

# ELABORAZIONE DI DATI ELETTROENCEFALOGRAFICI

Con EEGLab in ambiente MATLAB®



# Obbiettivo

Elaborare la registrazione originale isolando e rimuovendo artefatti (di registrazione e/o fisiologici).

Rappresentare i dati attraverso diagrammi topologici e di spettro per rendere più efficace l'individuazione di componenti di interesse, quale l'attività neuronale.

Lavoro svolto con l'ausilio dello script EEGLab in ambiente MATLAB®.

## Paradigma sperimentale

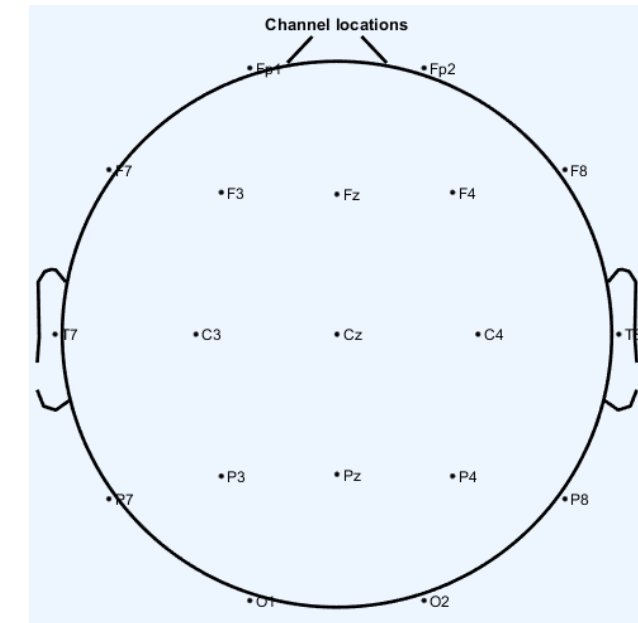
Ad intervalli regolari (20s) il soggetto ha eseguito un task del seguente tipo in modo alternato:

- Tipo 2: Chiusura occhi
- Tipo 4: Apertura occhi

Ogni task é stato eseguito 6 volte per un totale di 12 eventi.

## Registrazione

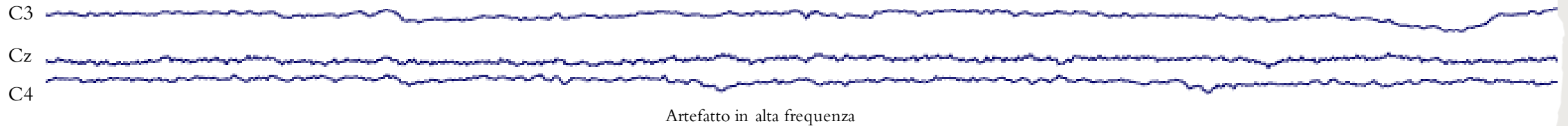
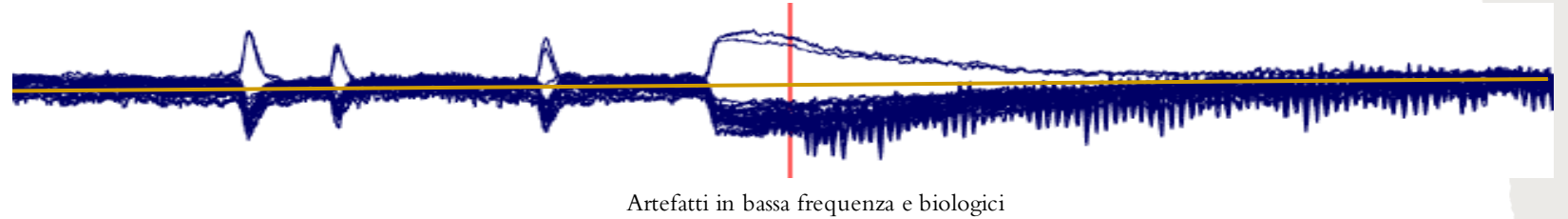
La registrazione (con durata di circa 13 minuti) è stata effettuata con un montage 10-20 a 21 elettrodi (19+REF+GND).



Plot 2D della disposizione degli elettrodi

# Artefatti

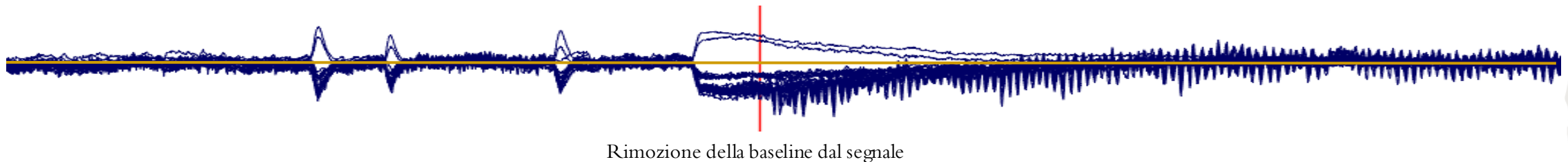
- Di origine biologica:
  - Apertura/chiusura occhi
  - Battito cardiaco
  - Contrazione muscolare
- Di acquisizione:
  - Interferenze di rete elettrica
  - Conduzione elettrica degli elettrodi



## Filtraggio: rimozione baseline

MATLAB: pop\_rmbase

Rimovendo la media di ogni canale dal segnale è possibile rimuovere artefatti presenti durante tutta la registrazione (rumore continuo).

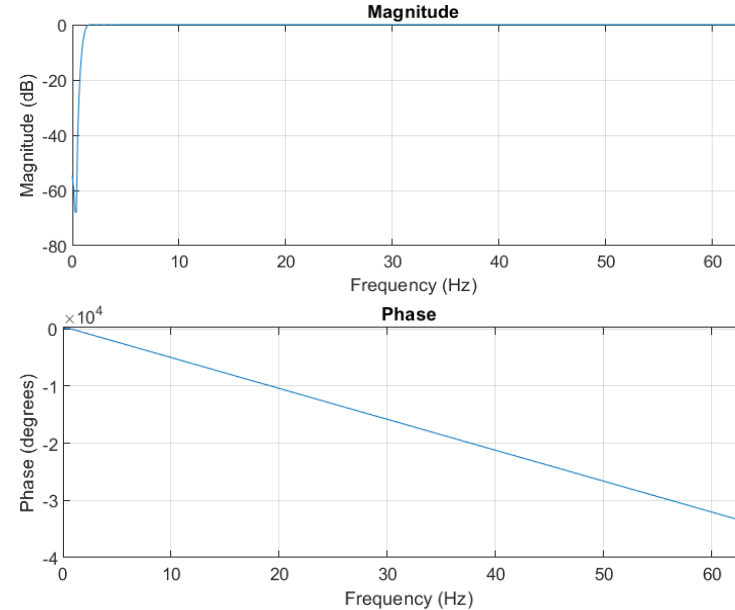


## Filtraggio: passa banda(1-25 Hz)

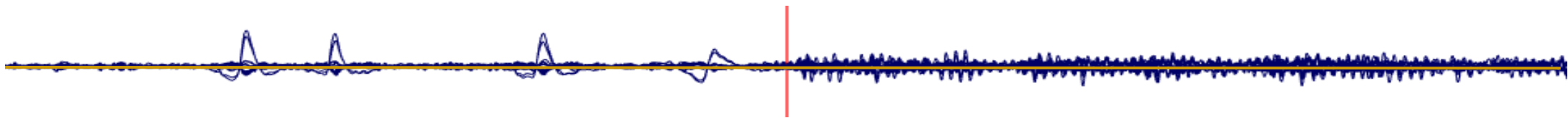
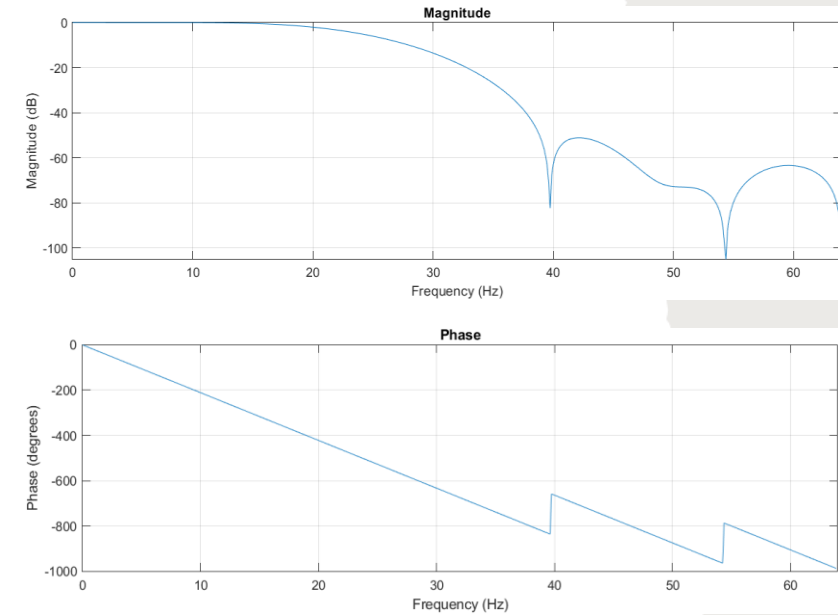
Per ottenere l'ampiezza di banda passante richiesta e utile ai nostri studi applichiamo due filtri FIR, uno passa alto e uno passa basso, rispettivamente a 1 Hz e a 25 Hz.

Questa operazione ci permette di rimuovere artefatti come quello introdotto dalla rete elettrica (60 Hz).

Filtro FIR Passa alto(1 Hz)



Filtro FIR Passa basso(25 Hz)



Segnale filtrato - assenza di artefatto a bassa frequenza



Segnale filtrato - assenza di artefatto da rete elettrica

# Re-referencing

Referenziamo i canali rispetto la media della registrazione (CAR).

Se assumiamo che il cranio umano sia sferico e che la conduzione alla base verso il collo sia nulla possiamo dire che la somma totale delle correnti nel cervello é 0 (dalla legge di Ohm)<sup>[fonte: [EEGLab](#)]</sup>.

Questo ci permette di avere una attività comune ridotta.

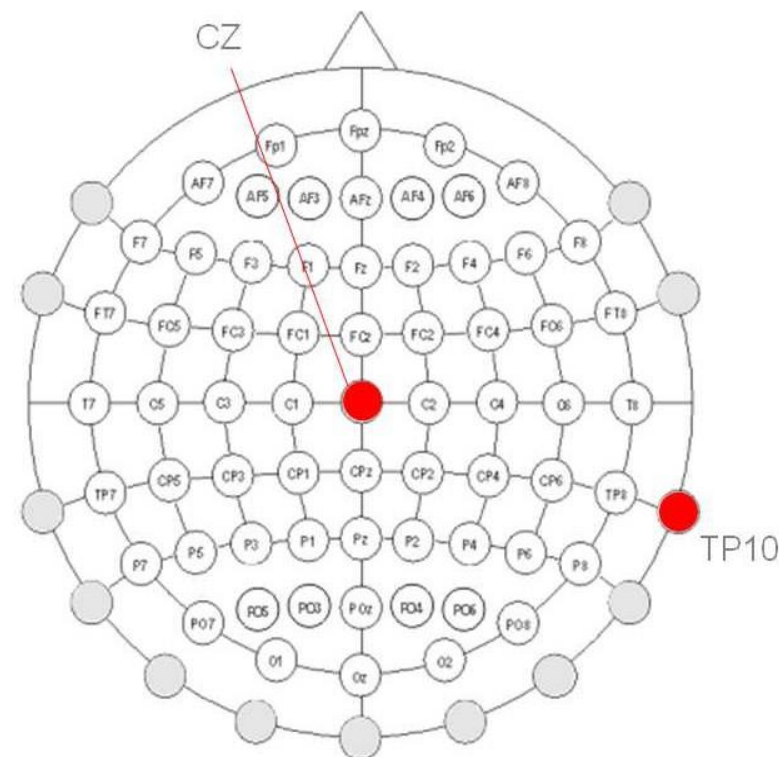
Essendo una trasformazione lineare non ha nessun impatto sulla decomposizione ICA.

## Interpolazioni dei canali

Interpolando i canali corrotti possiamo ottenere una approssimazione della loro effettiva attività.

Nel nostro caso nessun canale presenta artefatti che possono essere interpretati come tali.

MATLAB: pop\_reref



Tipici elettrodi per il re-referencing  
fonte: [EEGLab](#)

MATLAB: pop\_interp

# Decomposizione ICA (FastICA)

MATLAB: pop\_runica

Assumendo che le sorgenti siano statisticamente indipendenti e con distribuzione non gaussiana, scomponiamo il segnale nelle sue componenti indipendenti quindi selezioniamo visivamente quelle che possono essere ricondotte ad un artefatto.

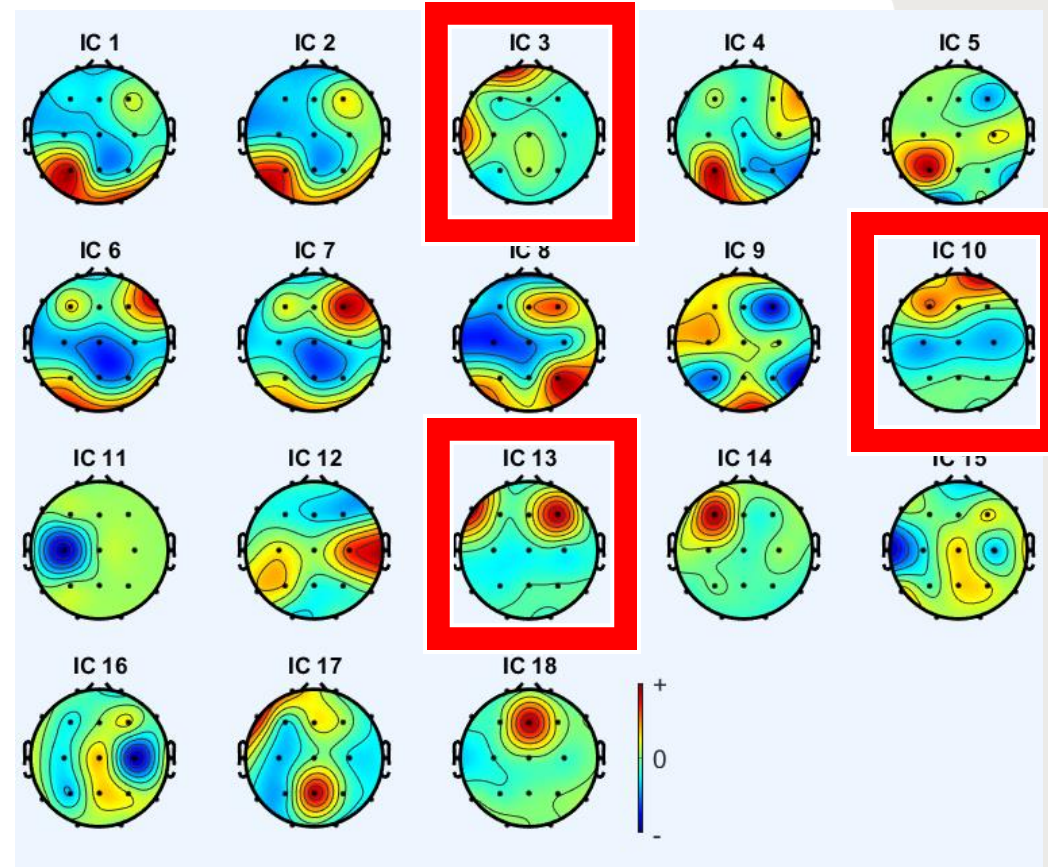
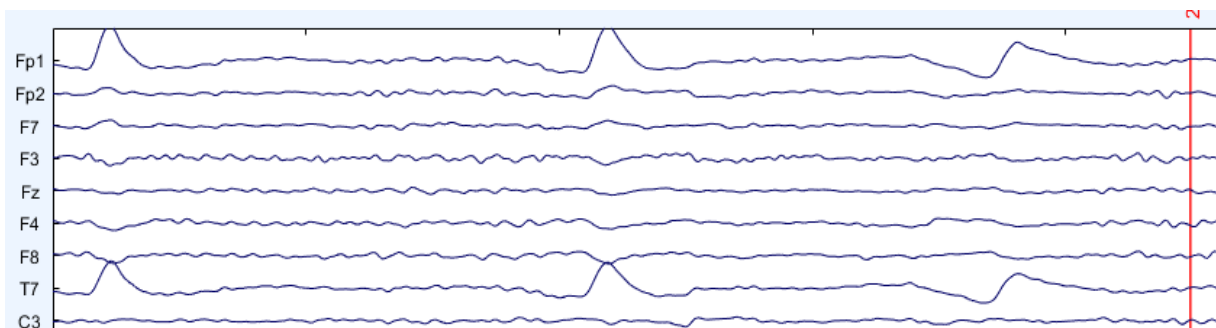


## Denoising

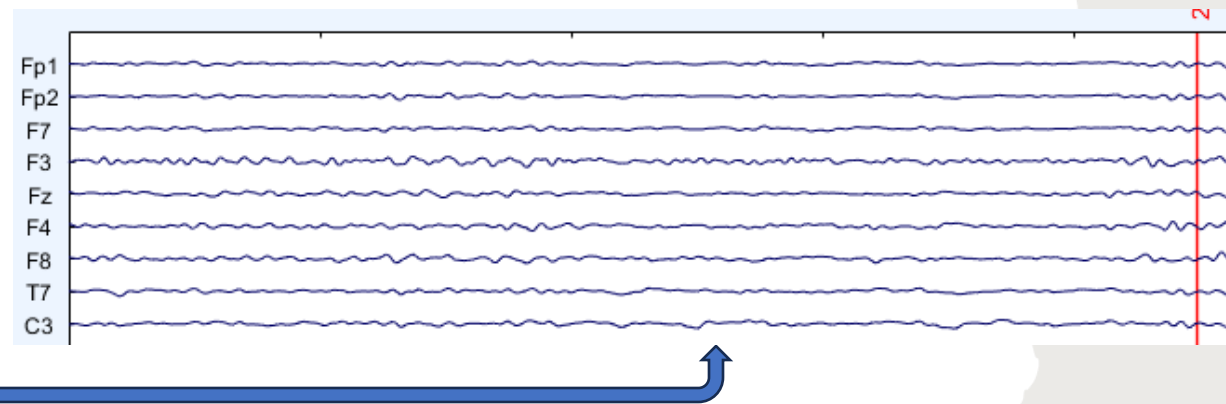
MATLAB: pop\_subcomp

Non agendo sulla banda del segnale siamo in grado di rimuovere artefatti che appartengono alla banda di frequenze che stiamo considerando. Le componenti 3 e 10 sono riconducibili allo sbattere degli occhi, la componente 13 al battito cardiaco.

Rimuovendo le due componenti e confrontando i diagrammi si può notare la congruenza con gli artefatti registrati e le componenti rimosse.



Rappresentazione delle componenti estratte





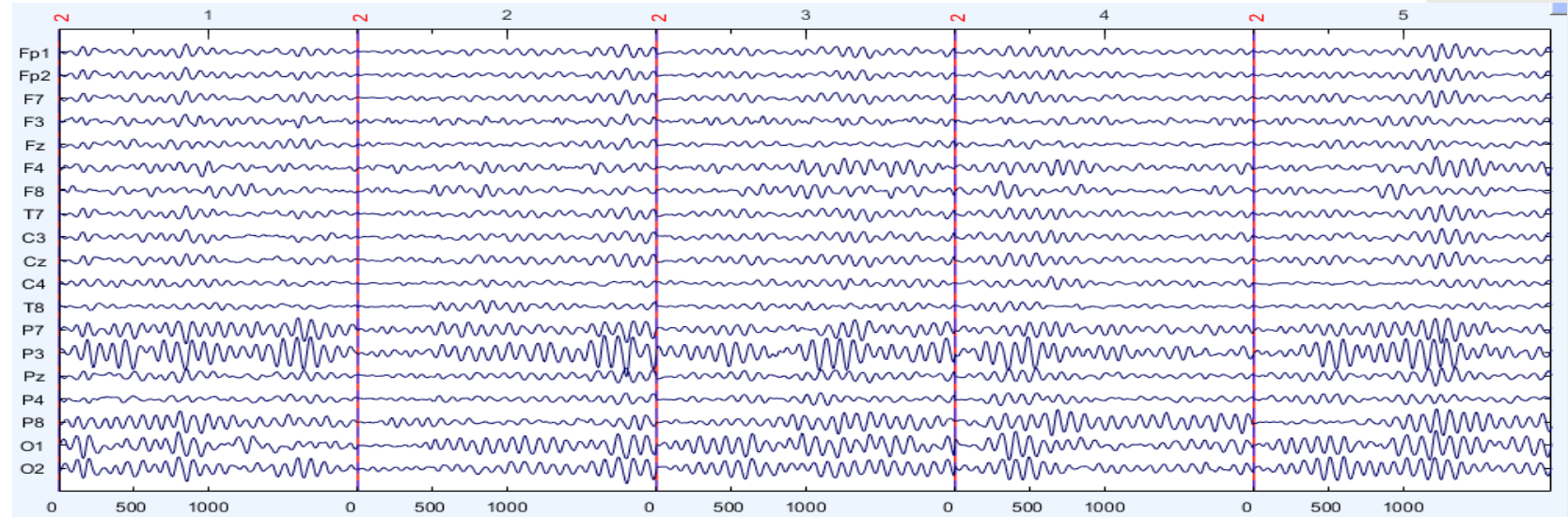
# Estrazione epoche

Le epoche (estratte per ogni tipo) hanno intervallo di 2s (da 0 a 2s dall'evento target).

Questo tipo di diagramma permette di riconoscere dei pattern nelle risposte allo stesso tipo di evento.

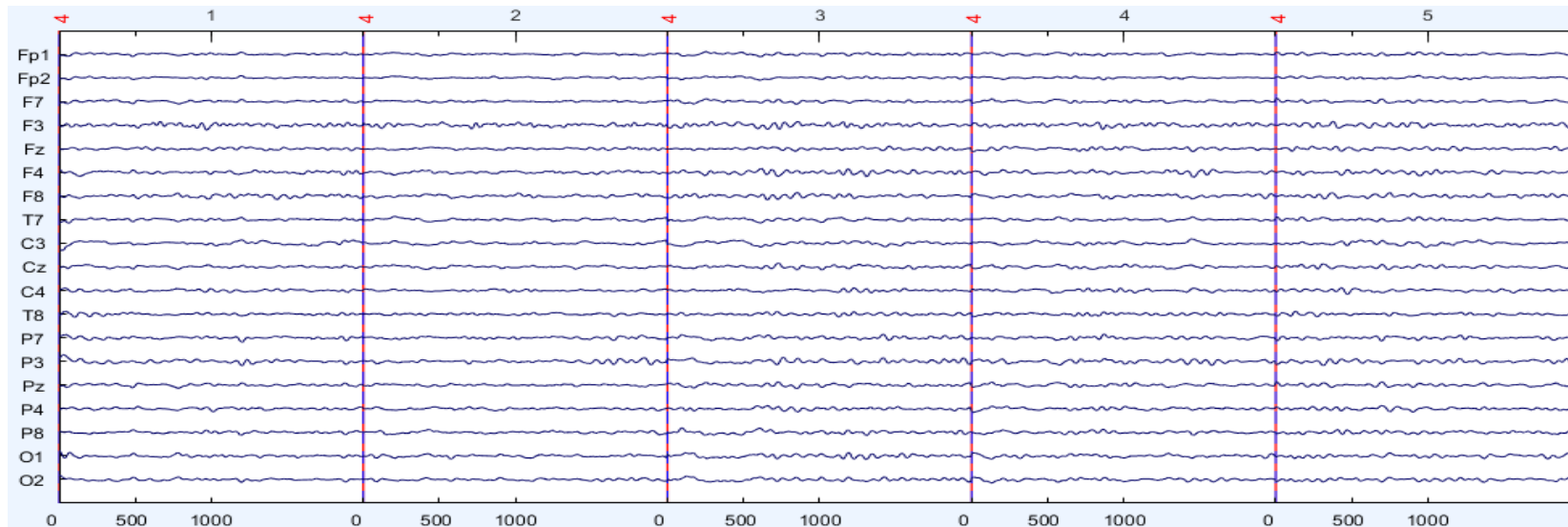
MATLAB: pop\_epoch

Attivazione delle aree parietali e occipitali – tipo 2(occhi chiusi)



7

Scala: 96



Attività in stato di riposo – tipo 4(occhi aperti)

Scala: 96

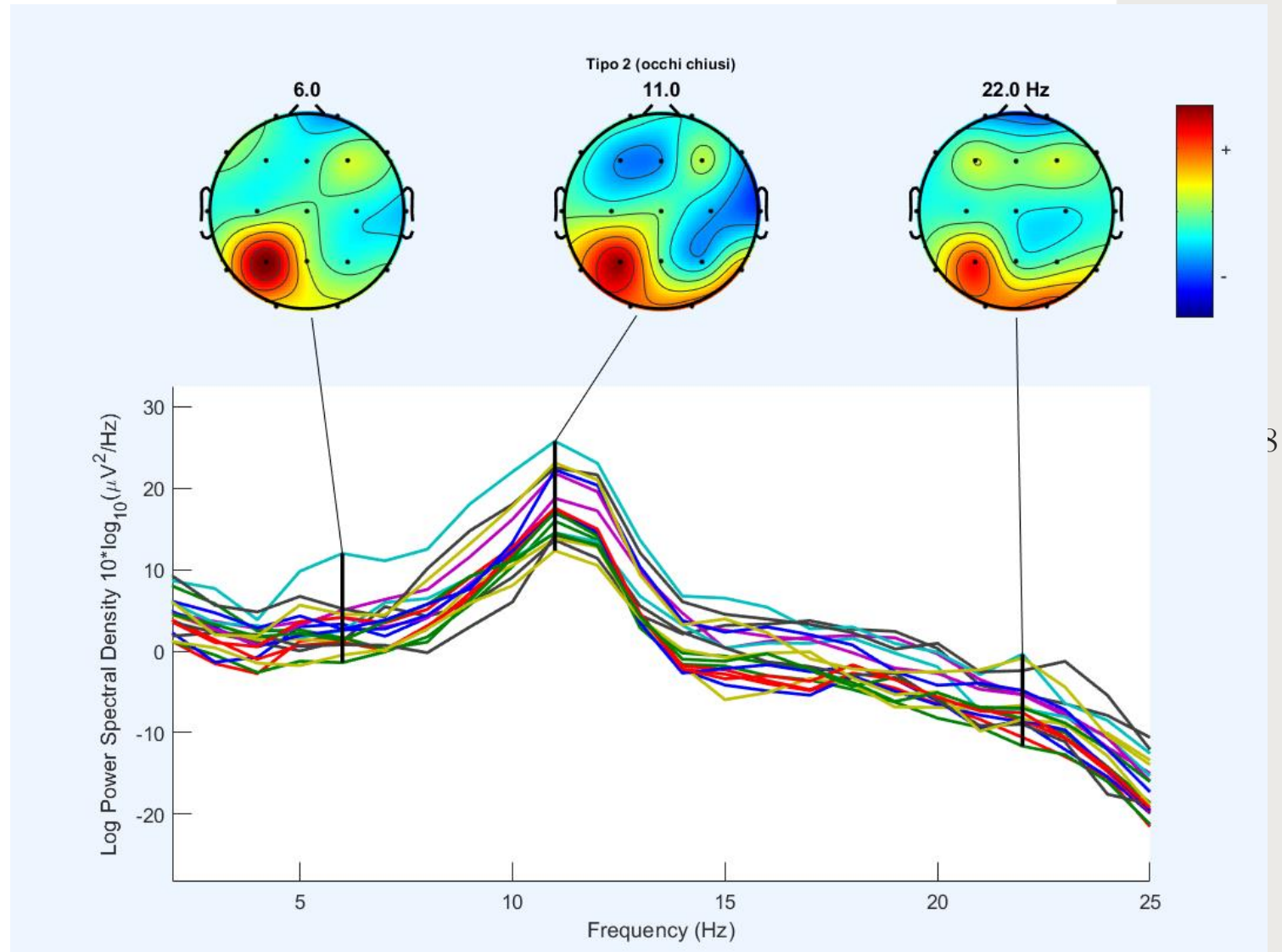
## Mapping topologico – Tipo 2(occhi chiusi)

L'attività in banda theta è ben localizzata nella regione parietale sinistra con una forte componente sull'elettrodo P3.

L'attività in banda alpha è localizzata nel lobo parietale e occipitale con una forte componente sempre sull'elettrodo P3. Questa attività è riconducibile allo stato del soggetto (occhi chiusi).

L'attività in banda beta è ben localizzata nella regione parietale sinistra.

MATLAB: pop\_spectopo





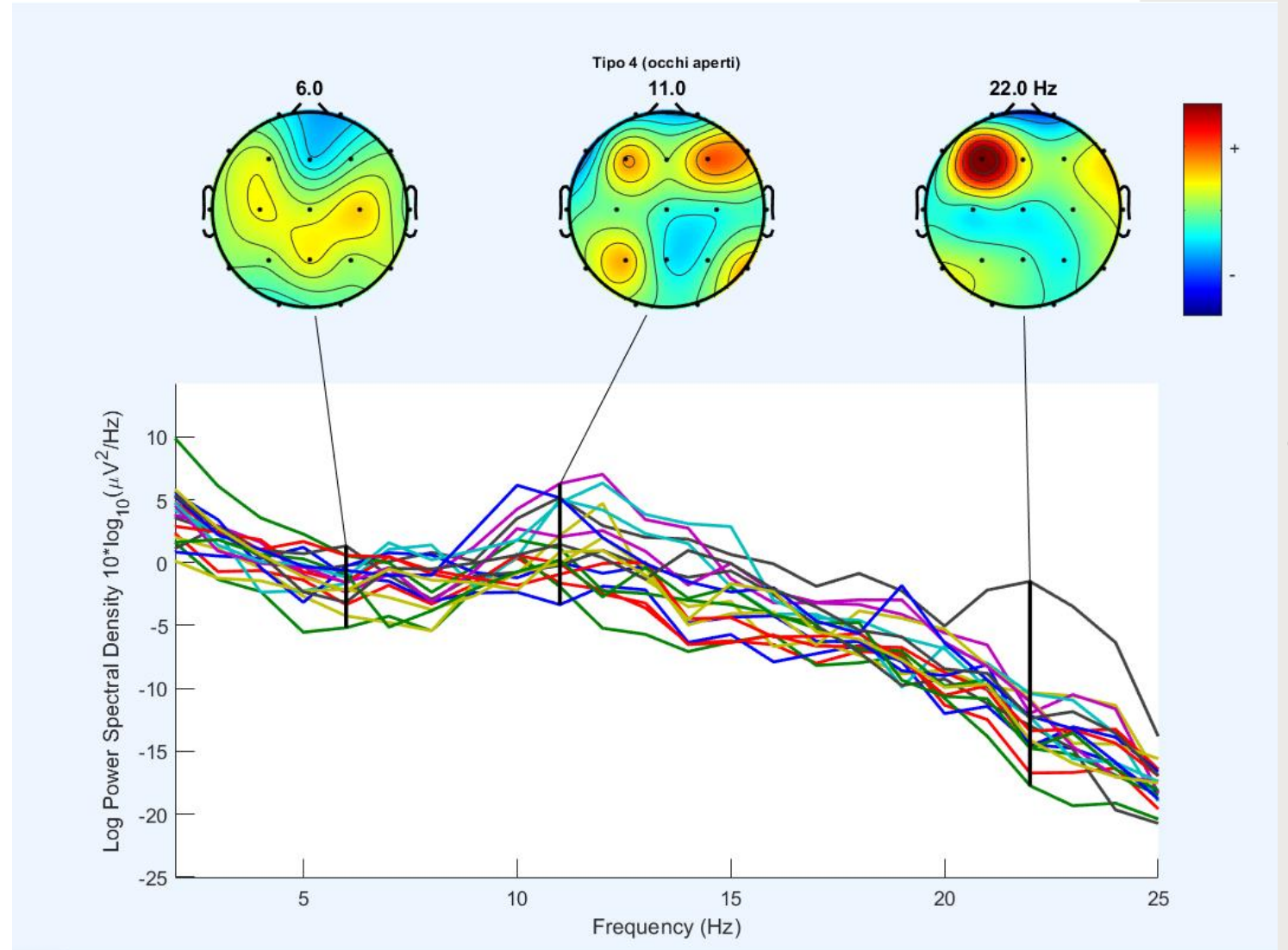
## Mapping topologico – Tipo 4(occhi aperti)

L'attività in banda theta non è ben localizzata e diffusa sull'area frontale/parietale.

L'attività in banda alpha è localizzata nel lobo frontale (sia destro che sinistro) con una componente in area parietale/temporale.

L'attività in banda beta è ben localizzata nel lobo frontale sinistro con una componente molto ben definita sul canale F3. Questo comportamento è visibile anche sul diagramma delle epoche di tipo 4 ricavato in precedenza.

MATLAB: pop\_spectopo



# Conclusioni

Partendo da una registrazione di un EEG abbiamo ricostruito il segnale di origine che ci ha permesso di ricavare importanti informazioni sull'attività cerebrale del soggetto nei due stati.

Nella fase di pre-processing abbiamo re-referenziato, interpolato e filtrato il segnale, sia attraverso filtri numerici (FIR passa basso e passa alto) sia con la rimozione delle componenti indipendenti attraverso la decomposizione ICA e individuazione delle componenti riconducibili ad artefatti.

Abbiamo quindi estratto le epoche per permettere il riconoscimento del pattern di attivazione in area occipitale/parietale durante la fase a occhi chiusi.

Infine le mappe topologiche dei due tipi di epoche ci hanno permesso di localizzare in modo più immediato la componente principale di ogni banda.

[Repository](#) del progetto  
Script MATLAB del progetto: [progetto.m](#)

