



Formati Audio

Parte 1

Prof. Filippo Milotta
milotta@dmi.unict.it



Standard MPEG

- **MPEG:** *Motion Picture-Coding Experts Group*
- Avviato nel 1988 dalla **ISO / IEC**
 - Standard di:
 - Compressione, Decompressione, Elaborazione, Codifica
 - Per video, audio e contenuto multimediale



MPEG-1 (1992)

- 300 kbps per audio stereofonico (1-2 canali)
- Tasso di campionamento: 33, 44.1, 48 kHz
- Compressione con bit-rate da 32 a 224 kbps
 - Bit-rate = 192 kbps per una buona qualità
- Tre *Livelli* di compressione:
 - Layer I : b.r.>128 kbps
 - Layer II : b.r.=128 kbps
 - Layer III : b.r.=64 kbps



MPEG-2 (1994)

- B.r.=6 Mbps
- Audio con canali surround
 - 5: Sinistro, centrale, destro, sx-dx surround
 - .1: Subwoofer per le basse frequenze
- **MPEG-3**
 - Pensato per la TV-HD, è stato assorbito nel 2



Altre versioni di MPEG

■ MPEG-4 (1999)

- L'audio è composto da diversi oggetti indipendenti

■ MPEG-7 (2001)

- Standard per la ricerca, il filtraggio e la gestione delle informazioni (e non della codifica, come i precedenti)
- Usa XML
- Insieme a MPEG-4 viene spesso denominato **MPEG-47** per codifica e descrizione



Altre versioni di MPEG

■ MPEG-21 (2001)

- Standard per la definizione di un framework per lo sviluppo di applicazioni multimediali
- Definisce la tecnologia per lo scambio, il consumo e il commercio degli elementi digitali

■ MPEG-D (2007)

- *Parte 1: MPEG Surround*
- *Parte 2: Spatial Audio Object Coding*
- *Parte 3: Unified Speech and Audio Coding*



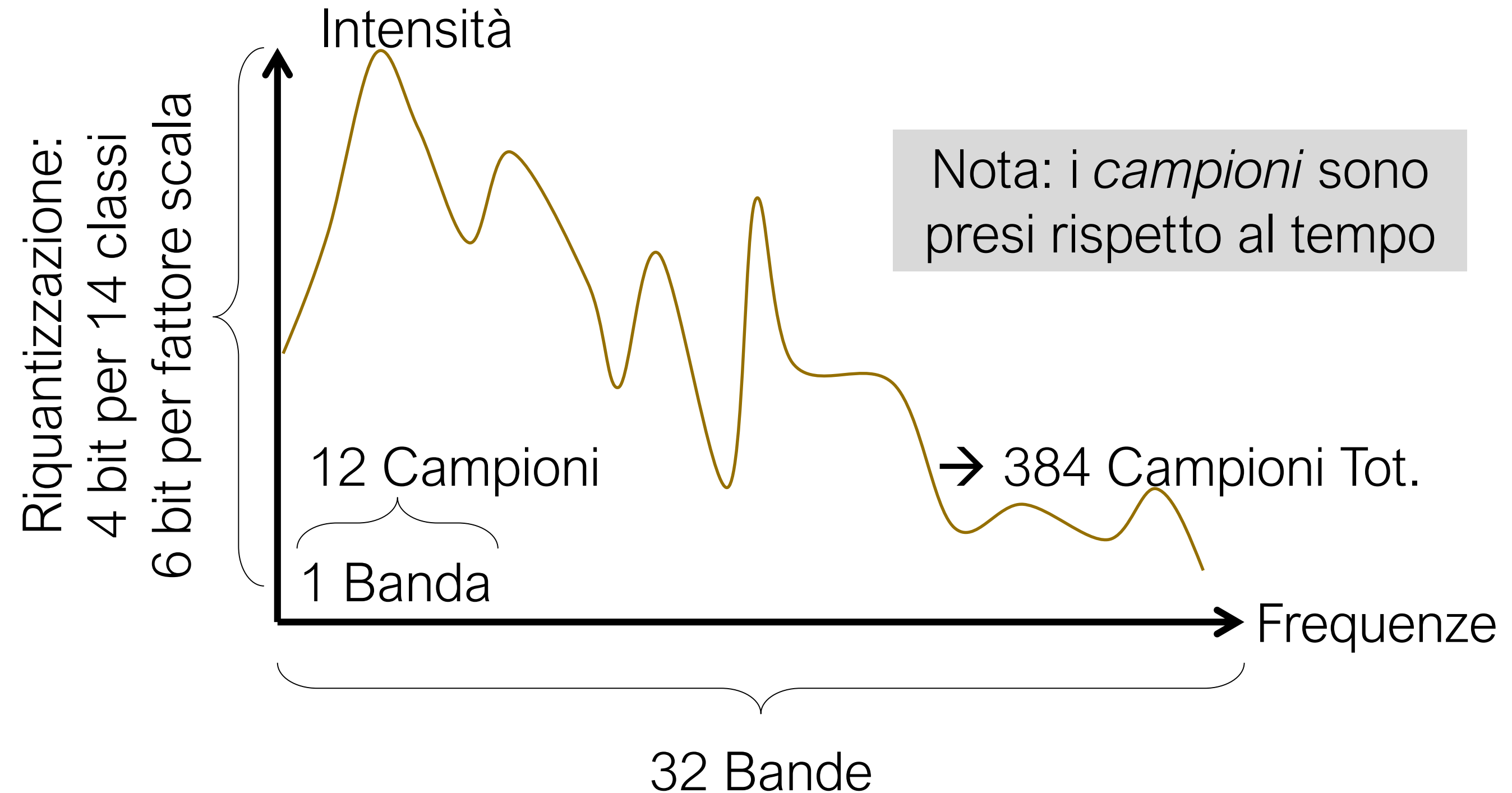
Proprietà delle codifiche

- Retrocompatibilità
- Libertà nella implementazione:
 - Obbligatori (***Normativa***)
 - Formato dell'audio compresso
 - Algoritmo di decodifica
 - Liberi (***Informativa***)
 - Algoritmo di compressione
 - Chi usa l'algoritmo di compressione sviluppato originariamente per MPEG dall'istituto Fraunhofer deve pagare una royalty



MPEG-1 | Layer I (MP1)

Filtri Polifase





MPEG-1 | Layer I (MP1)

1. Divisione delle frequenze in 32 bande

- *Nota: Le bande sono uguali, a differenza delle bande critiche*
- Campionamento a 48kHz
- Nyquist: 24kHz
- $\text{Banda} = 24\text{k} / 32 = 750\text{Hz}$

2. 12 campioni per banda (sotto-bande)

- 6 bit: ogni campione è normalizzato rispetto al picco della intera banda (fattore di scala fissato) – Effetto Compansion [**Ripasso!**]
- 4 bit: 14 classi di ri-quantizzazione uniforme



MPEG-1 | Layer I (MP1)

| Header | CRC | Allocazione Bit | Fattori di Scala | Campioni per Sottobanda | Dati Aux |
|-----------|-----------|-----------------|------------------|-------------------------|-----------|
| variabile | variabile | 32 x 4 bit | 32 x 6 bit | 32 x 12 (=384) | variabile |

- I filtri adiacenti sul banco soffrono di sovrapposizione delle bande in modo significativo
 - Il segnale viene anche analizzato mediante una FFT (con finestra a 512 punti)
- In fase di decoding: si applica il banco di filtri in modalità di sintesi con codifica PCM



MPEG-1 | Layer II (MP2)

- Miglioramenti al Layer I:
 - Tassi di campionamento: 32/44.1/48 → 16/22.05/24 kHz
 - La risoluzione della FFT: 512 → 1024 punti
 - Blocchi più grandi: 384 → 1152 (=3 blocchi MP1)
 - 3 categorie di classi di riquantizzazione:
 - Frequenza bassa: 15 classi (4 bit)
 - Frequenza media: 7 classi (3 bit)
 - Frequenza alta: 3 classi (2 bit)
 - Si può usare un solo fattore di scala per categoria di classe di riquantizzazione



MPEG-1 | Layer III (MP3)

- Miglioramenti al Layer II:
 - Trasformata Discreta del Coseno Modificata (MDCT): permette un partizionamento delle frequenze simile a quello delle bande critiche
 - Quantizzazione non-uniforme
 - Codifiche μ -Law e A-Law
 - Fattori di scala applicabili anche alle sotto-bande
 - Codifica di Huffman
 - A causa della codifica a lunghezza variabile, è necessario un pattern di sincronizzazione temporizzato
 - B.r. variabile fra i blocchi (encoder complessi)



Prestazioni di MP3

| Qualità | Compressione | Bandwidth | Canale | Bit-Rate |
|------------|--------------|-----------|--------|----------|
| Telefonica | 96:1 | 2.5 kHz | mono | 8 kbps |
| > Radio AM | 24:1 | 7.5 kHz | mono | 32 kbps |
| Radio FM | 24:1 | 11 kHz | stereo | 64 kbps |
| Quasi CD | 16:1 | 15 kHz | stereo | 96 kbps |
| CD | 12:1 | >15 kHz | stereo | 128 kbps |



Formati Audio Avanzati

- **AAC: Advanced Audio Coding**
 - Incluso in MPEG-4
 - Supporta fino a 48 canali audio (contro i 2 di MP3)
 - Un B.R.=128 kbps in AAC è comparabile a un B.R.=192 kbps in MP3

- **Dolby AC-3 (Audio Coding)**
 - Compressione di tipo percettivo



Formati Audio Avanzati

■ **WMA: Windows Media Audio**

- ❑ Formato proprietario di Microsoft (blackbox)
- ❑ Prestazioni migliori di MP3
- ❑ Buone prestazioni sulla musica ma non sulla voce

■ **FLAC: Free Lossless Audio Codec**

- ❑ Compressione lossless (~50%)
- ❑ Confrontato con ZIP (~10-20%), è ottimizzato per la compressione della voce



FFmpeg

- Uno strumento utilissimo:
 - <https://www.ffmpeg.org/>

