



# Formati Audio

## Parte 1

---

Prof. Filippo Milotta  
[milotta@dmi.unict.it](mailto: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

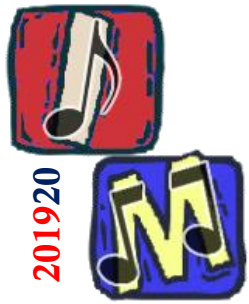
## ■ MPEG-D (2007)

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



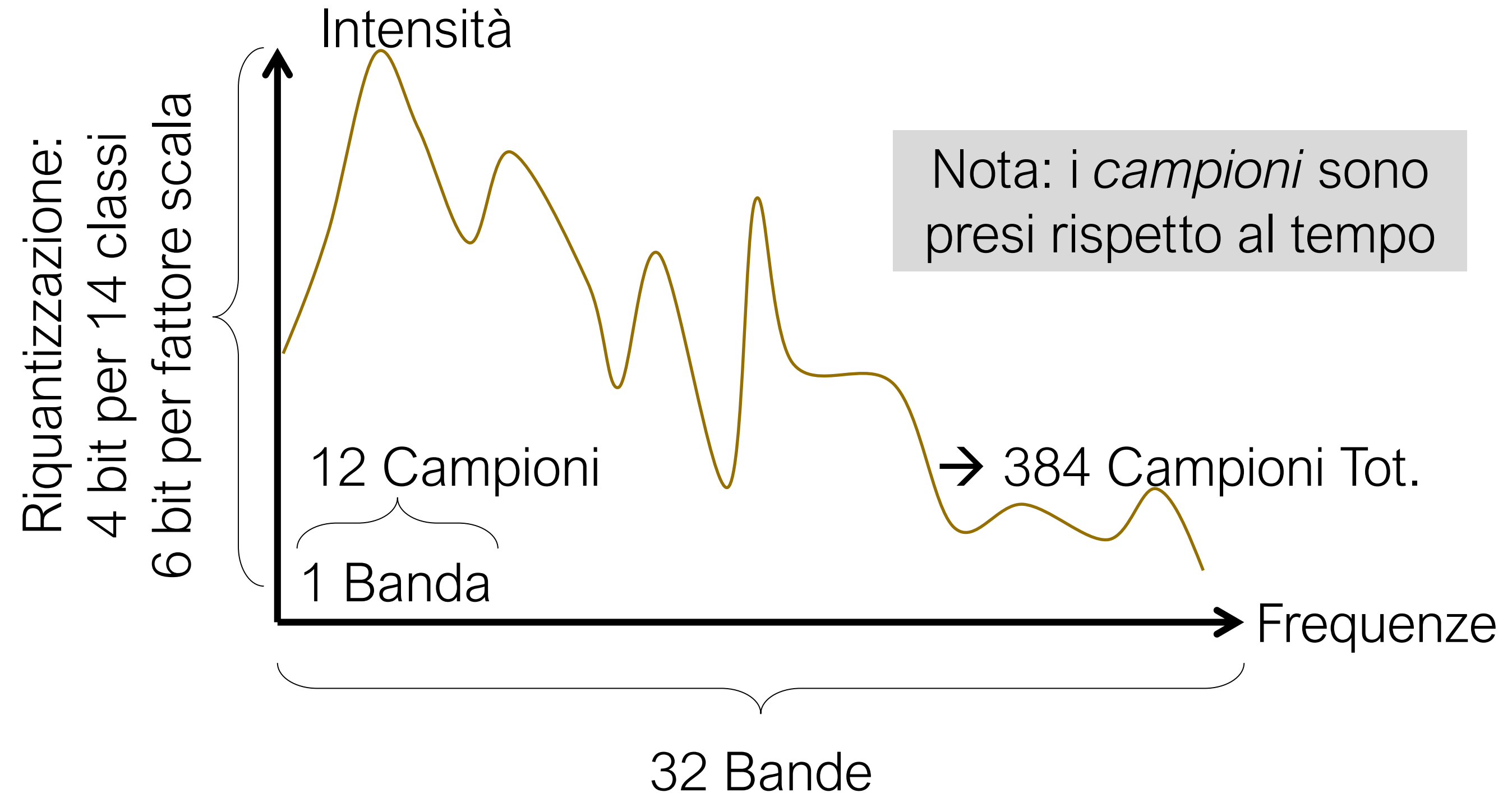
# Proprietà delle codifiche

- Retrocompatibilità
- Libertà nella implementazione:
  - Obbligatorie (***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



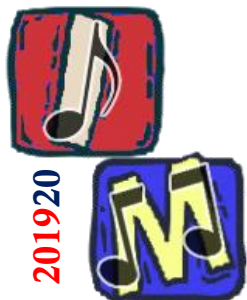
# MPEG-1 | Layer II (MP2)

- 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 più di un fattore di scala per banda (uno 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  $\mu$ -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/>

