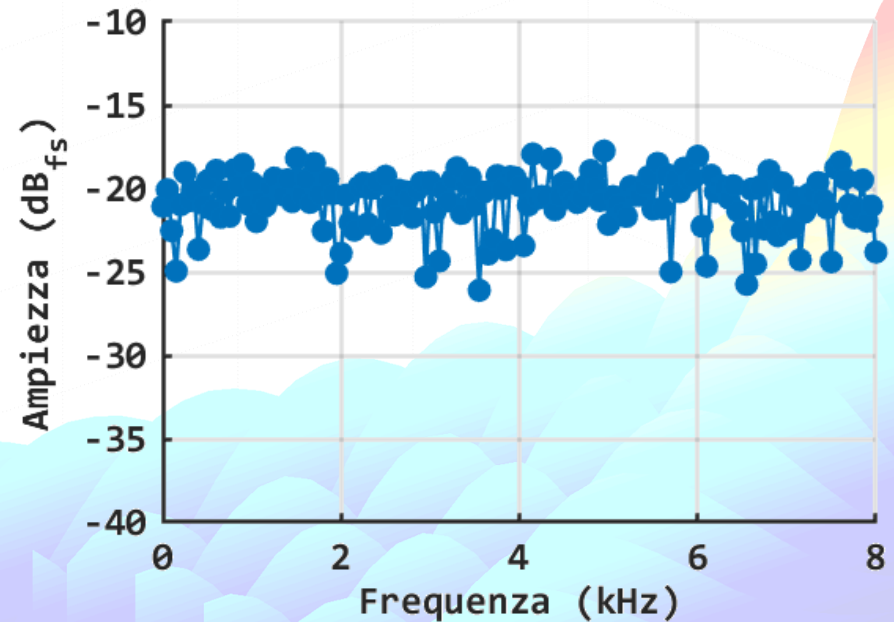
Due punti di «vista» sul suono

Qualsiasi forma d'onda si può vedere come somma di segnali più semplici, a frequenze e ampiezze diverse

Forma d'onda

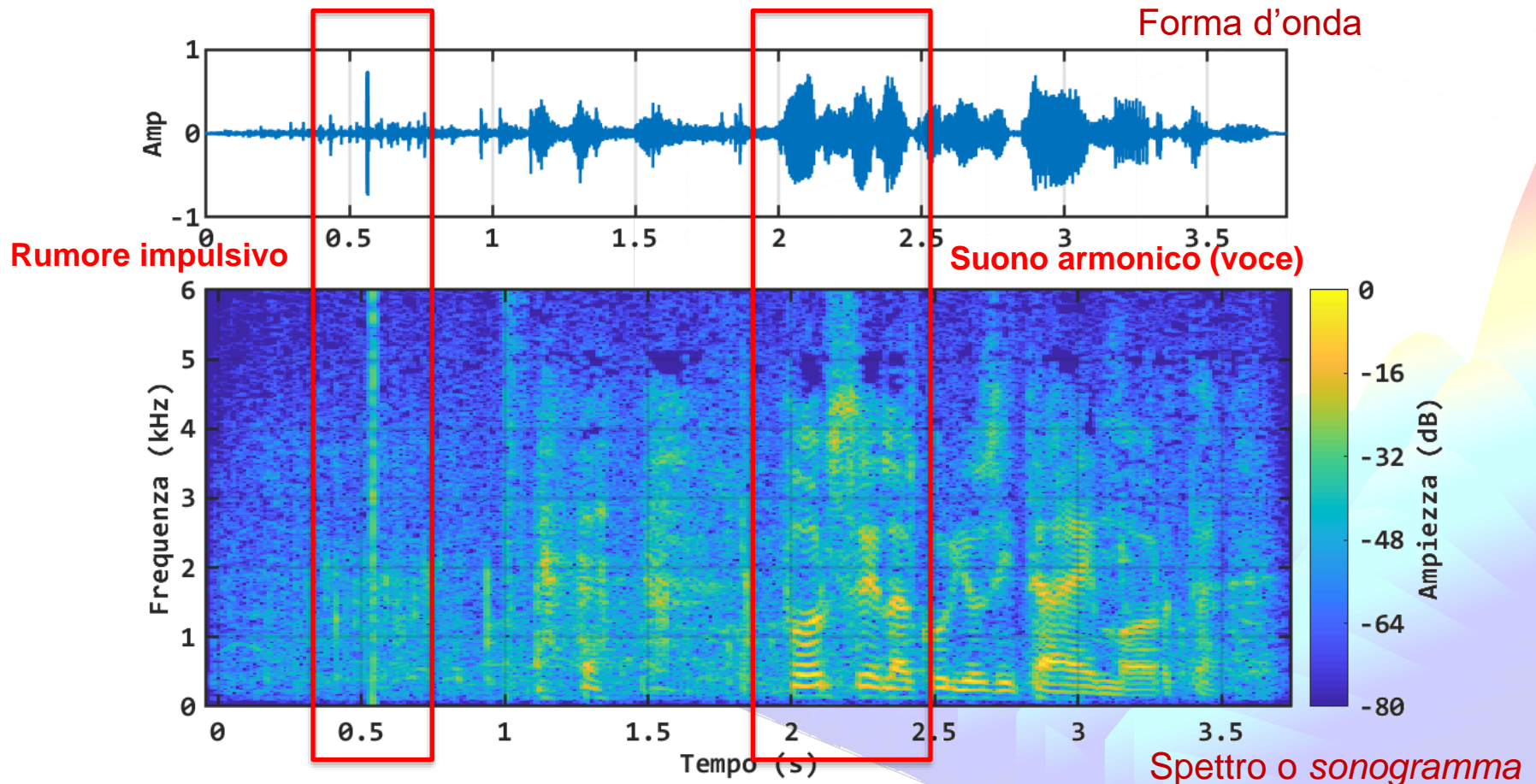


Spettro

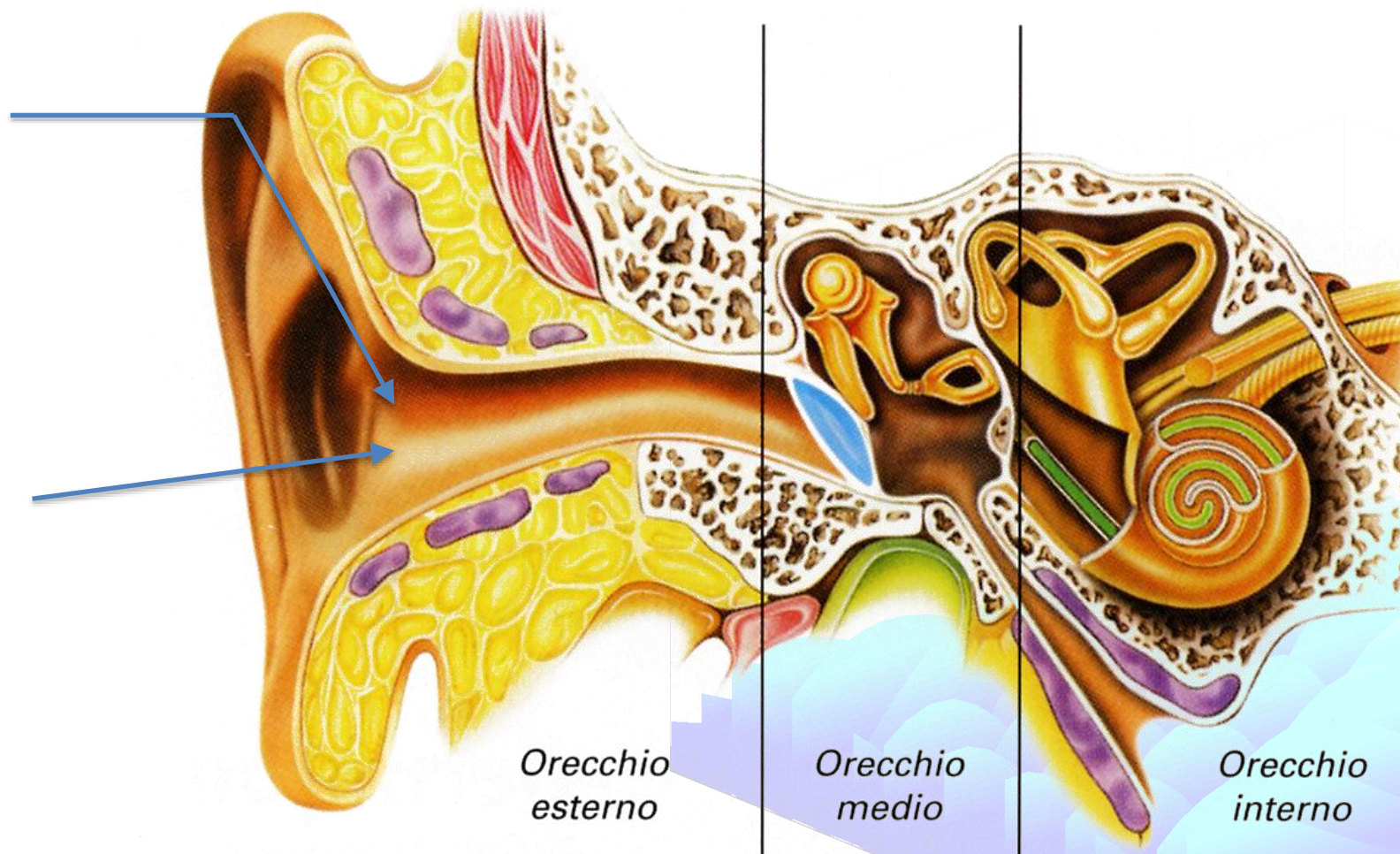


Due punti di «vista» sul suono

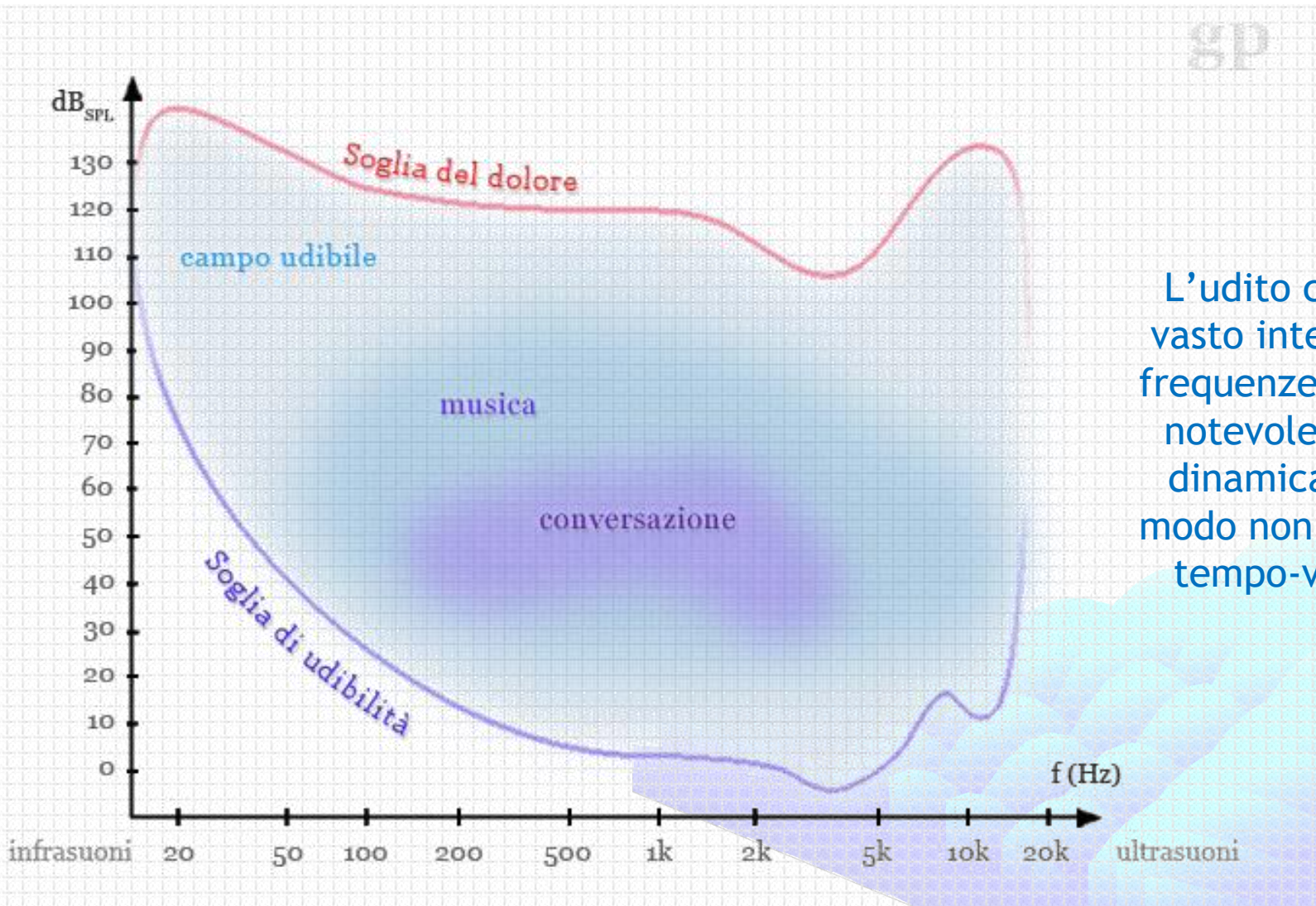
E se il segnale varia nel tempo?



La percezione dei suoni



La percezione dei suoni

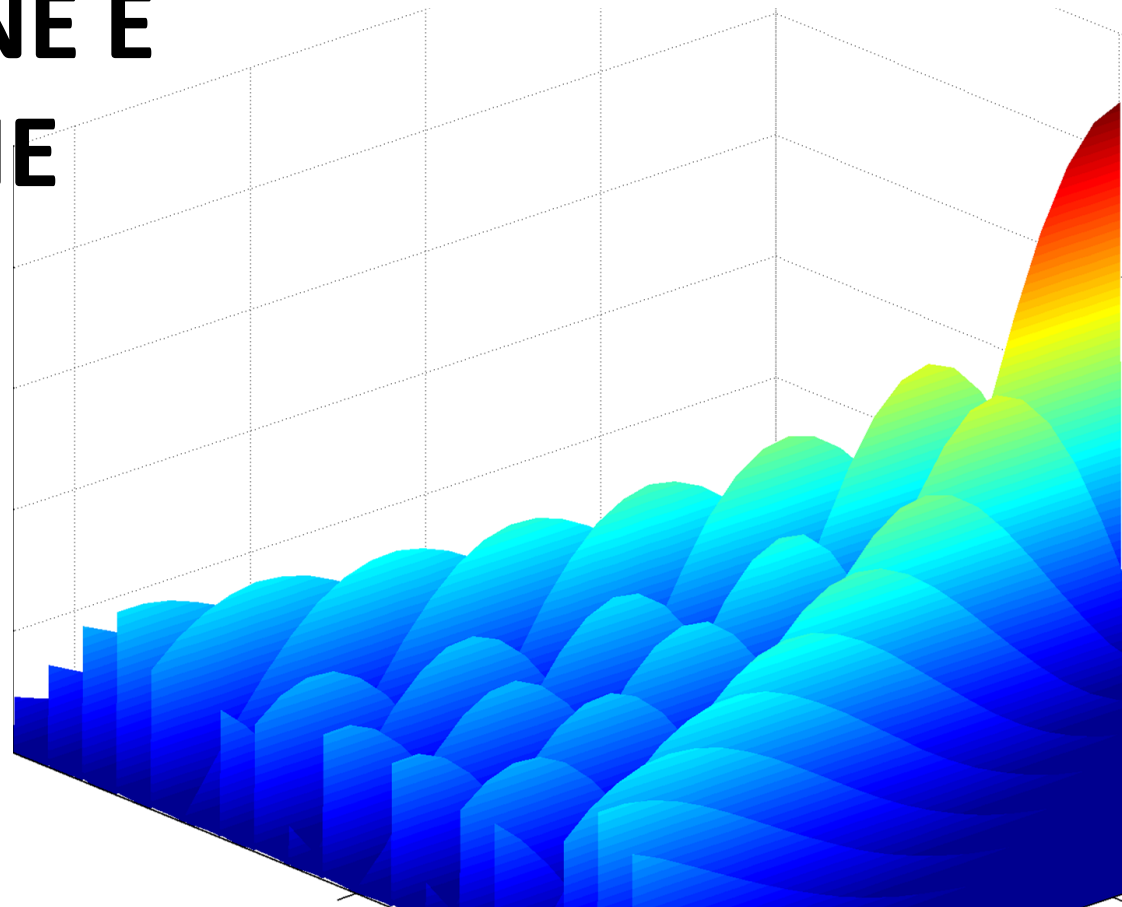


L'udito copre un vasto intervallo di frequenze, con una notevole gamma dinamica, ma in modo non lineare e tempo-variante

Tecniche di

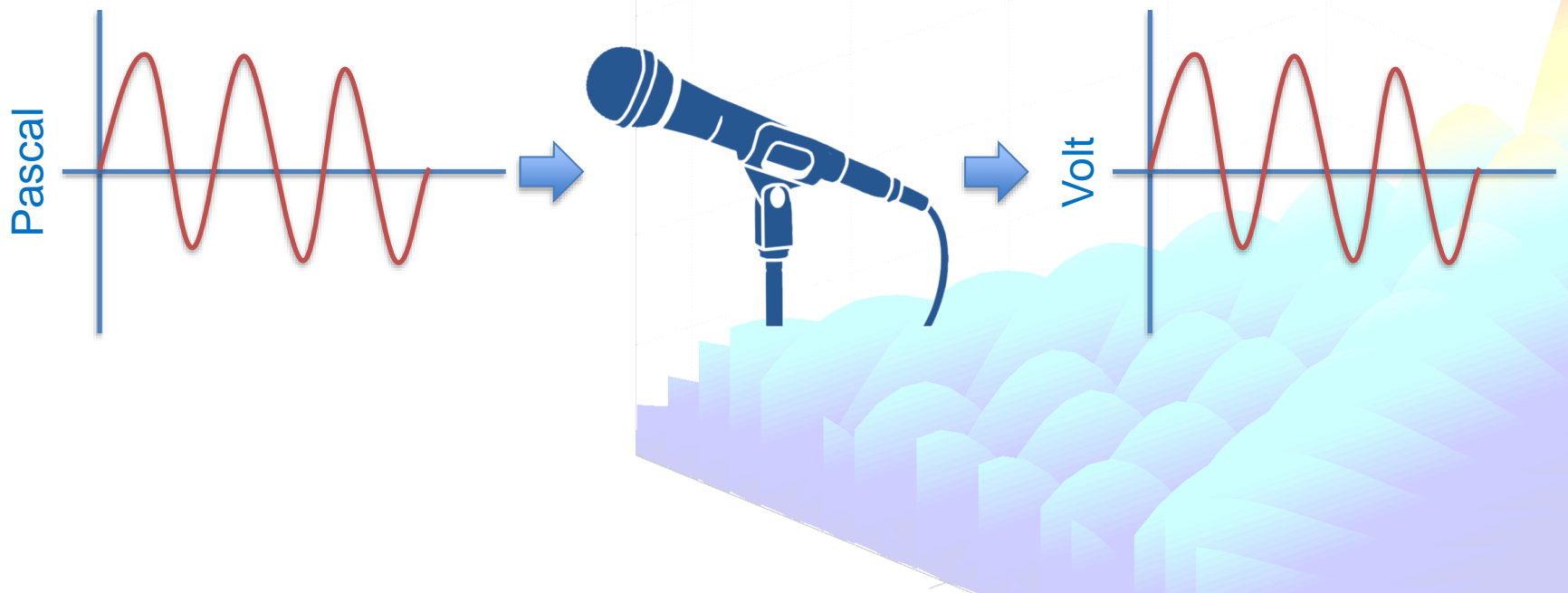
REGISTRAZIONE E RIPRODUZIONE

- La ripresa
- L'amplificazione
- La registrazione
- *La colonna sonora*
- La manipolazione

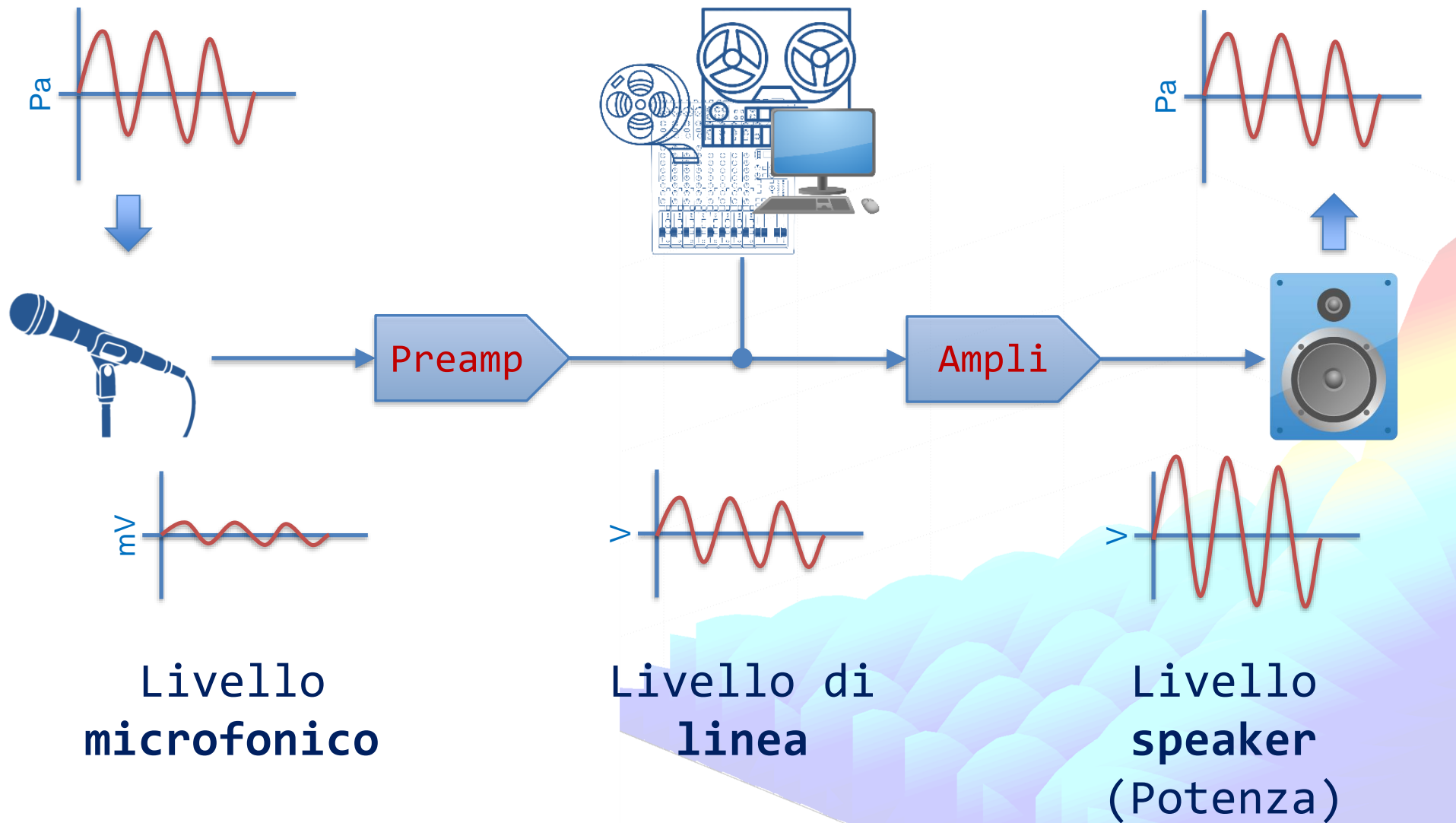


Il microfono

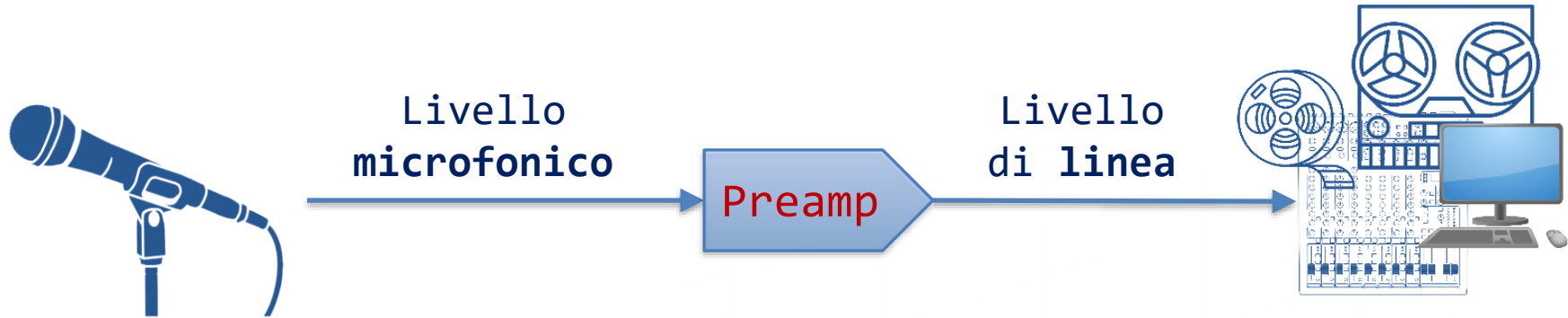
Dispositivo che trasforma una variazione di pressione in un segnale elettrico (variazione di tensione)



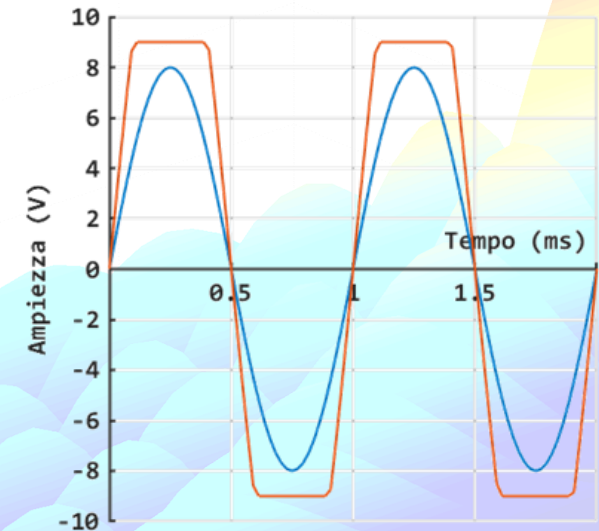
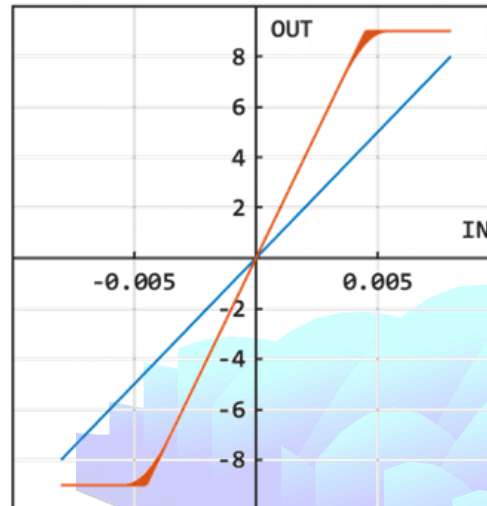
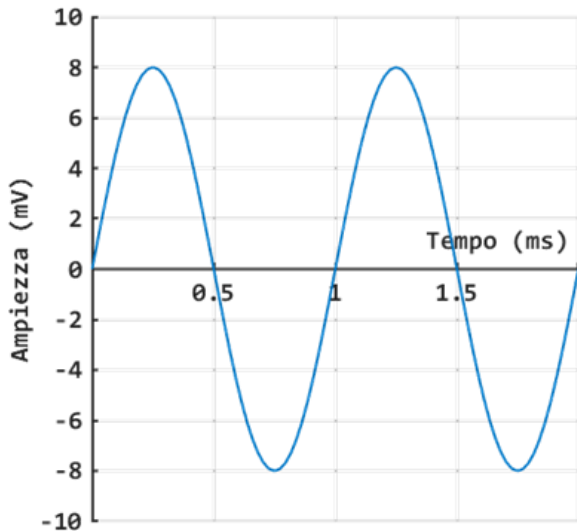
I livelli del segnale



L'amplificazione



Distorsione / saturazione



La registrazione

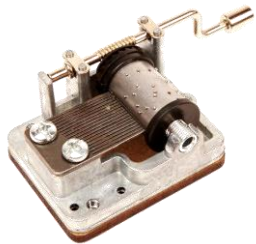
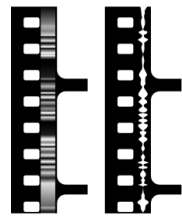
Una buona registrazione deve:

- Garantire una corretta resa della gamma dinamica
- Non alterare il contenuto spettrale
- Non introdurre artefatti udibili



La registrazione

Nella storia del cinema si sono viste molte tecnologie di registrazione e memorizzazione, ecco le principali:



Meccanica

Ottica

Magnetica

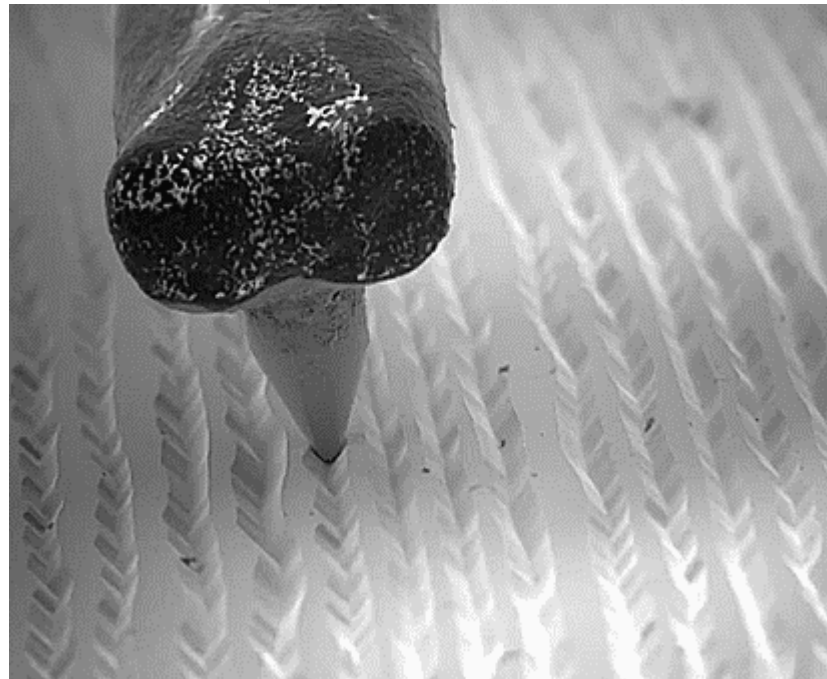
Analogico

Digitale

In tutti i casi è fondamentale che la velocità di lettura delle informazioni sia coerente con quella di scrittura

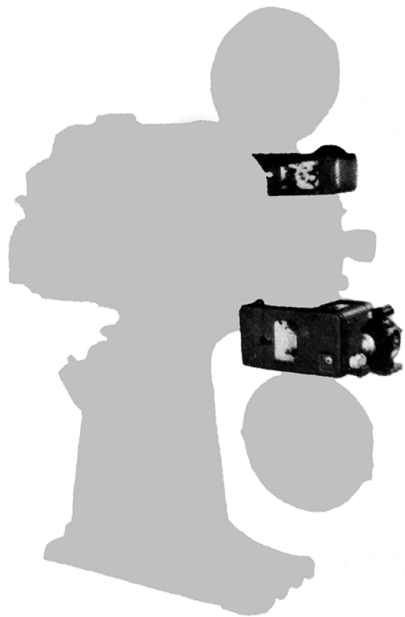
La registrazione meccanica

- Il suono è codificato come un solco fisico, che fa muovere la testina come dovrebbe muoversi l'aria
- Per ridurre il rumore di fondo è applicata una pre-enfasi sulle alte frequenze, compensata in riproduzione (Eq. RIAA)

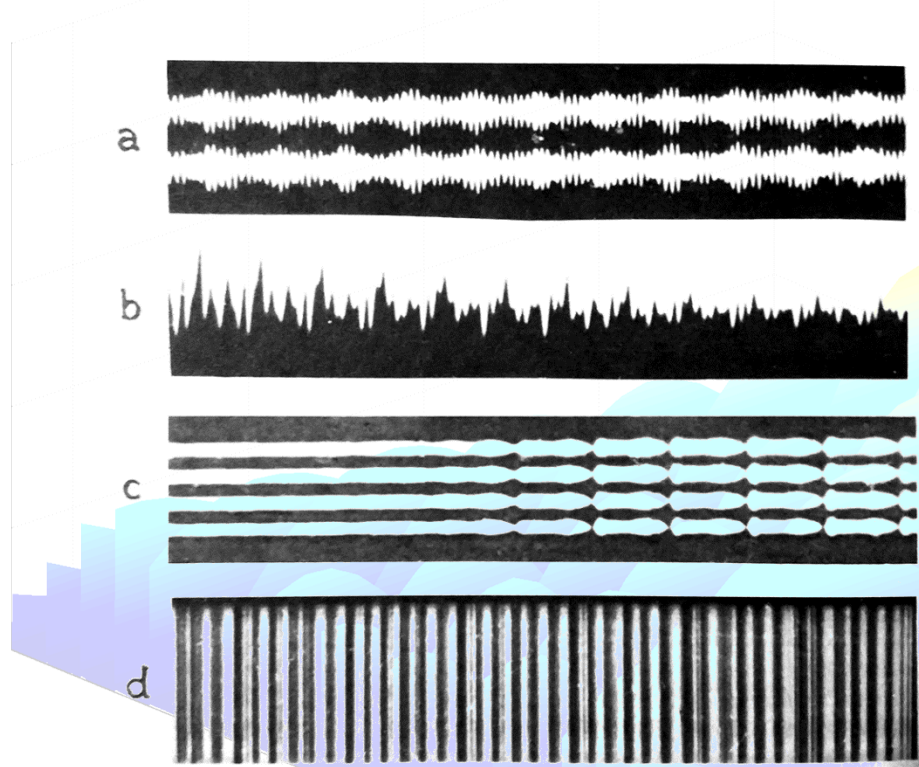


La registrazione ottica

- Il suono è codificato come variazione di luminosità
- Per ridurre il rumore di fondo è possibile codificare le stesse informazioni su tracce parallele (altrimenti usate per la codifica multicanale)

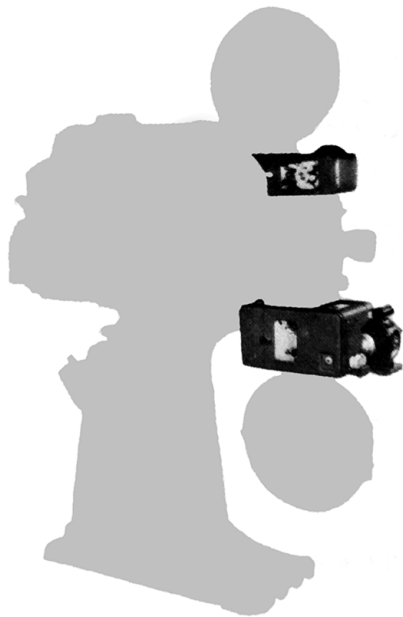


5.28 - Lettore del suono magnetico (in alto) e lettore del suono ottico (in basso) e loro rispettiva posizione nel proiettore cinematografico.

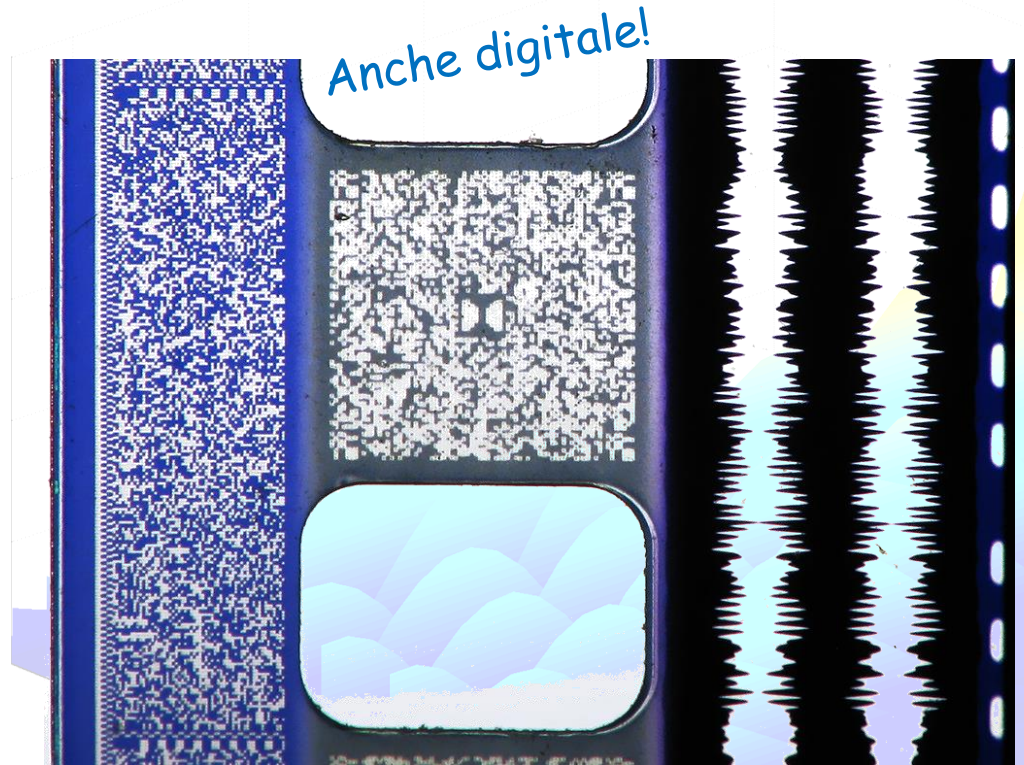


La registrazione ottica

- Il suono è codificato come variazione di luminosità
- Per ridurre il rumore di fondo è possibile codificare le stesse informazioni su tracce parallele (altrimenti usate per la codifica multicanale)

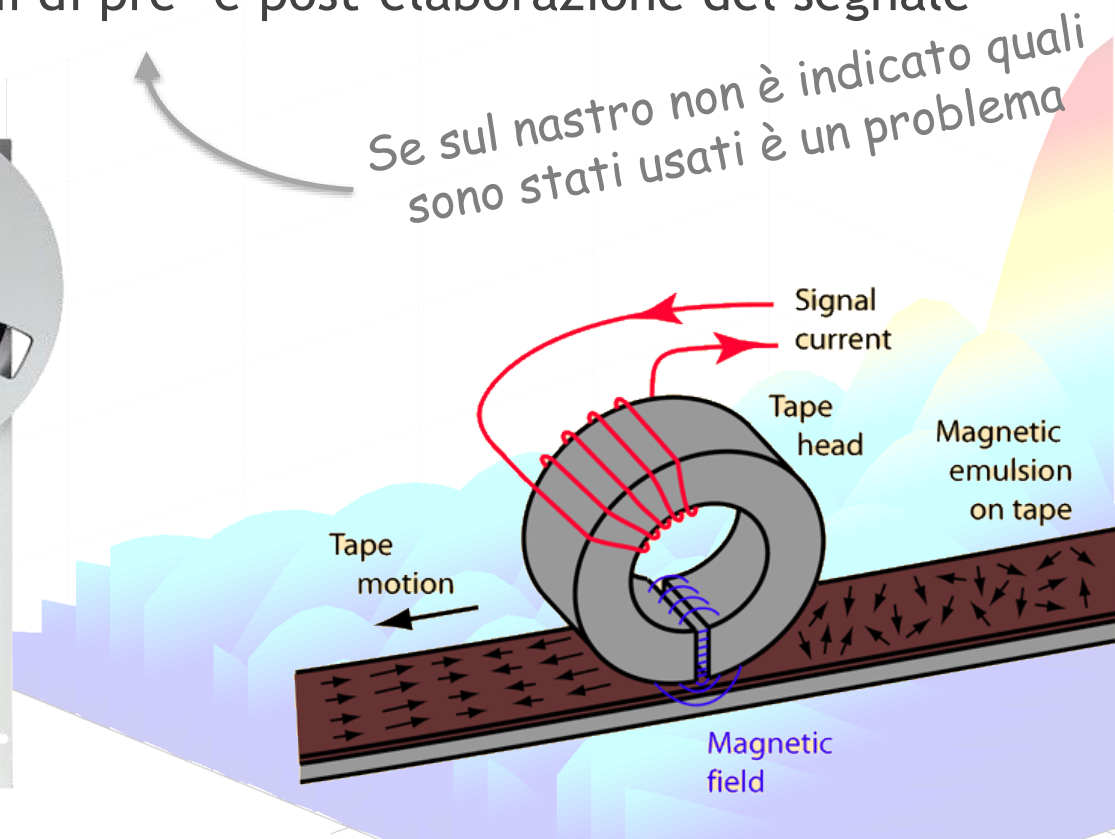


5.28 - Lettore del suono magnetico (in alto) e lettore del suono ottico (in basso) e loro rispettiva posizione nel proiettore cinematografico.



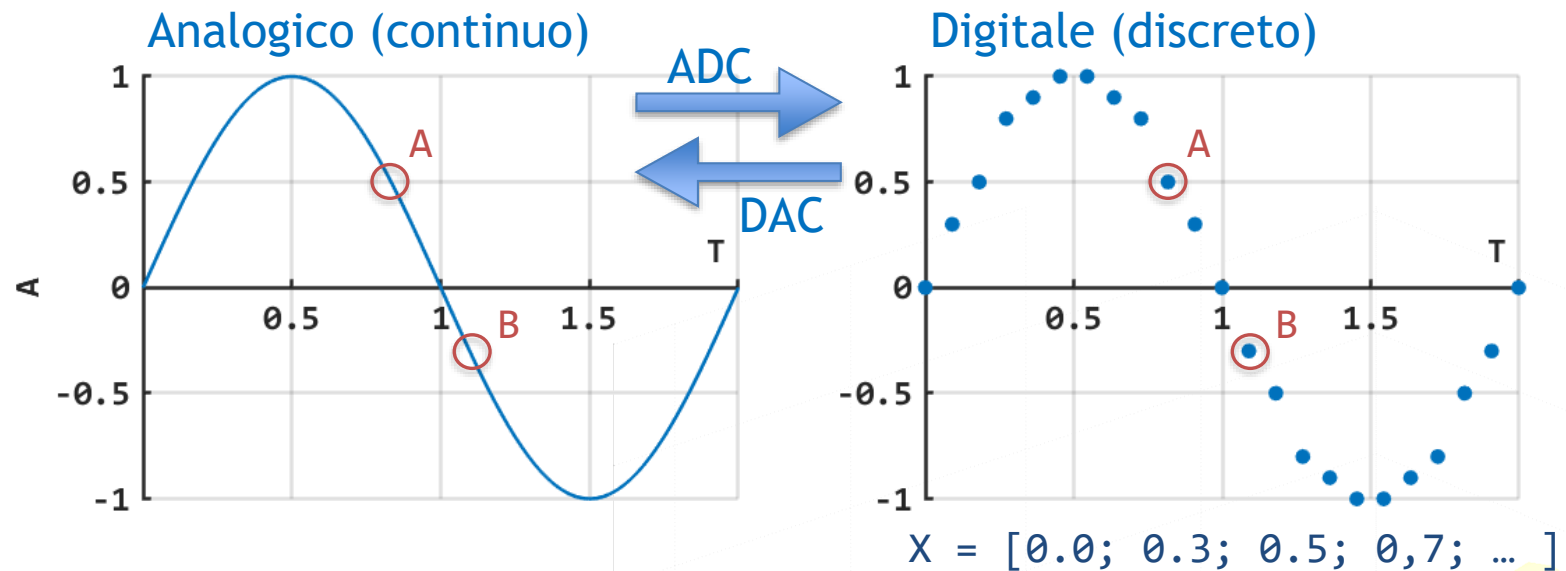
La registrazione magnetica

- Il suono è codificato come variazione del campo magnetico
- Per ridurre il rumore di fondo e migliorare la gamma dinamica esistono diversi metodi di pre- e post-elaborazione del segnale



Se sul nastro non è indicato quali sono stati usati è un problema

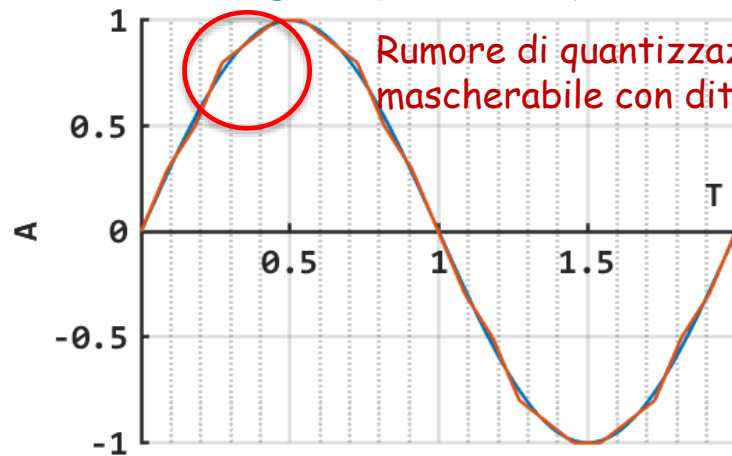
La codifica digitale del suono



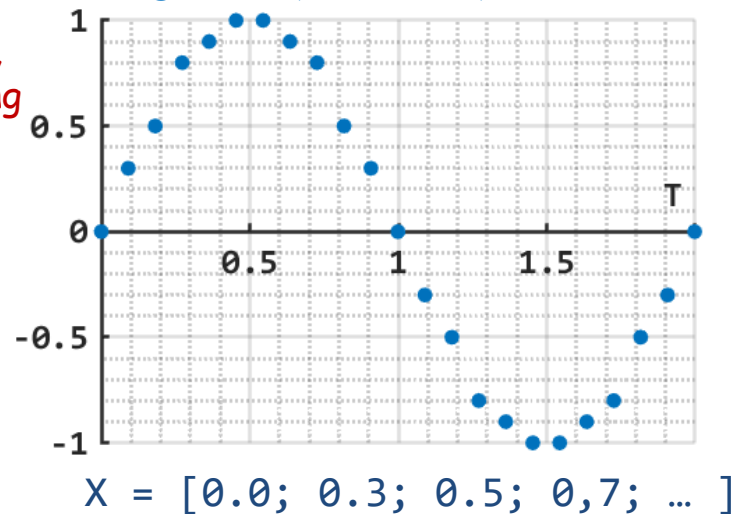
Infiniti stati intermedi V.S. Stati intermedi finiti

La codifica digitale del suono

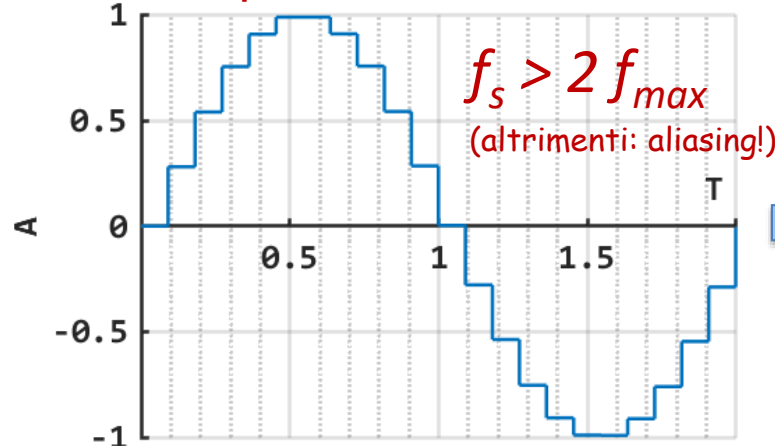
Analogico (continuo)



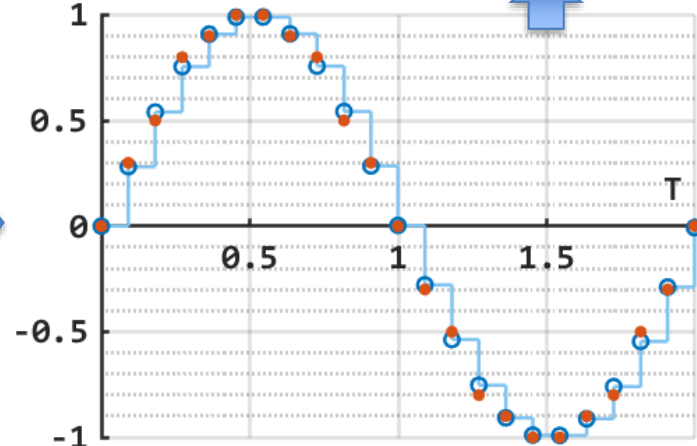
Digitale (discreto)



Campionamento



Quantizzazione



La codifica digitale del suono

I parametri di conversione più comuni:

Standard	Canali	Campionamento (Hz)	Quantizzazione (bit)
CD	2	44100	16
DVD-V	2-6	48000	16
Blue Ray	2-8	48000-96000	16-24
Cinema	1-12	48000-96000	16-24
<i>Lavorazione</i>	2	<i>48000-192000</i>	24

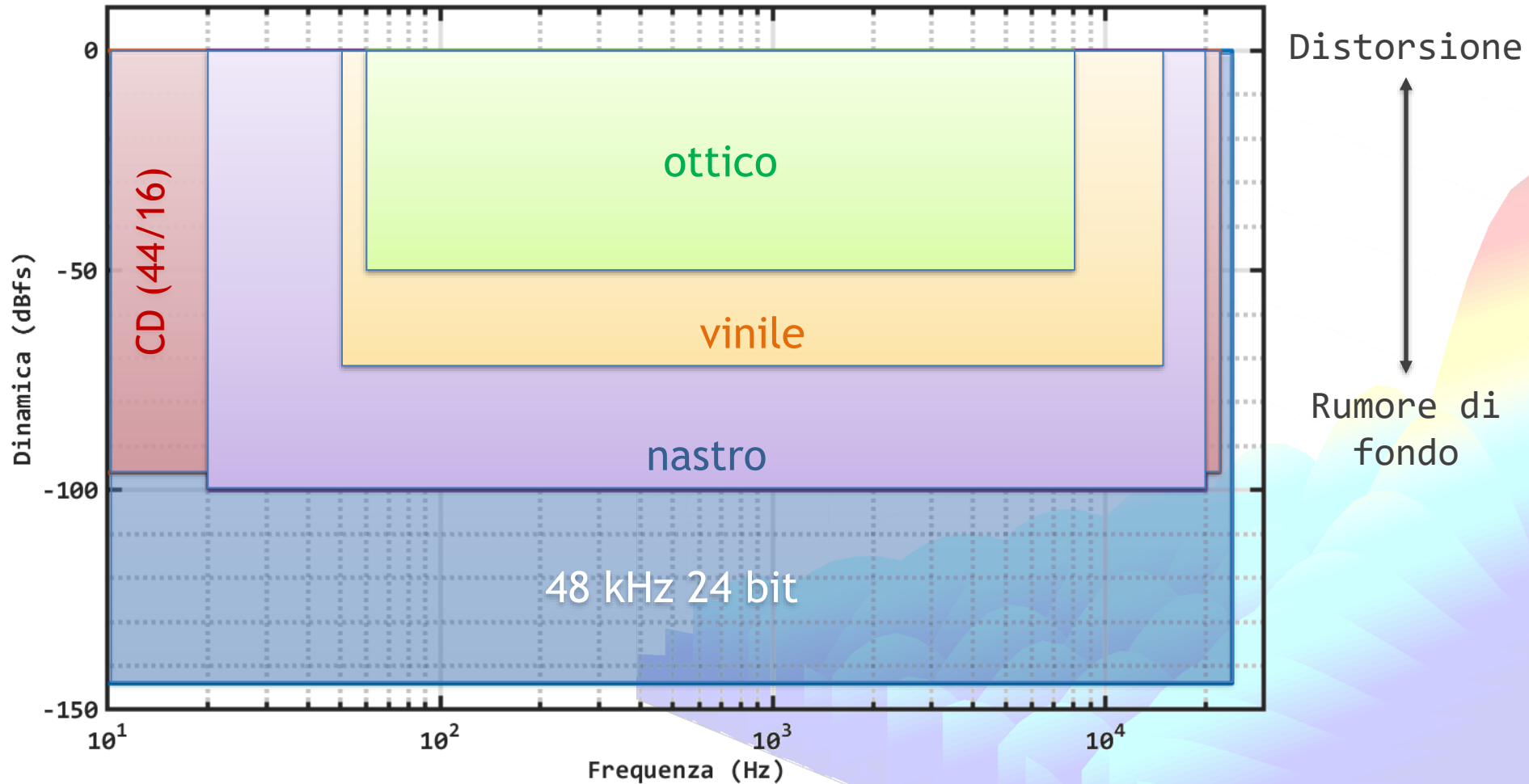
La codifica digitale del suono

Esistono diversi sistemi di codifica del segnale digitale:

	Non Compressi	Compressi	
		Lossless	Lossy
Codifica:	Dati raw	No ridondanza	No irrilevanza
Formati audio:	Wav, Aiff	FLAC	Mp3, Ogg, AAC/AC3
Formati immagine:	BMP, TIFF	PNG24, TIFF	JPG, GIF, PNG8
Formati generici:		ZIP, RAR	
Rapporto di compressione:	1:1	2:1	10:1
Uso tipico:	Lavorazione	Archivio o ascolto Hi-Fi	Streaming

I diversi metodi a confronto

Nota: i supporti ottici e meccanici prodotti oggi sono meglio di quelli di 40 anni fa (illustrati)



La colonna sonora

La colonna sonora può essere distribuita come insieme di 3 stem:

- Colonna dialoghi
- Colonna musica
- Colonna effetti (o rumori)

Colonna internazionale

Le figure tecniche coinvolte nella creazione della colonna sono:

- Fonico di ripresa
- Sound designer/rumorista/Foley artist
- Musicisti e arrangiatori
- Doppiatori
- Fonico di mix

La manipolazione del suono

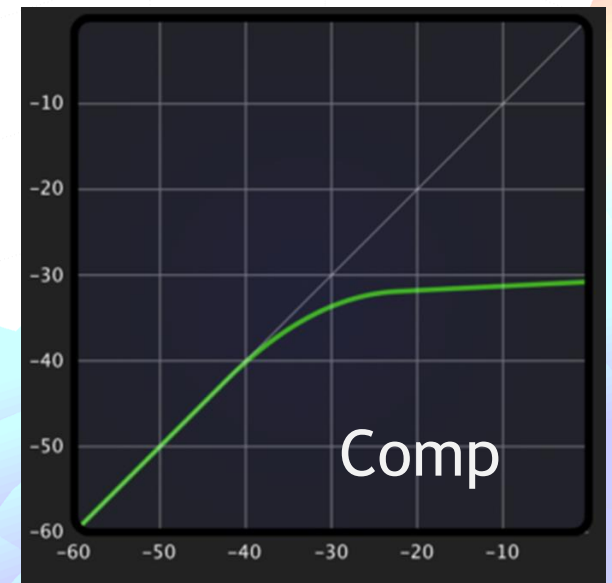
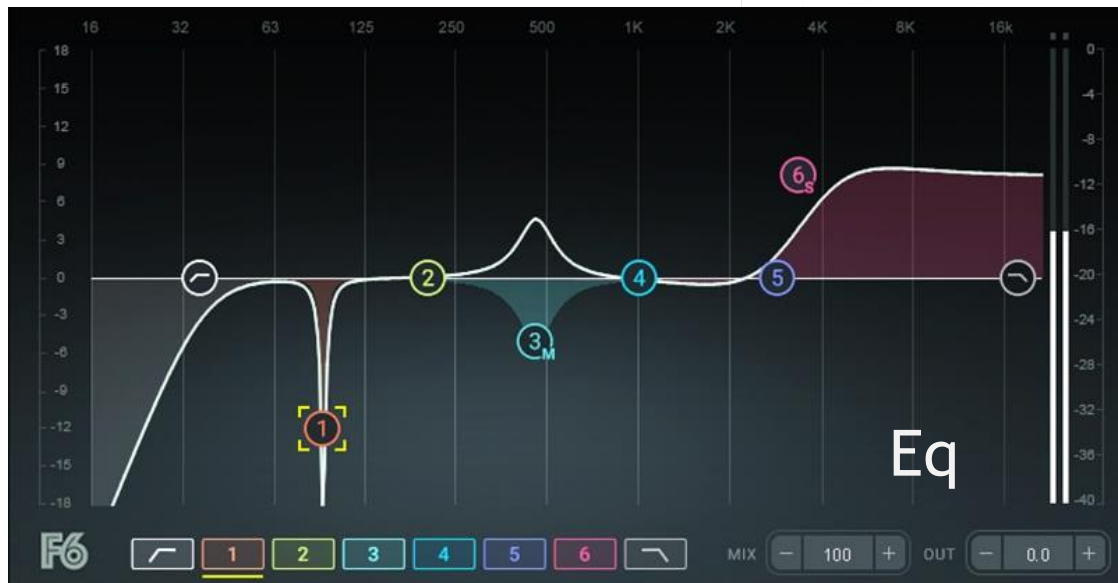
- L'operazione di produzione della colonna sonora (adattamento di *parole musica e rumori* al film) prende il nome di **sincronizzazione**
- Fino all'avvento del digitale le operazioni di editing (montaggio) erano fatte *tagliando* fisicamente i supporti



La manipolazione del suono

Esistono diversi processori di segnale, i più importanti sono:

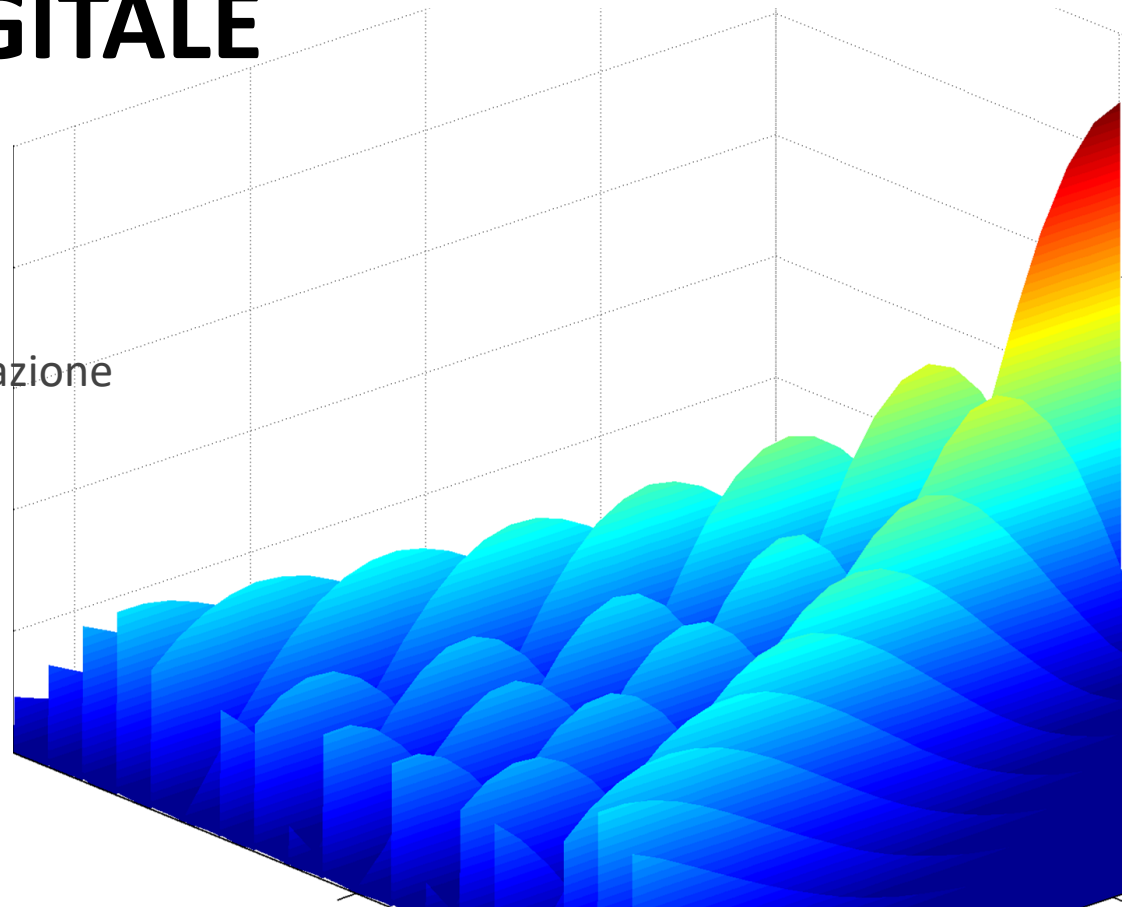
- Mixer: Somma pesata di diverse tracce
- Equalizzatori (o filtri): intervengono sullo spettro del segnale
- Processori di dinamica (e.g. compressore): intervengono sulla dinamica



Introduzione al

RESTAURO DIGITALE

- Le fasi del restauro audio
- I fini del restauro audio
- I tipi di disturbo
- I responsabili della degradazione
- Gli strumenti di lavoro



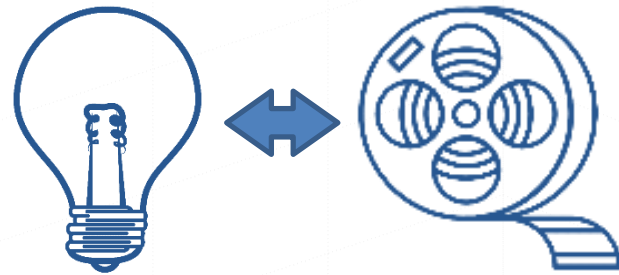
Le fasi del restauro audio

1. Scelta del campione
2. Restauro del supporto
3. Preparazione dell'apparecchiatura
4. Compensazione delle alterazioni intenzionali
5. Compensazione della non corretta taratura
6. Compensazione delle alterazioni involontarie
7. Reinterpretazione

I fini del restauro audio

1. Quale è il bene culturale oggetto dell'intervento?

- L'opera dell'ingegno?
- La performance?
- La registrazione?
- Il supporto fisico?



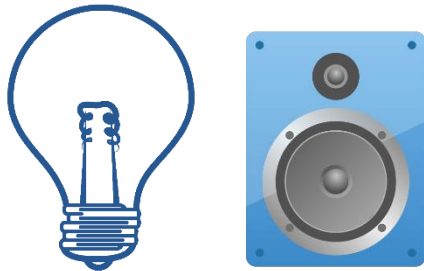
2. Quali finalità ha l'intervento?

- Valorizzazione, uso artistico?
- Divulgazione, fruizione?
- Archiviazione, conservazione?



I fini del restauro audio

Restauro creativo



*Attraverso un obiettivo
degrado dell'informazione,
ottenere un soggettivo
miglioramento della qualità*

Restauro conservativo



*Ottenere un miglioramento
del rapporto segnale-rumore,
senza rimuovere informazioni
(anche a costo di non fare nulla)*

Le fasi del restauro audio

1. Scelta del campione
2. Restauro del supporto
3. Preparazione dell'apparecchiatura
4. Compensazione delle alterazioni intenzionali
5. Compensazione della non corretta taratura
6. Compensazione delle alterazioni involontarie
7. Reinterpretazione

Conservativo e
orientato al
supporto




Creativo e
orientato all'opera

I tipi di disturbo








Disturbo

- Disturbi locali

-  – Click, crackle
-  – Clipping
-  – Eventi sonori indesiderati

- Disturbi Globali

- Rumore di fondo
 -  Stazionario a banda larga
 -  Stazionario a banda ristretta
 -  Non stazionario
- Wow & flutter
- Distorsione non lineare
 -  Saturazione
 -  Interferenze non-additive

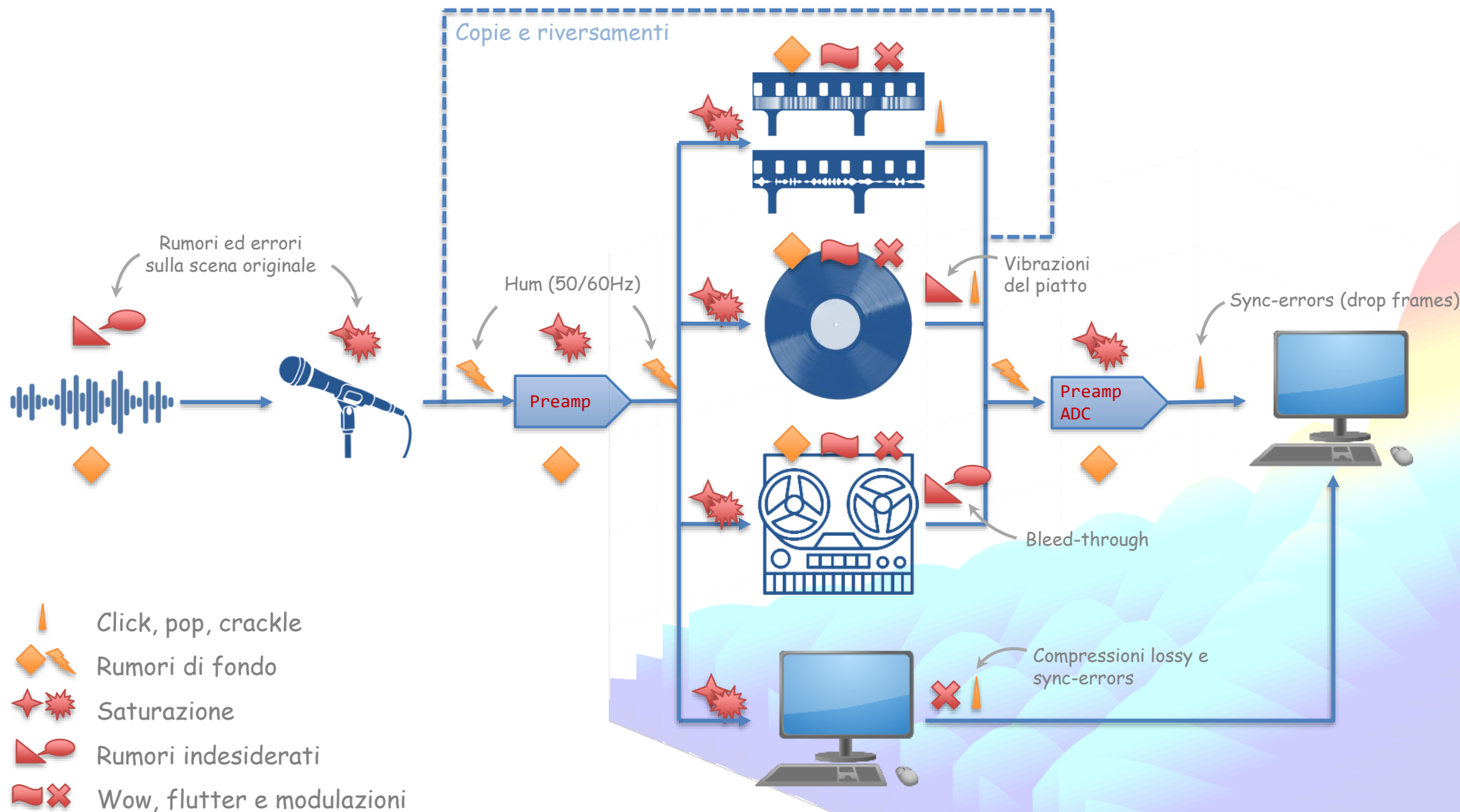
Cause

- ...
- Sporco, usura
- Taratura, usura
- Interferenze
- ...
- ...
- Qualità, usura
- Interferenze
- Interferenze
- Taratura, sporco
- ...
- Taratura, usura
- Taratura, usura

Soluzioni

- ...
- Declicker*
- Editing, *declipper?*
- Editing, *source separation?*
- ...
- ...
- Denoiser*
- Denoiser*, Equalizzatore
- Source separation?*
- Pitchshifter*, equalizzatore?
- ...
- Declipper?*
- Eq, processori di dinamica?

I responsabili del degrado

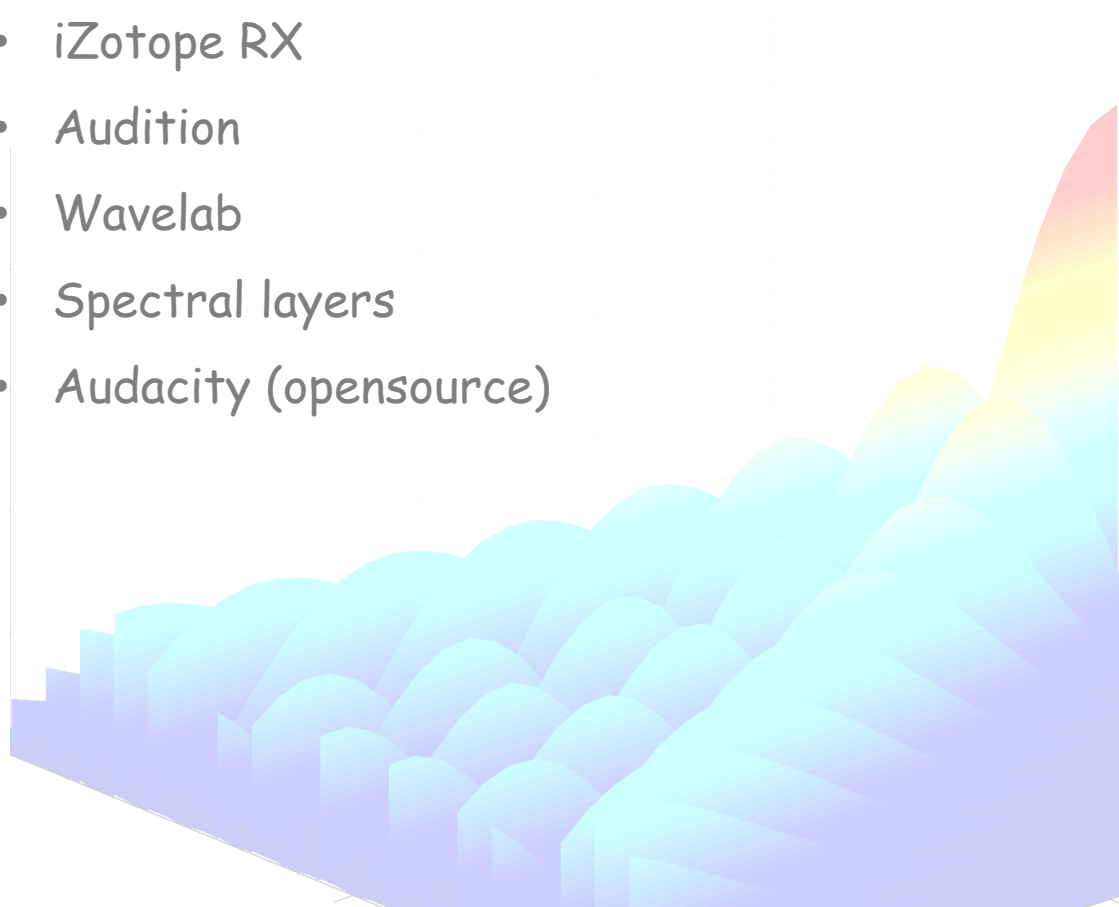


Gli strumenti di lavoro



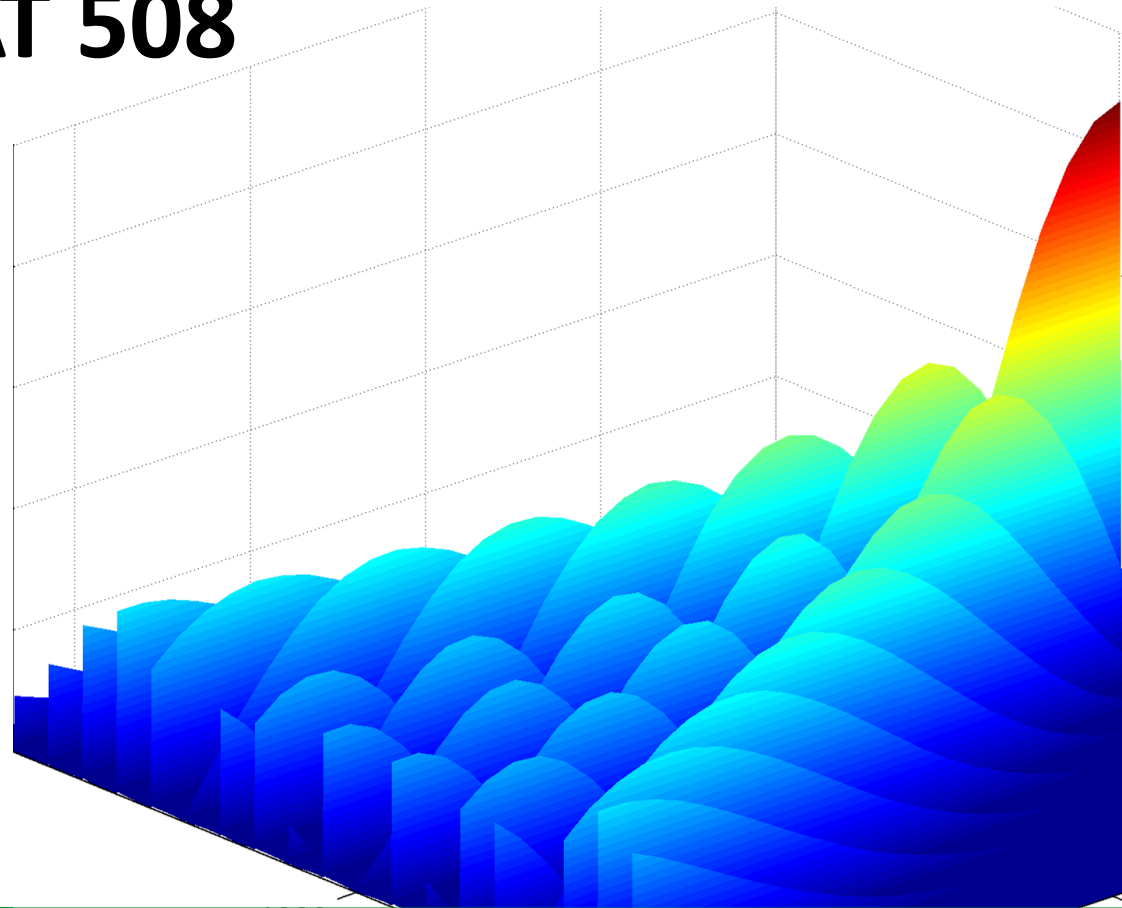
Alcuni software usati per il restauro audio:

- iZotope RX
- Audition
- Wavelab
- Spectral layers
- Audacity (opensource)



Caso di studio

RESTAURO FIAT 508



Il caso di studio

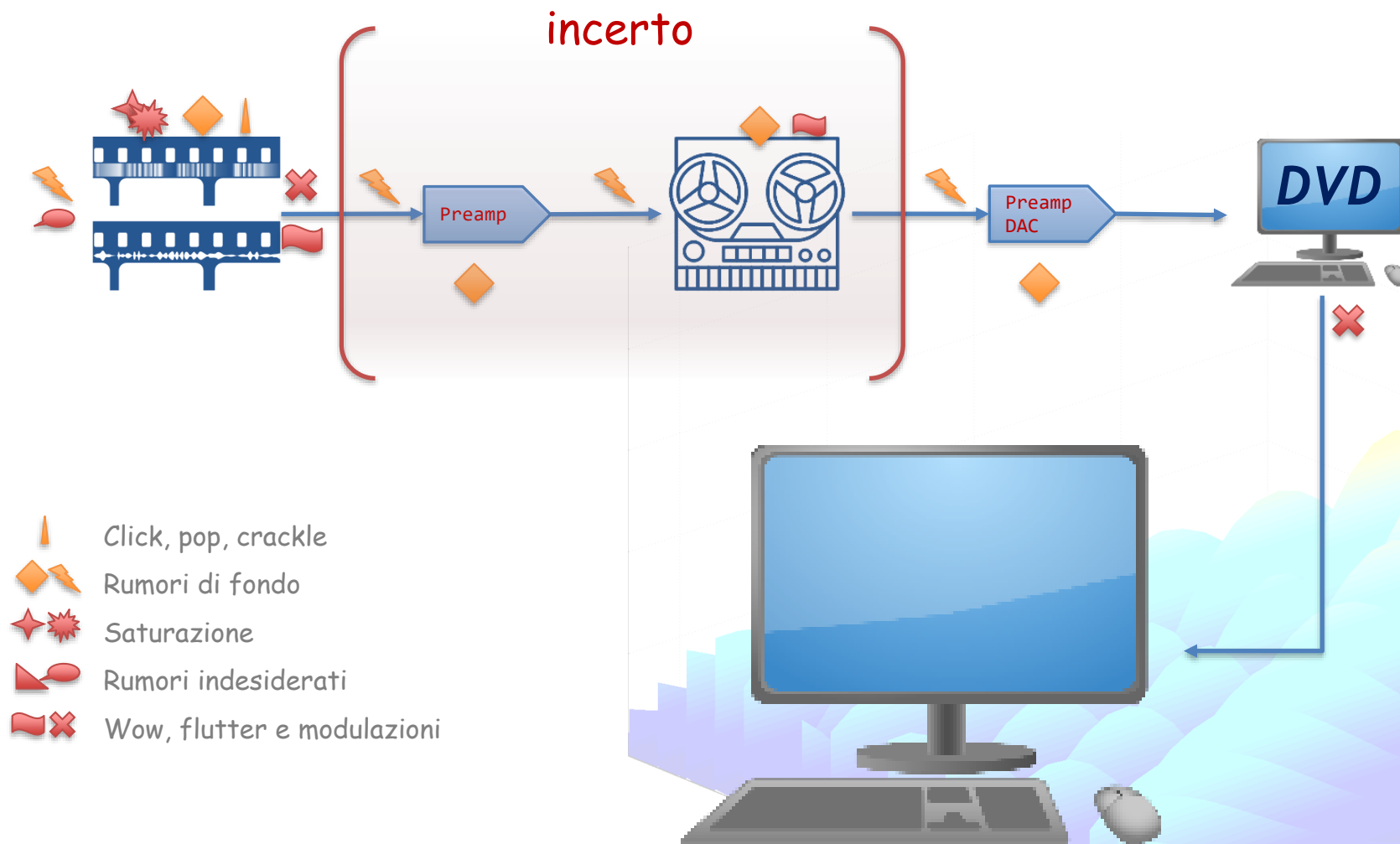
- Soggetto: Spot polacco FIAT 508
- Sorgente: Copia, DVD video (AC3, 48kHz, Mono)
- Tipo di restauro: Conservativo
- Operatrici: Serena Bellotti, Francesca Facchinetti
- Software utilizzato: iZotope RX

La catena di acquisizione

La copia era priva di metadati, si è dovuto evincere da *contenuto e stato* il tipo di catena di acquisizione:

- Il prodotto pubblicizzato è stato commercializzato tra il 1931 e il 1937
- Il video è ricco di graffi
- L'audio presenta una banda ristretta, problemi di pitch e *flutter*




La catena di acquisizione

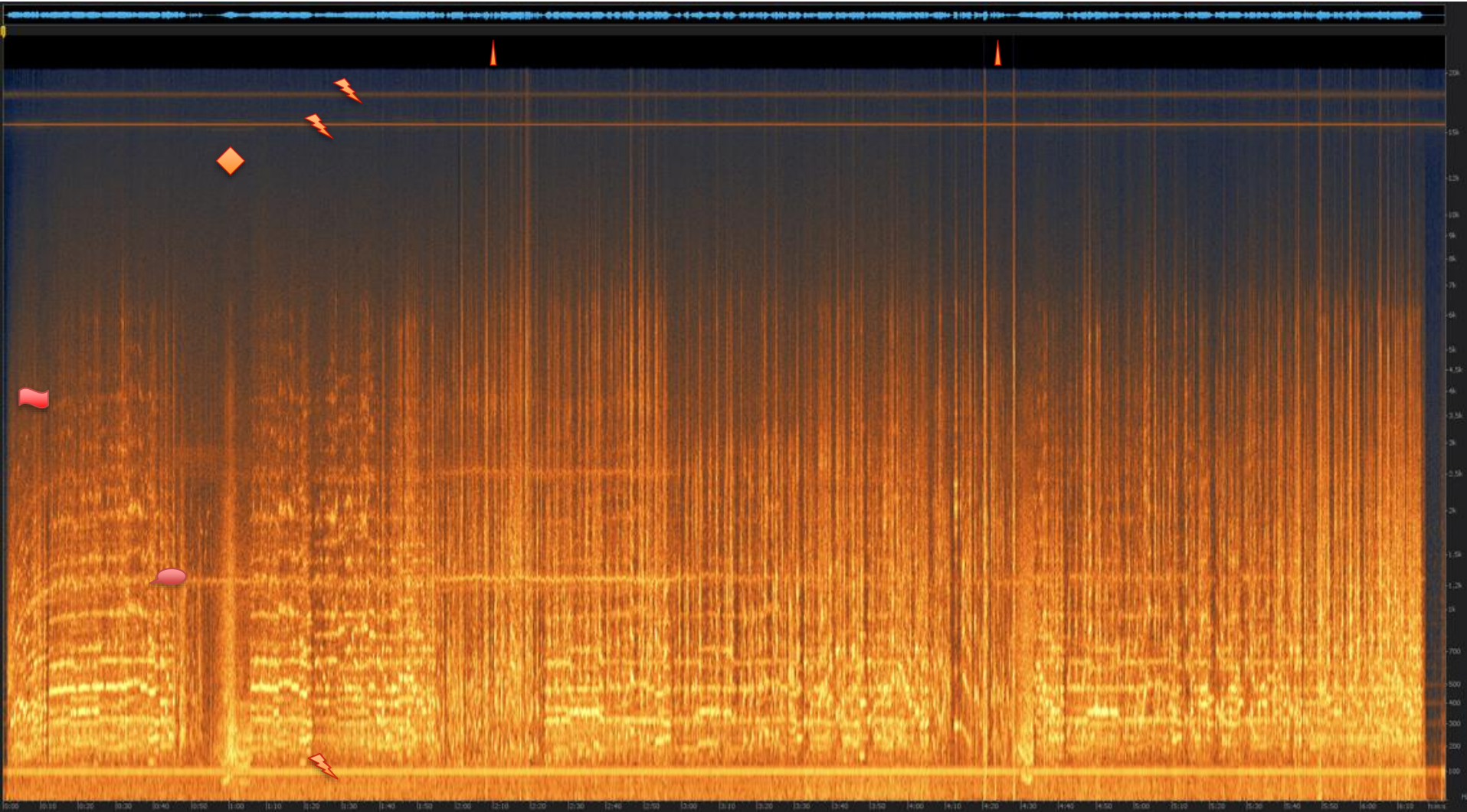


La procedura seguita

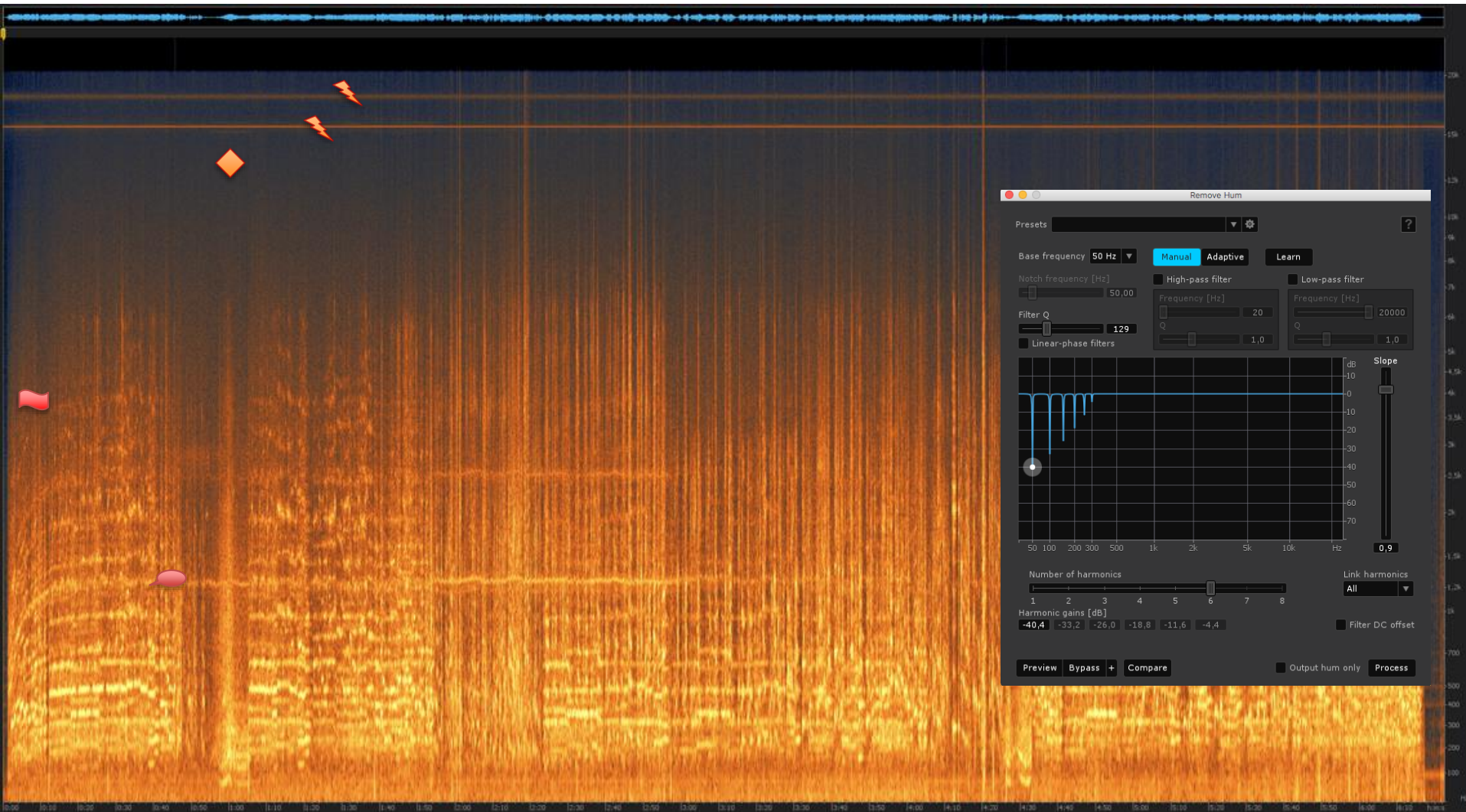
1. Identificazione dei problemi
2. Rimozione di *hum*, *whistle* e disturbi impulsivi
3. Rimozione rumore di fondo
4. Rimozione wow
5. Rimozione rumore fuori dalla banda del supporto
6. Esportazione

Identificazione dei problemi

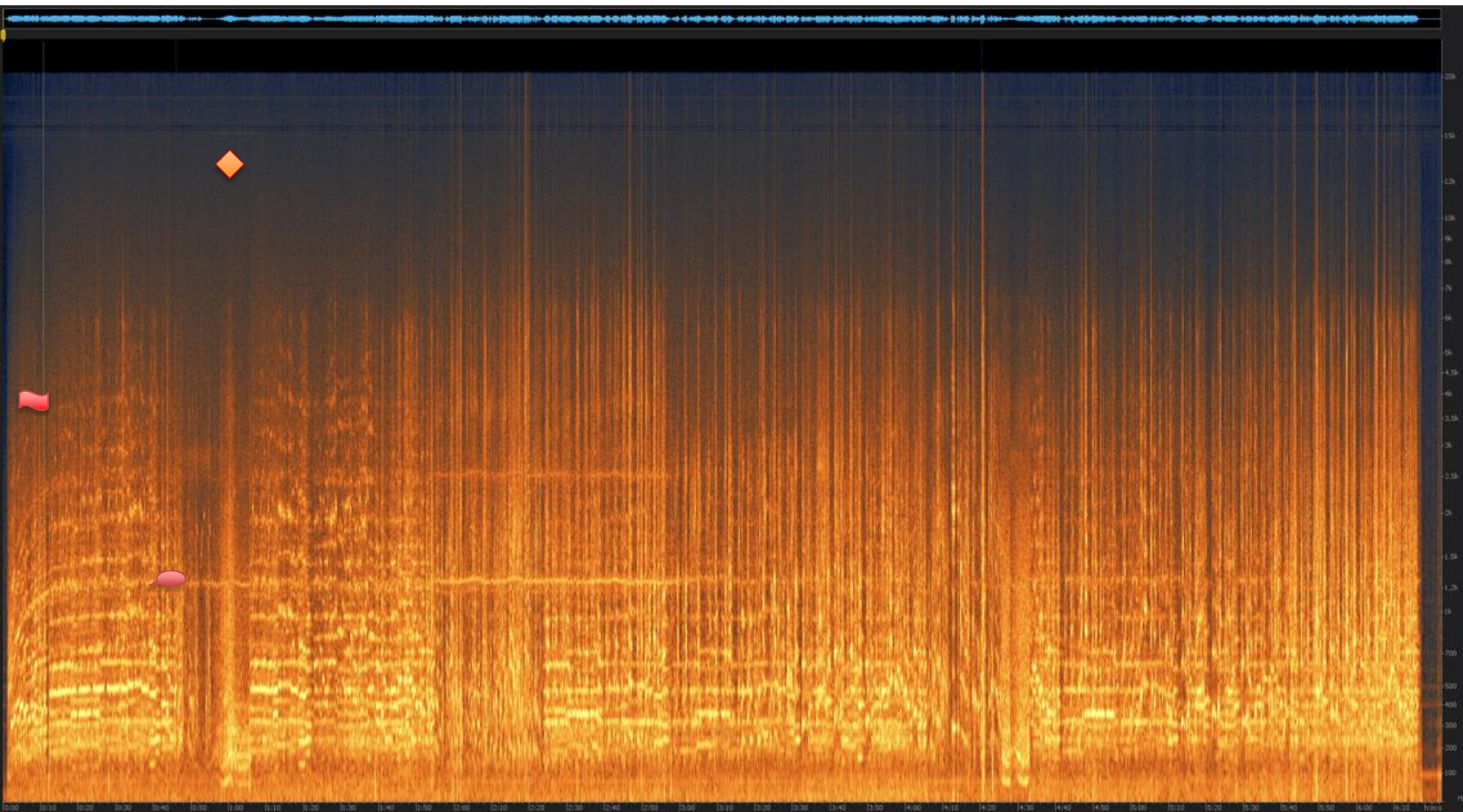
-  Click, pop
-  Rumori di fondo
-  Wow



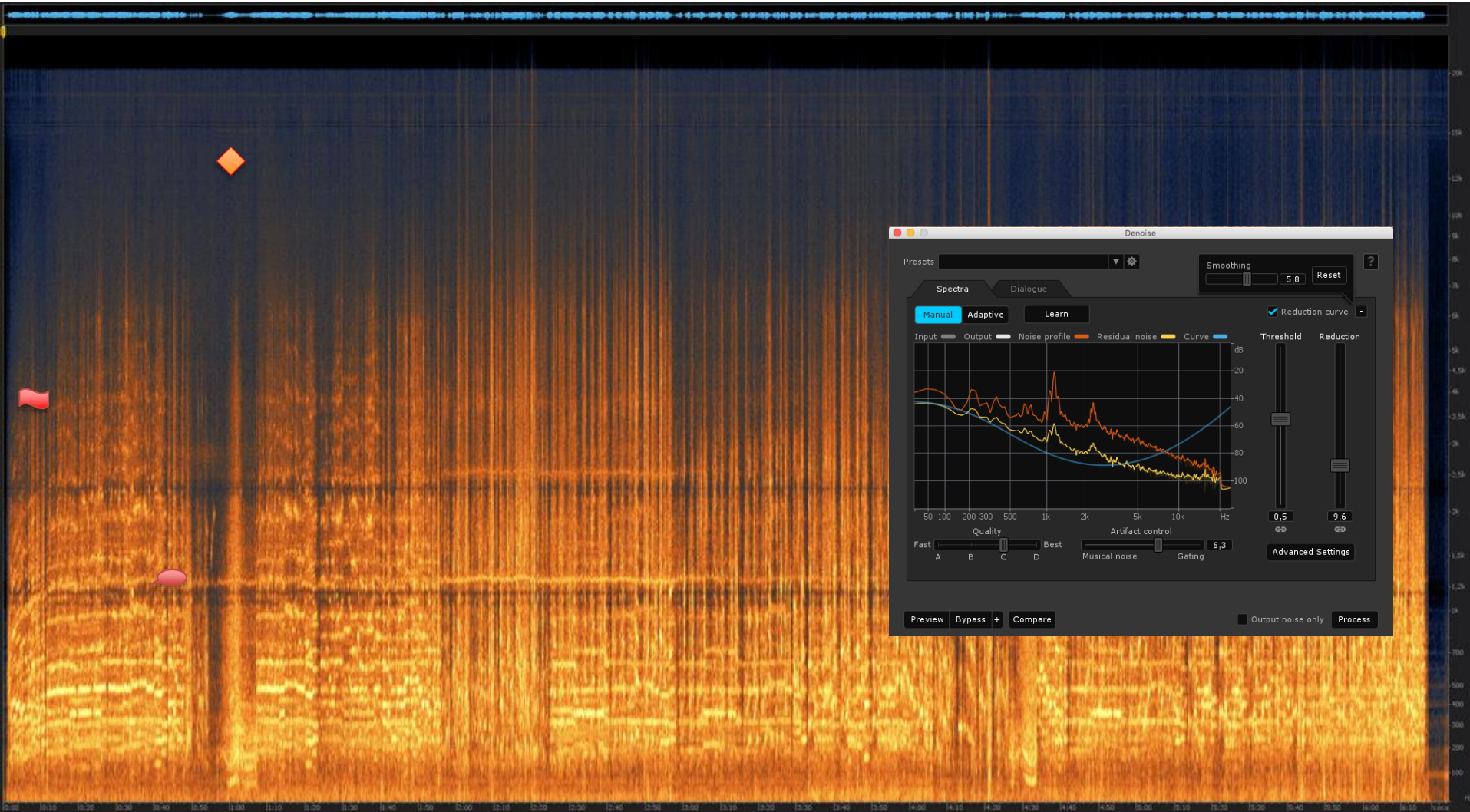
Rimozione hum e click



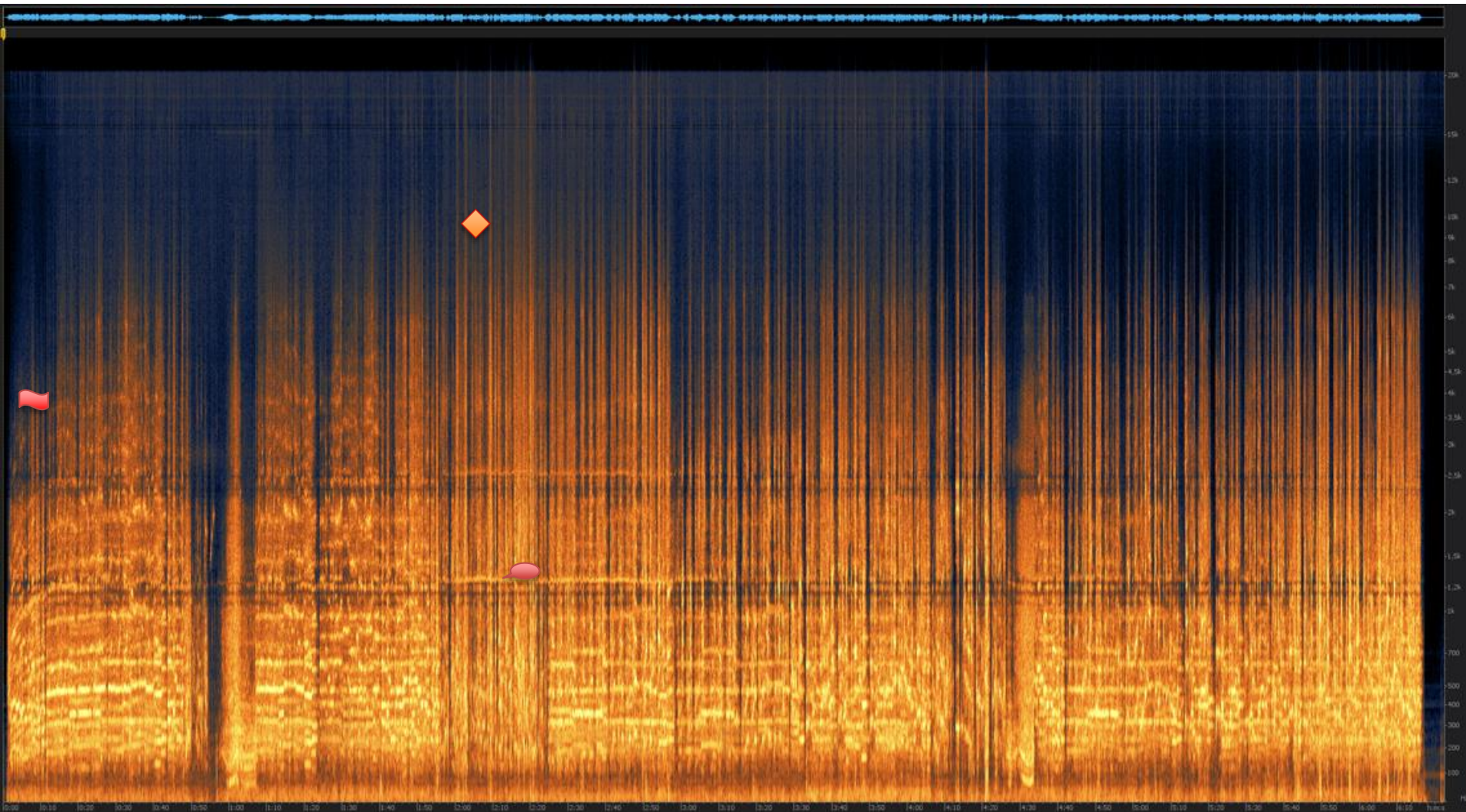
Rimozione whistle



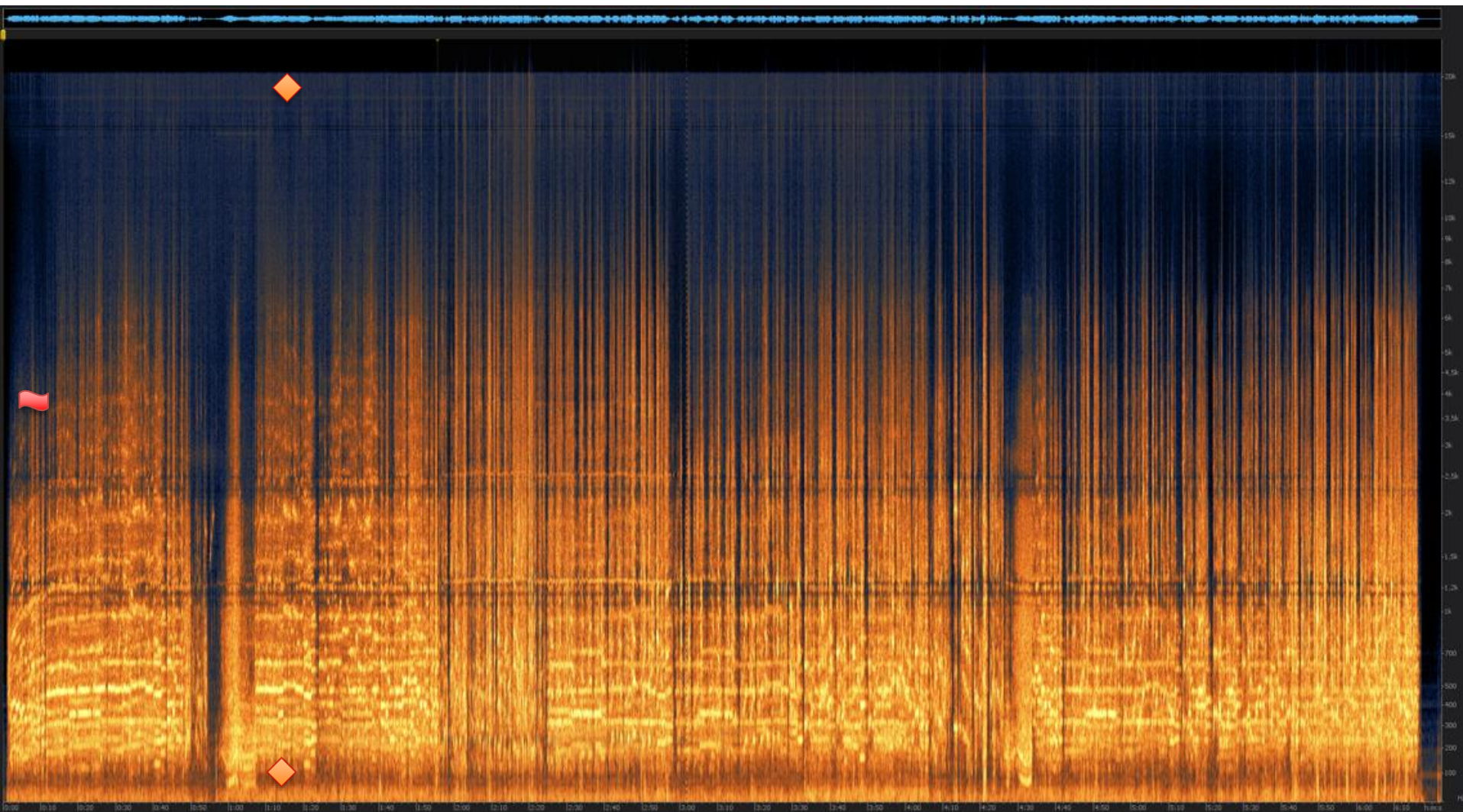
Denoise (1)



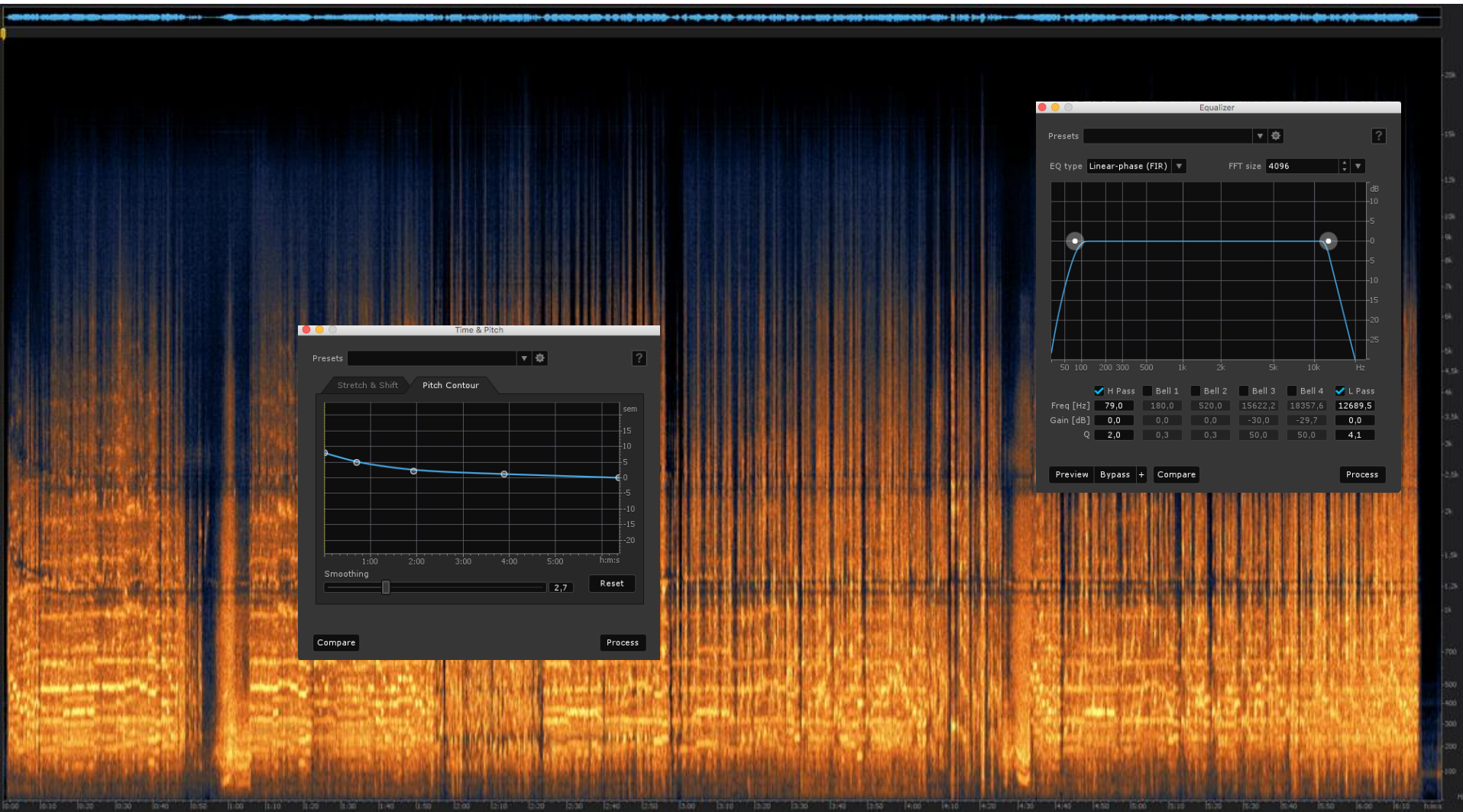
Denoise (2)



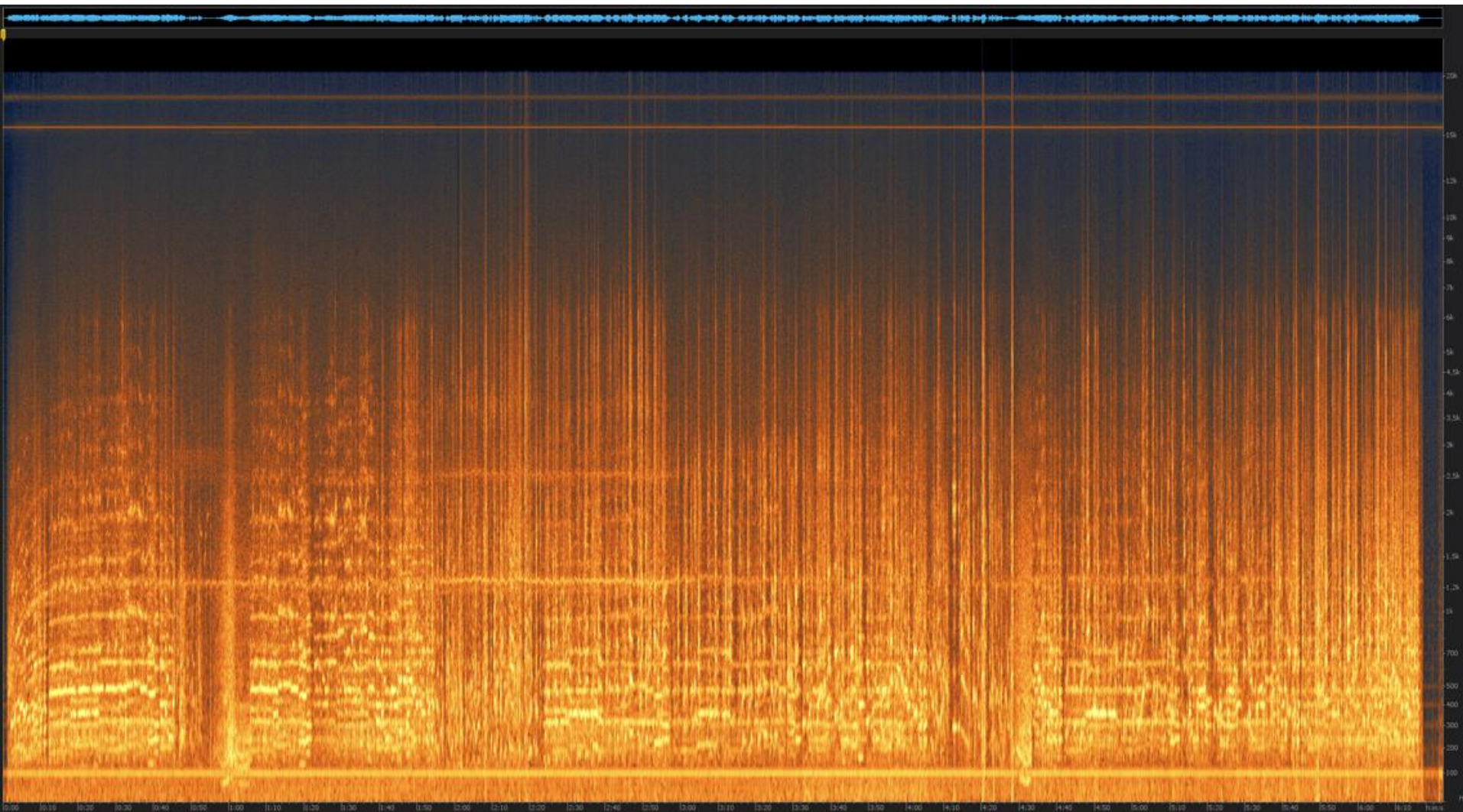
Denoise (3 - frammento)



Filtraggio e rimozione wow



Com'era...



Com'è...

