

## 7 I formati nella Biblioteca Digitale

Ognuno dei sottoprodotti del processo di digitalizzazione ha un formato che meglio degli altri si adatta alla sua rappresentazione. Pertanto il problema della determinazione dei formati più adatti da impiegare nella creazione di una BD, va di pari passo con le fasi della digitalizzazione descritte in figura 6.1 e con le finalità del output digitale. Ci saranno infatti formati adatti a rappresentare testi, oppure immagini ad alta risoluzione, oppure ancora immagini per la fruizione remota ma non per la conservazione con la massima accuratezza. Scopo dei seguenti paragrafi è appunto quello di passare in rassegna i diversi formati fornendo l'indicazione del loro utilizzo più adeguato.

Prima di passare alla discussione dei dettagli non si può prescindere da un elemento comune ai vari formati, che assume un'importanza vitale soprattutto nel caso delle immagini, cioè la capacità o meno di comprimere i dati, ed il relativo livello di compressione.

### 7.1 Modalità di compressione dati

Gli aspetti importanti nella compressione dati sono principalmente due: di quanto si può ridurre la dimensione di un file (livello di compressione); quanto è importante che il dato decompresso sia esattamente identico a quello prima della compressione.

I diversi metodi di compressione dati differiscono infatti a seconda di quanto si privilegia il livello di compressione rispetto alla verosimiglianza del dato decompresso. Sulla base di questa distinzione si può fare una prima suddivisione tra due grandi categorie di tecniche di compressione dati: senza perdita (lossless) o con perdita (lossy).

#### 7.1.1 Compressione senza perdita (Lossless)

La compressione senza perdita è quella per cui il dato ottenuto dalla decompressione risulta esattamente identico al dato di partenza. Il fattore

di compressione che si può ottenere varia approssimativamente da 2:1 a 8:1.

Le tecniche impiegate si basano sull'eliminazione delle ridondanze presenti all'interno di un file dati.

#### **7.1.1.1 Run Length Encoding (RLE)**

Il criterio più semplice per eliminare ridondanze si può mettere in atto quando ci sono lunghe sequenze di dati uguali. Se, ad esempio, all'interno di un testo si trova un separatore tra due sezioni costituito dalla stringa di caratteri:

"-----"

è possibile contare il numero di caratteri uguali che compongono la sequenza (in questo caso 32) e salvare al suo posto un codice che sia traducibile in:

" salva 32 ripetizioni del carattere '-' "

definendo un carattere speciale che codifichi questa istruzione, indicato qui come <esc> e che supponiamo occupi un byte come qualsiasi altro carattere ASCII, al posto della sequenza di caratteri potremmo scrivere in forma codificata:

<esc>-32

rappresentando con 3 byte lo stesso contenuto informativo che per la stringa citata ne richiedeva 32.

Lo stesso approccio può dare buoni risultati nella codifica di immagini in cui ci siano lunghe ripetizioni dello stesso colore, o, meglio ancora, quando ci si trovi a codificare immagini monocromatiche. In tal caso si può determinare un colore di partenza e quindi memorizzare la lunghezza della sequenza di pixel di uno stesso colore, seguita dalla lunghezza della sequenza di pixel di colore opposto e così via.

Un paio di problemi emergono in questo metodo:

- la impossibilità di riconoscere univocamente un carattere speciale all'interno di un testo laddove questo non sia un testo ASCII puro, il che porta all'uso di sequenze di attivazione più lunghe di un byte. Questo peggiora l'efficienza del sistema;

- il fatto che un singolo byte consente di rappresentare fino ad un massimo di 256 ripetizioni. Perciò per gestire sequenze più lunghe sono necessari gruppi di 2 o più byte.

In ogni caso il sistema non fornisce vantaggi in assenza di ripetizioni in sequenza.

#### **7.1.1.2 Codifica di Huffman**

Questa è una tecnica di compressione molto più efficiente, che non si limita alla compressione dei caratteri in sequenza.

Il criterio ispiratore si rifà ad uno dei principi base della teoria dell'informazione, per la quale il contenuto informativo di un simbolo all'interno di una sequenza è tanto maggiore quanto minore è la sua probabilità di impiego. Per banalizzarlo con un esempio si può pensare ad una persona che mentre parla, usa un intercalare ricorrente, come potrebbe essere la parola "cioè". Quando questo accade, ovvero quando il "cioè" è usato a sproposito in maniera abnorme, il suo contenuto informativo originario tende a sparire, in virtù dell'aumento della sua frequenza di impiego.

Analogamente, in un file dati, si può pensare ad ogni singolo byte come ad un simbolo che nella sua forma grezza è codificato con 8 bit. Ma se si effettua una valutazione statistica su tutto il file o su una sua porzione, si può stabilire che, ad esempio, quel simbolo è impiegato molto di frequente, e che quindi il suo contenuto informativo è in realtà più basso degli 8 bit assegnatigli.

Nella codifica di Huffman quello che si valuta è la statistica dei caratteri che compaiono all'interno del file, ed una codifica dei simboli con un numero di bit variabile a seconda della loro frequenza di ripetizione. In questo modo un byte molto frequente sarà codificato ad esempio con 2 bit, e lo spazio salvato ( $8-2=6$  bit), sarà tanto maggiore quanto maggiore è il numero di ripetizioni di quel byte. Al contrario bytes dal contenuto poco frequenti saranno codificati con un numero di bit via via più elevato

senza che questo incida sull'aumento di occupazione di memoria dell'intero file.

#### **7.1.1.3 Codifica aritmetica**

Rappresenta un raffinamento della codifica di Huffman in cui la stima della probabilità di un simbolo viene effettuata in maniera più accurata grazie all'impiego di numeri decimali. Il vantaggio si traduce in un'aumento del 5-10% del fattore di compressione ottenibile dalla codifica di Huffman.

#### **7.1.1.4 Formati lossless disponibili**

Nei formati di file odierni le compressioni senza perdita disponibili sono:

- RLE presente in alcuni formati nativi di Windows;
- PackBits (che sfrutta uno schema RLE) e che si trova in alcuni formati di immagine come il TIFF;
- CCITT impiegata per la codifica dei fax gruppo 3 e gruppo 4 e basta anch'essa su una variazione sul tema RLE;
- LZW brevettata da Unisys e presente nel formato GIF che impiega una tecnica costituita da un raffinamento di quella di Huffman;
- ZIP basata sull'approccio di Huffman ha visto un grande successo negli anni 90 con l'avvento del programma freeware PKZIP. È impiegata in alcuni formati come pdf e png.

#### **7.1.2 Compressione con perdita (Lossy)**

Nei casi in cui possa essere tollerata la non esatta corrispondenza tra il set di dati originali e quelli compressi il fattore di riduzione dei dati cresce drasticamente potendo arrivare fino a 100:1. Un segnale audio ad esempio può essere ancora riconoscibile anche quando non tutti i dettagli che originariamente lo compongono vengono riprodotti, e lo stesso accade per le immagini. Per questo la compressione con perdita è utilizzata principalmente per audio, video ed immagini, che non richiedono lo stesso

livello di accuratezza di un documento legale come potrebbe essere un sequenza di numeri associata ad un estratto conto.

Le modalità con cui si arriva ad eliminare i dettagli superflui sono molteplici e possono essere raggruppate in tre categorie:

- codifica predittiva;
- codifica basata su trasformazioni;
- codifica "layered".

La categoria di algoritmi che consente di arrivare al massimo livello di compressione, utilizzata tra l'altro dallo standard JPEG, è la seconda<sup>136</sup>. In tal caso, ad esempio, si associa ad un segnale o ad una immagine la sua rappresentazione in termini di frequenze. Trascurare i termini al di sopra di una determinata frequenza significa eliminare dettagli troppo fini (se si tratta di un'immagine) o suoni troppo acuti (se si tratta di una sequenza musicale), senza con questo eliminare la componente preponderante del segnale che ne determina l'intelligibilità.

Una volta codificato un set di dati attraverso i parametri associati alle funzioni base la sua decodifica riproduce un segnale lievemente modificato rispetto all'originale, ma rappresentabile con un limitato numero di coefficienti e per questo estremamente compresso.

## 7.2 – I formati per la memorizzazione dei testi

Il testo ottenuto da un OCR può essere memorizzato in una grande varietà di formati, che differiscono principalmente a seconda della capacità o meno di descrivere i soli caratteri che lo compongono, oppure sia i caratteri che gli aspetti tipografici della pagina scansionata.

Nell'applicazione alla Biblioteca Digitale generalmente sono utilizzati entrambe le categorie di formato a seconda che il testo sia utilizzato come

---

<sup>136</sup> In tal caso il set di dati viene elaborato con un processo matematico che può essere la trasformata Coseno o "Digital Cosine Transform" (DCT), o la trasformata Wavelett (WT). Per ognuna di queste il set di dati viene espresso in termini di funzioni base. Il risultato della trasformazione consiste appunto nel determinare il "peso" del contributo di ogni funzione base, trascurando il contributo dei termini che stanno al di sotto di una soglia prefissata, senza per questo alterare significativamente l'informazione complessiva.

elemento da indicizzare per supportare una successiva ricerca, oppure come simulacro della pagina a stampa, tale da consentirne una accurata riproduzione.

### **7.2.1 ASCII**

È l'acronimo di "American Standard Code for Information Interchange". Fu creato negli anni '70 come codice per rappresentare i caratteri in alternativa al EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code), in voga nei primi mainframe. Nel mondo dei PC è individuato spesso da files con estensione .txt, anche se questo non rappresenta una regola. Non prevede la memorizzazione di alcuna informazione riguardante la formattazione del testo sulla pagina.

La sua architettura si basa sul byte come "contenitore" di caratteri, numeri e segni di interpunzione. Nella sua versione originale nasce come codice di scambio (Interchange) tra elaboratori distinti, pertanto è disegnato in modo da prevedere una protezione del dato trasmesso da un elaboratore all'altro attraverso una ridondanza. Per questo, degli 8 bit che compongono il byte, sfrutta 7 bit per la codifica dei simboli ed uno come controllo di parità. In tal modo però il numero di caratteri codificabili si riduce a soli 128, che comprendono i caratteri dell'alfabeto inglese, i segni di interpunzione, le cifre numeriche ed alcuni caratteri speciali per il controllo di terminali di testo, come il ritorno a capo o la tabulazione ecc.

Poiché ai tempi in cui è stato creato il codice ASCII l'informatica era di appannaggio quasi esclusivamente americano, il problema di codificare di alfabeti diversi da quello anglosassone praticamente non esisteva, ma con l'introduzione del primo Personal Computer (PC), la IBM stabilisce di "sacrificare" il bit di parità del primo ASCII in un bit di codice aggiuntivo, creando una serie di ASCII estesi, diversi per le differenti lingue, in cui compaiono le accentate, i caratteri con dieresi ecc. Ciò nonostante rimangono pesanti limitazioni nella rappresentazione di testi multilingua in cui siano simultaneamente presenti caratteri rappresentati da diversi set ASCII estesi.

### **7.2.2 Unicode**

Dall'esigenza di rappresentare tutti i possibili caratteri presenti nelle diverse lingue del mondo, nasce il nuovo standard Unicode, che può essere visto come una ulteriore estensione dell'ASCII, in cui il carattere viene codificato con 16 bit invece che 8.

Il numero di caratteri codificabili sale quindi da 256 a 65536, consentendo di rappresentare, nello stesso documento, un ventaglio molto più ampio di caratteri.

Questo include oltre ai caratteri delle lingue europee, anche quelli greci, ebraici, cirillici, arabi ed orientali.

Sebbene a parità di testo l'occupazione di memoria raddoppi rispetto al codice ASCII, nella Biblioteca Digitale questa è sicuramente la scelta più adeguata per la memorizzazione di tutti gli elementi testuali come record bibliografici o abstract.

### **7.2.3 PostScript**

PostScript è un Page Description Language (PDL) ideato da Adobe per la gestione delle proprie stampanti laser. Consente di rappresentare sia pagine in bianco e nero che a colori, e descrive la pagina a stampa in forma "vettoriale", ovvero scalabile a seconda dell'effettiva risoluzione disponibile sulla periferica di output, senza perdita di dettaglio. Questa flessibilità ne ha fatto il PDL di maggior successo, che è divenuto uno standard di fatto.

La sequenza di istruzioni PostScript è rappresentata da sequenze di caratteri ASCII. Il Postscript è infatti una codifica che si sovrappone all'ASCII, utilizzato come codice base per rappresentare i caratteri delle istruzioni che a loro volta rappresentano comandi da impartire alla periferica Postscript. Pertanto la visualizzazione di un file in formato PostScript su una periferica non PostScript, come ad esempio il monitor, mostra una serie di linee di testo che costituiscono la sequenza di istruzioni per comporre la pagina a stampa.

E' utilizzabile per la distribuzione di pagine di alta qualità che debbano essere solo stampate anche se non è garantita la totale portabilità da stampante a stampante. Per questo non se ne suggerisce l'impiego per la distribuzione.

#### **7.2.4 Portable Document Format (PDF)**

Dalla esperienza PostScript la Adobe ha ulteriormente sviluppato il concetto di linguaggio di descrizione di pagina estendendolo ad una periferica qualsiasi. Da quest'idea è nato il Portable Document Format (PDF), che fornisce un modo molto conveniente per visualizzare e stampare documenti formattati ed eventualmente ricchi di elementi grafici, mantenendoli nella stessa forma in cui compaiono nella pagina a stampa. Il formato consente di associare gruppi di files in capitoli e fornisce quindi tutte le funzionalità per creare libri elettronici. Inoltre il PDF fornisce strumenti di navigazione all'interno del testo o da un file PDF ad un altro.

Poiché si tratta di un formato binario e non testuale, per essere visualizzato un file pdf necessita di uno specifico lettore (Acrobat Reader) che viene fornito gratuitamente dalla Adobe. Inoltre sono disponibili moduli aggiuntivi da integrare nei principali browsers (i cosiddetti "plug-in"), che consentono di visualizzare un documento pdf dall'interno di un browser Internet come Netscape o Internet Explorer, senza la necessità di lanciare un visualizzatore esterno per la lettura del documento.

Sebbene si tratti di un formato proprietario, l'estrema portabilità insieme a questa politica "aperta" da parte di Adobe lo ha eletto a standard di fatto per la distribuzione via Internet di articoli, libri elettronici, e qualsiasi forma di testo formattato. Assume pertanto un ruolo centrale nella fase di produzione del materiale distribuibile da una Biblioteca Digitale.



### 7.3 – I formati per la memorizzazione delle immagini

Il processo di digitalizzazione di una pagina a stampa suddivide l'immagine in essa contenuta in una matrice di microscopici elementi denominati pixel, acronimo di "picture element". Ogni elemento è poi quantizzato in una serie di livelli di colore o di grigi, a seconda del tipo di scansione che si effettua.

Nel caso di scansione monocromatica il numero di livelli di grigio che si possono rappresentare elettronicamente dipende dal numero di bit che vengono associati ad ogni pixel. Più questo è elevato e maggiore sarà la gamma dinamica riproducibile fedelmente. In genere si parla di scansione in bianco e nero quando si associa un solo bit ad ogni pixel. In tal modo il bit può solo indicare lo stato di bianco o di nero. Le eventuali sfumature vengono associate a densità più o meno elevate di punti neri in campo bianco come succede in una riproduzione su pagina di giornale. Se si passa ad 8 bit il numero di grigi simultaneamente riproducibili nell'immagine sale a  $2^8=256$  e così via fino ad un massimo di 16, che consentono  $2^{16}=65536$  livelli di grigio simultanei con una estrema fedeltà di riproduzione.

Quando si passa al colore questo viene prodotto dalla sintesi additiva di tre componenti di colore fondamentali, ovvero il rosso il verde ed il blu. Questa viene anche indicata come sintesi RGB, dalle iniziali delle corrispondenti parole inglesi (Red Green Blue). Le stesse considerazioni fatte sulla dinamica dei livelli di grigio possono essere riproposte sui tre colori fondamentali, visti come tre diverse rappresentazioni in bianco e nero della stessa immagine. Quando vengono impiegati 8 bit su ogni canale arrivando ad avere  $3 \times 8=24$  bit di colore per pixel, si ottiene la forma di rappresentazione a video più realistica che per questo è detta anche "true color". Laddove si riescano ad avere 16 bit su ogni canale RGB il numero di bit per pixel può arrivare a  $3 \times 16=48$  bit per pixel, come accade sugli scanner a colori tecnologicamente più avanzati, ma al

momento attuale non esiste nessun dispositivo di output in grado di rappresentarli.

La memoria associata ad un'immagine digitale, espressa in bit, si valuta come prodotto della dimensione orizzontale per quella verticale, per il numero di bit per pixel. L'eventuale misura in byte si ottiene dividendo questo valore per 8.

Se ad esempio si ha un'immagine in bianco e nero da 1024 x 768 pixel con 8 bit per pixel, questa occuperà 1024 x 768 x 8 bit, che corrispondono a 768 kByte. È facile intuire che la corrispondente immagine a colori a 24 bit richiederebbe il triplo della memoria (3x768 kByte = 2.25 MByte).

Vista la consistente quantità di memoria necessaria a rappresentare un'immagine "true color", sono state messe a punto tecniche per rappresentare in maniera accettabilmente realistica un'immagine, anche con un numero minore di bit per pixel. Il metodo si basa sulla rappresentazione dell'immagine impiegando un numero limitato di colori (generalmente identificati come quelli statisticamente più frequenti nella immagine), e nell'associazione di questi ad una tabella, detta palette o tavolozza. In tal caso il numero di bit per pixel è legato all'ampiezza della tavolozza: maggiore è il numero di colori simultaneamente presenti nell'immagine e più grande dovrà essere la tavolozza a cui riferirsi. Il codice rappresentato dal pixel rappresenta quindi non un colore in assoluto, ma l'indice della palette associata all'immagine, in corrispondenza del quale si seleziona un colore RGB definito da 24 bit. Una tecnica del genere si utilizza per immagini a colori con 8 bit per pixel (ovvero palette con 256 colori a 24 bit simultanei), o a 16 bit per pixel (65536 colori simultanei). Il numero di bit per pixel è spesso indicato come "profondità di colore".

Oltre al colore, esiste un'informazione addizionale che può essere codificata in un'immagine, legata alla possibilità di sovrapporre un'immagine (ad esempio il logo di una biblioteca) ad un'altra immagine (ad esempio la scansione di un frontespizio), analogamente a quanto viene fatto quando si appone il timbro identificativo di una biblioteca sul frontespizio di una monografia.

L'informazione addizionale necessaria è il livello di trasparenza di ogni pixel che compone l'immagine. Nei formati che verranno illustrati di seguito si trovano casi in cui sono impiegati 32 bit per pixel in cui gli 8 bit aggiuntivi rispetto ai 24 normalmente utilizzati per il "true color", sono in realtà legati al livello di trasparenza. Questo è indicato in letteratura come canale alfa, e la sua codifica comporta implicazioni sulla definizione del formato analogamente a quanto comporta la profondità di colore.

### **7.3.1 GIF**

Il formato di file GIF (Graphics Interchange Format) è stato sviluppato dalla Unisys negli anni '80 per consentire il trasferimento di immagini tra utenti del servizio CompuServe, che forniva accesso a risorse on-line tramite linea telefonica. Essendo nato in epoca precedente alla larga diffusione di Internet, riflette nelle sue caratteristiche tecniche i vincoli imposti dalla limitata capacità trasmissiva offerta a quel tempo per la connessione a servizi on-line, che andava dai 2400 ai 9600 Bit per Secondo (BPS) impiegando modem su linea commutata.

In particolare la limitazione più evidente riguarda il massimo numero di colori presenti nell'immagine (256) che, rispetto ad un'immagine "true color" consente di ridurre di un terzo la mole di dati da trasmettere a parità di numero di pixel. Altro accorgimento usato è l'impiego di algoritmi di compressione in grado di ridurre ulteriormente la dimensione dell'immagine. La compressione è del tipo "senza perdita", pertanto non è la più spinta che esista. Per contro l'operazione di compressione è completamente reversibile. L'algoritmo scelto per la compressione è una variante dello LZW. La Unisys, che detiene il brevetto di questa tecnica di compressione, ha imposto il pagamento di royalties a tutti i produttori di software che utilizzino il formato GIF, e questo ne costituisce un limite.

Il formato GIF è disponibile in due varianti: GIF87a e GIF89a.

Il GIF87a corrisponde alla descrizione del formato fin qui fatta, mentre il GIF89a introduce tre nuove caratteristiche: trasparenza, interallacciamento ed animazione.

Nel formato GIF89a la trasparenza si ottiene definendo uno dei 256 possibili colori come "invisibile", operazione che può essere fatta dall'utente selezionando sull'immagine il colore di trasparenza, e consentendo così la scontornatura di loghi o disegni, particolarmente utile laddove questi si debbano sovrapporre ad altre immagini. Quest'operazione equivale a definire un canale alfa ad 1 bit sul quale viene definita una maschera di trasparenza costituita da tutti i pixel di colore uguale a quello prescelto come trasparente. Alcuni programmi permettono di visualizzare ed eventualmente modificare la maschera di trasparenza di un GIF.

L'interallacciamento è un'altra tipica caratteristica nata per connessioni estremamente lente: consente di salvare l'immagine con un ordine delle righe diverso da quello sequenziale, tipico di qualsiasi altro formato, che vede la riga più in alto memorizzata per prima, quella immediatamente sottostante memorizzata per seconda ecc. Nel GIF89a interallacciato le righe sono memorizzate in maniera alternata, in modo tale che le prime che vengono caricate rappresentino un sottocampionamento "raro" dell'immagine, che si infittisce via via che l'immagine viene caricata. Questo consente di visualizzare, sebbene in maniera approssimativa, una sorta di preview dell'immagine finale caratterizzato da un progressivo aumento di dettaglio. All'epoca delle connessioni estremamente lente questa caratteristica poteva permettere, ad esempio, di interrompere il download dell'immagine se il contenuto non corrispondeva alle aspettative, evitando lunghe attese per scaricare immagini non desiderate. Con connessioni veloci questa caratteristica è da considerarsi inessenziale.

L'ampia diffusione di questo formato, dovuta alla sua presenza "storica" fin dagli anni '80, ha fatto sì che venisse prescelto come uno dei formati di immagine supportato da tutti i browser per Internet a partire dai primi Netscape ed Internet Explorer.

### 7.3.2 TIFF

Il formato TIFF (Tagged-Image File Format) viene usato per scambiare dati in formato raster, ovvero nel formato “grezzo” di uscita di un dispositivo digitale, come potrebbe essere ad esempio uno scanner.

Il punto di forza del formato è la grande diffusione e la disponibilità del filtro di importazione TIFF praticamente su tutte le applicazioni grafiche esistenti. Il formato TIFF consente di salvare un'immagine in formato non compresso, oppure compresso con tecniche senza perdita come LZW o ZIP, oppure compresso con perdita con algoritmo JPEG, anche se in quest'ultimo caso si preferisce salvare direttamente il file con estensione JPEG piuttosto che includerlo in un “contenitore” TIFF.

Le modalità compresse, pur essendo supportate dallo standard del formato, non sempre sono disponibili sugli applicativi grafici, che a volte tendono ad implementare soltanto gli schemi TIFF più semplici.

Le specifiche ufficiali di TIFF, (versione 6 pubblicata nel 1992), sono state sviluppate da Microsoft e Aldus (che successivamente si è fusa con Adobe, la quale attualmente detiene il copyright per questo formato).

Per la sua capacità di non modificare il contenuto informativo di un'immagine è da considerarsi un formato adatto a memorizzare un master digitale, ma poco adatto alla distribuzione per la notevole quantità di memoria che richiede.

### 7.3.3 PNG

Sebbene la motivazione iniziale per sviluppare il formato PNG (Portable Network Graphics), sia stata la sostituzione del GIF con un analogo formato non soggetto a licenza, una serie di funzionalità aggiuntive e non disponibili nel GIF, ne hanno fatto un formato adatto a sostituire anche formati più evoluti come il TIFF:

- immagini con palette fino a 256 colori;
- lettura e scrittura seriale, con conseguente usabilità del formato nella comunicazione di immagini con visualizzazione in linea;

- visualizzazione progressiva con incremento graduale del livello di dettaglio, grazie alla quale si ottiene anche una maggior
- velocità di visualizzazione iniziale;
- trasparenza sfumata con canale alfa ad 8 bit che permette di evitare le scalettature in trasparenza;
- informazioni ausiliarie: commenti ed altre informazioni testuali possono essere inseriti insieme all'immagine;
- indipendenza dalla piattaforma hardware;
- compressione senza perdita ad alte prestazioni;
- memorizzazione "true-color" fino a 48 bit per pixel;
- memorizzazione a livelli di grigio fino a 16 bit per pixel;
- dati ridondanti per effettuare verifica della alterazione del file.

Per queste caratteristiche l'uso di questo formato è consigliato sia per tutti i casi in cui sarebbe stato adatto l'impiego del GIF (con un'ampliamento delle funzionalità di trasparenza), con l'aggiunta di tutti gli impieghi in cui sia necessaria la memorizzazione fedele di un'immagine, situazione in cui in passato veniva impiegato il TIFF.

La compressione avviene con tecniche senza perdita, pertanto è un formato che si presta alla conservazione di master digitali. Inoltre il formato prevede una serie di campi testuali in aggiunta a quelli binari che costituiscono l'immagine, il che lo rende particolarmente adatto alla archiviazione ed indicizzazione di collezioni di immagini.

#### **7.3.4 JPEG**

Fino dalla metà degli anni 80', membri della "International Telecommunication Union" (ITU) e della "International Organization for Standardization" (ISO) hanno lavorato insieme per determinare uno standard internazionale per la compressione di immagini a livelli di grigio ed a colori. Questo sforzo ha partorito il JPEG che è l'acronimo di "Joint Photographic Experts Group", dove il "Joint" dell'acronimo sta proprio a significare la collaborazione tra i due organismi ITU e ISO che hanno pubblicato il testo dello standard sui propri bollettini con identico testo.

Il JPEG è uno standard molto articolato, che prevede diverse modalità di compressione delle immagini, ma la versione che si trova più frequentemente disponibile sui pacchetti software grafici e sulle camere digitali è la cosiddetta la compressione baseline, che sfrutta una tecnica di compressione con perdita.

In sintesi la compressione JPEG trasforma l'immagine dalla codifica RGB a quella basata su luminanza (o intensità Y) e crominanza (o contributo di colore UV) che si indica con la sigla YUV.

Una volta effettuata questa trasformazione si sfrutta il fatto che l'occhio umano per ragioni anatomiche<sup>137</sup> è più sensibile alle variazioni di luminanza che a quelle di crominanza, comprimendo in maniera più spinta l'informazione di colore rispetto a quella di intensità.

L'immagine viene poi suddivisa in blocchi da 8x8 pixel su ognuno dei quali viene applicato l'algoritmo di "Discrete Cosine Transform" (DCT). Il risultato della trasformazione consiste in una serie di coefficienti dalla cui antitrasformazione, effettuata attraverso l'operazione detta Inverse Discrete Cosine Transform (IDCT), si risale alla versione originale dell'immagine, o ad una sua ottima approssimazione.

Ma perché usare una versione "trasformata" dell'immagine? La proprietà fondamentale è che se si trascurano alcuni opportuni coefficienti della immagine trasformata, l'antitrasformazione fornisce comunque una buona approssimazione dell'immagine iniziale. Per contro in tal modo possono essere introdotti alcuni zeri al posto dei coefficienti trascurati, che a loro volta sono compressi molto efficacemente con una tecnica tipo Huffman. Il risultato della antitrasformazione in tal caso genera solo qualche piccola variazione sull'immagine.

In fase di codifica dell'immagine l'operatore può scegliere quanti coefficienti della DCT trascurare, ed in base a quello che viene indicato come "fattore di qualità" si può spingere verso set di dati più o meno ridotti. Naturalmente più coefficienti si trascurano peggiore sarà la

---

<sup>137</sup> I bastoncelli, sensori della luce presenti nell'occhio, sono molto più densi dei coni, ovvero gli elementi sensibili al colore: è come se lo "scanner" che ognuno di noi ha sulla retina lavorasse con una risoluzione più spinta per l'intensità d'immagine che per il livello di colore.

ricostruzione dell'immagine dal set di dati disponibili, mentre valori di compressione più modesti produrranno piccole variazioni sull'immagine appena percettibili ad occhio nudo.

In genere si considera che livelli di compressione fino a 8-10:1 producano una degradazione dell'immagine praticamente non visibile senza ingrandire dettagli dell'immagine (vedi esempio al par. 6). Per questo il JPEG è divenuto di gran lunga lo standard più utilizzato per la memorizzazione di immagini fotografiche in contesti in cui ci sia la necessità di trasmettere le immagini su canali a banda limitata (ad es. accesso Internet via modem), o su dispositivi di memoria di limitate dimensioni (es. fotocamere digitali).

Negli anni '80, in cui è stato definito, il JPEG fu un decisivo passo avanti nella compressione delle immagini e si impose velocemente in particolar modo con la nascita del WWW che necessariamente aveva bisogno di formati molto snelli per la trasmissione delle immagini su Internet. Pertanto, analogamente al formato GIF, è stato prescelto come uno dei formati di immagine supportato da tutti i browser per Internet. Inoltre, poiché nello schema di compressione JPEG il colore viene sempre codificato con 24 bit e non è previsto un canale alfa per definire la trasparenza, le sue caratteristiche per certi aspetti appaiono complementari al GIF.

### **7.3.5 JPEG 2000**

Nonostante lo straordinario successo del formato JPEG, alcune sue limitazioni tecniche hanno portato allo studio ed alla standardizzazione di un nuovo formato.

La sigla JPEG 2000 si riferisce ad uno standard molto articolato che si articola su 11 parti: la parte 1 che costituisce il nucleo centrale dello standard (o "core"), definisce le diverse tecniche di compressione che il formato comprende. Tecnicamente l'elemento di spicco nella compressione lossy è l'introduzione di una decomposizione dell'immagine basata su trasformata Wavelet piuttosto che DCT, applicata a porzioni quadrate di immagine da 64x64 pixel, che porta un deciso miglioramento



nel livello di compressione. A questo si affianca la possibilità di effettuare compressioni lossless analoghe a quelle operate da TIFF o da PNG. Questa parte di JPEG2000 è l'unica pubblicata come standard internazionale nel Dicembre 2000.

Cinque ulteriori parti (2-6) sono pressoché complete o in fase di ultimazione, mentre 4 nuovi capitoli (8-11) sono tuttora in fase di sviluppo. Le novità introdotte riguardano aspetti legati alla capacità di recuperare immagini in qualche modo intelligibili anche nel caso di perdita di parte delle informazioni (robustezza), utile soprattutto in ambito di telefonia cellulare dell' 4<sup>a</sup> generazione (UMTS); la capacità del metodo di trasmettere con risoluzione progressiva (all'inizio della ricezione si forma un'immagine vaga che, man mano che arrivano nuovi dati, si definisce sempre di più); la capacità di gestire la marchiatura (watermarking) per venire incontro alle questioni inerenti i diritti d'autore; la capacità di gestire compressioni lossless; l'introduzione di canali alfa e layer aggiuntivi per annotazioni sulle immagini, la capacità di gestire immagini in bianco e nero e a colori con profondità da 1 a 16 bit per componente, ed infine, fatto fondamentale per l'archiviazione, la possibilità di includere metadati che descrivano il contenuto dell'immagine.

Poiché include tutte le funzionalità presenti nei maggiori formati fin qui descritti, con l'introduzione di interessanti caratteristiche aggiuntive, il JPEG2000 appare come la soluzione generale per codificare qualsiasi tipo di immagine per una molteplicità di applicazioni, incluse la conservazione di master digitali e la distribuzione.

## 7.4 – I formati per la memorizzazione video

Digitalizzare una sequenza video implica la produzione di un'enorme quantità di dati, che devono essere presentati a video o salvati su una memoria di massa con estrema velocità. Nello standard televisivo italiano (PAL-B) si ha una digitalizzazione senza perdita di informazione impiegando una risoluzione di 720x576 pixel ed una profondità di colore di 16 bit, il che produce una massa di dati di 1.58 MB per singolo fotogramma. Per evitare lo sfarfallio nelle transizioni tra un'immagine e la successiva lo stesso standard prevede 25 fotogrammi al secondo. Il flusso dati originato dal campionamento di una scena video arriva pertanto ad alla ragguardevole cifra di  $25 \times 1.58 = 39.5$  MB per ogni secondo di filmato senza tener conto dell'ulteriore "fetta" di flusso dati da dedicare all'audio. Soltanto un limitato numero di sistemi dedicati, con Hard Disk SCSI operanti in parallelo è in grado di "assorbire" una tale quantità di dati per secondo, come in effetti viene fatto in sistemi custom per montaggio televisivo non lineare. Ma per renderla manipolabile su PC senza particolari requisiti prestazionali è giocoforza passare ad una tecnica di compressione che riduca drasticamente il "data rate", cioè la quantità di dati per unità di tempo e, di conseguenza, la dimensione del file multimediale associato alla sequenza video. La riduzione deve essere di tale entità che un metodo di compressione "lossless" non risulta sufficiente (vedi par 1.1), per cui in genere gli standard multimediali operano normalmente secondo tre direttrici:

- impiego massiccio di tecniche di compressione lossy;
- riduzione del numero di fotogrammi al secondo (frame rate);
- riduzione della dimensione del quadro utile da 576x768 a valori inferiori.

Fanno eccezione a questi criteri generali i formati per il montaggio che differiscono sostanzialmente da quelli per la distribuzione, come illustrato in dettagli di seguito.

### **7.4.1 MPEG**

MPEG è uno degli standard più utilizzati nella distribuzione video. È l'acronimo di "Motion Picture Experts Group", una organizzazione internazionale che sviluppa gli standard per la codifica di immagini in movimento. Lo standard MPEG specifica esclusivamente il modello di compressione dati per le sequenze video e per l'audio, e non coinvolgendo alcun dettaglio tecnico legato a specifici Hardware o a specifici Sistemi Operativi, e risulta per questo uno standard indipendente dalla piattaforma.

Si può fare una distinzione tra 4 diversi standard: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 und MPEG-7.

#### **7.4.1.1 MPEG-1**

MPEG-1 è uscito nel 1993 con l'obiettivo di consentire un frame rate accettabile unitamente alla migliore definizione possibile per immagini in movimento corredate da una colonna sonora su canali caratterizzati da una banda limitata (da 1 a 1.5 MBit/s).

Per la maggior parte delle applicazioni non professionali (video amatoriali, ecc.), la qualità offerta dal MPEG-1 risulta adeguata.

#### **7.4.1.2 MPEG-2**

MPEG-2 è un formato definito nel 1995, e la sua struttura base ricalca quella del MPEG-1, con l'estensione a frequenze di trasferimento dati fino a 100 MBit/s, e la possibilità di essere utilizzato per TV digitale, film su DVD, ed elaborazione video professionale. MPEG-2 consente la scalatura di risoluzione e di velocità di trasferimento in ampia gamma di possibilità.

La qualità video ottenibile è decisamente superiore a quella del MPEG-1 ad un data rate dell'ordine dei 4MBit/s, ovvero appena più che doppio rispetto al massimo di MPEG-1.

#### **7.4.1.3 MPEG-4**

MPEG-4 è un formato più recente il cui obiettivo è di produrre la massima qualità video per basse disponibilità di banda. È studiato per le situazioni in cui si debba trasmettere un filmato con un data rate da 10 kBis/s ad 1MBit/s, come accade normalmente nelle connessioni Internet. Inoltre comprende una serie di codifiche aggiuntive per garantire l'integrità dei dati trasmessi, punto di primaria importanza nella videocomunicazione mobile (es. UMTS).

#### **7.4.1.4 MPEG-7**

La disponibilità di risorse multimediali sta diventando via via sempre più imponente attraverso banche dati, il Web, la trasmissione "broadcast" in forma digitale, e varie forme amatoriali o semiprofessionali di acquisizione video digitale. Ed in futuro la massa di dati disponibili in questa forma non potrà altro che crescere. La tendenza è chiara: nel giro di pochi anni gli saremo sommersi da una quantità tale di materiale video proveniente da tante fonti diverse che il punto chiave sarà come riuscire a ritrovare uno spezzone video attraverso opportune chiavi di ricerca che consentano di identificarne accuratamente il contenuto. Se questo è un problema che investirà qualsiasi utente di Internet, a maggior ragione diventerà un aspetto chiave per una Biblioteca Digitale.

Il valore di un informazione, come ben noto a qualsiasi bibliotecario, dipende da quanto facilmente questa possa essere trovata, recuperata e gestita. Il formato MPEG-7 si propone di introdurre - più che nuove forme di compressione del segnale video - gli strumenti atti a caratterizzare il contenuto di un file multimediale, venendo incontro alla richiesta di indicizzazione dei contenuti che si fa ogni giorno più pressante.

Il formato MPEG-7, indicato formalmente come "Multimedia Content Description Interface", fornisce un insieme di strumenti standard per la descrizione di contenuti multimediali, in modo che possano essere riconosciuti sia da operatori umani che da sistemi automatici di ricerca.

Nel formato MPEG-7 sono definiti:

- il linguaggio con cui descrivere il dato, "Description Definition Language" (DDL);
- la struttura dei metadati preposti alla descrizione, "Descriptors" (D);
- le varie relazioni tra i metadati previste nei diversi schemi di descrizione, o "Description Schemes" (DS);

che costituiscono la base per creare applicazioni di browsing, ricerca o filtraggio basati su contenuti.

La struttura di MPEG-7 è stata sviluppata da esperti provenienti dal campo della produzione video, produttori di dispositivi elettronici connessi al video broadcasting, creatori di contenuti, editori, esperti di diritti d'autore e di telecomunicazioni.

#### **7.4.2 AVI**

Il formato AVI è sviluppato da un singolo produttore (Microsoft) piuttosto che da un consorzio. È comune nel mondo dei PC poiché viene fornito fin dalla versione 3.1 di Windows come formato dell'applicazione "Video for Windows". Nel formato ogni fotogramma video è memorizzato consecutivamente alla corrispondente porzione di audio. Questa struttura ha dato il nome al formato che è l'acronimo di 'Audio Video Interleaved'.

Il formato è strutturato in maniera modulare di modo che i dati in esso contenuti possano essere memorizzati specificando differenti schemi di compressione. Alcuni moduli di Codifica/DECodifica, o (CODEC), come ad esempio Cinepak, Intel Indeo o Microsoft Video, sono inclusi all'atto dell'installazione del sistema operativo, ma eventuali CODEC aggiuntivi (ad esempio MPEG o DivX), possono essere installati successivamente su richiesta dell'utente.

A differenza dei formati MPEG, che effettuano una compressione più efficiente basandosi su blocchi di fotogrammi consecutivi codificando il primo e le piccole differenze dei successivi rispetto ad esso, nel formato AVI la struttura a frames viene salvaguardata, e questo lo rende particolarmente utile nei sistemi di montaggio video in cui deve rimanere la massima libertà di inserzione o taglio delle scene.

Per questo molti software di montaggio video, eventualmente accoppiati a specifici Hardware di "frame grabbing" che consentono di campionare il segnale video, adottano AVI come formato nativo.

## **7.5 – I formati per la memorizzazione di suoni**

I normali CD audio sono dei "contenitori" di dati con una capacità che va da 650 a 700 MB, e consentono di memorizzare circa un ora di musica. Ma se da una distribuzione tramite supporto fisico si passa ad una distribuzione attraverso risorse telematiche, la limitata banda disponibile può risultare incompatibile con una tale massa di dati da trasferire. Si pensi ad esempio che con una connessione ad Internet da 28800 BPS avremmo bisogno di oltre 60 minuti per un minuto di audio CD, il che risulta evidentemente inaccettabile.

Pertanto, così come nella gestione delle immagini e delle sequenze video, il problema della definizione di formati che permettano una forte compressione del volume di dati assume un ruolo centrale.

Sfruttando studi di psicoacustica si è visto che un essere umano è incapace di udire suoni al di sotto dei 20 Hz o superiori ai 20 kHz e questo ha determinato le caratteristiche degli apparati elettronici audio per alta fedeltà (banda passante). Ma queste capacità uditive, pur variando da soggetto a soggetto, non sono uniformi nell'ambito di tale intervallo di frequenze ed ha un picco tra 2 e 4 kHz, come illustrato dalla figura 7.1 .



Figura 7.1 – Andamento della capacità uditiva al variare della frequenza. Si nota che attorno a2000 Hz si ha la massima sensibilità. Questo aspetto fisiologico è sfruttato dalle tecniche di compressione audio.

### 7.5.1 MP3

Il formato MP3 costituisce, a rigore, la definizione della codifica audio dello standard multimediale MPEG-1 (Audio Layer 3). Sviluppato inizialmente dal Fraunhofer Research Institute nel 1987, MP3 è stato brevettato nel 1989 ed incorporato nelle specifiche MPEG nel 1992.

MP3 ha originato grandi controversie relative ai diritti d'autore poiché ha reso estremamente semplice il trasferimento di musica con livello di qualità simile ad un CD, sia su supporti mobili che su Internet. Nonostante la forte contrarietà delle case discografiche MP3 è divenuto uno standard nella trasmissione di musica ed è supportato da tutti i maggiori "player" disponibili in ambiente Windows.

Dal punto di vista tecnico si potrebbe dire che è il JPEG dei materiali sonori. Come il JPEG prevede la suddivisione del set di dati in una serie di porzioni limitate, corrispondenti a frazioni di secondo, l'analisi dei dati per determinarne la distribuzione in frequenza, ed infine la codifica delle sole componenti significative "sacrificando" le componenti di frequenza meno facilmente udibili.

Ha la capacità di lavorare a diverse frequenze di campionamento e conseguentemente con bande passanti diverse. Specificando la qualità del suono con una scala che va da 5 (massima, analoga a quella di un CD), ad 1 (minima, analoga a quella di una radio AM), si ottengono dei valori della

frequenza di trasmissione dei bit richiesta per la corretta riproduzione del brano compresso (bit rate), che sono riassunte nella tabella presente nel paragrafo 7.5.4

### **7.5.2 Real Audio**

A differenza del MP3, che è definito da uno standard internazionale, RealAudio è un codec proprietario, sviluppato dalla Real Networks. Il modulo di lettura è distribuito gratuitamente ma non il software per creare i contenuti che deve essere acquistato.

Rispetto ad MP3 sono state aggiunte funzionalità come ad esempio la criptazione dei dati che permette un maggiore controllo sulla distribuzione dei contenuti da parte di chi ne detiene i diritti.

In particolare il formato tende a fornire migliori risultati rispetto ad MP3 su valori molto bassi del bit rate. Questo ne ha determinato il successo più come sistema di "streaming", ovvero trasferimento in linea di brani audio attraverso Internet, piuttosto che di "downloading", cioè trasferimento asincrono attraverso Internet e successivo ascolto in locale, per il quale MP3 ha di fatto dilagato come standard mondiale.

Per questo motivo il formato Real Audio è utilizzato per la messa in linea di programmi radio attraverso Internet, come ad esempio i giornali radio (vedi <http://www.radio.rai.it/grr/>). Il suo impiego è prevalente per lo streaming di bassa qualità in presenza di una banda molto limitata.

### **7.5.3 Windows Media Audio**

Windows Media Audio è la risposta Microsoft al formato Real Audio. Analogamente a quest'ultimo è un formato proprietario con i consueti vantaggi e svantaggi che questo comporta. I file hanno estensione ASF che sta per "Advanced Streaming Format".

Dal punto di vista tecnico i due formati si somigliano. Le piccole differenze riguardano un ulteriore potenziamento del livello di compressione da parte di ASF che lo rende il candidato più adeguato alla compressione a livello intermedio in cui gode del miglior rapporto compressione/qualità.



È indicato pertanto per lo streaming con banda disponibile relativamente ampia.

#### 7.5.4 Formati audio a confronto

La scelta del formato più adatto alla conservazione di brani audio non è semplice per la notevole somiglianza dei vari algoritmi di compressione, che sono originati tutti da una stessa radice comune (MP3).

Tecnicamente un parametro importante è la capacità di compressione che si esprime attraverso il numero di migliaia di bit necessari a codificare un secondo di registrazione sonora (kbps). Le caratteristiche dei formati citati sono riassunte nella tabella di seguito

*Tabella 7.1 – Caratteristiche dei formati audio*

<i>Qualità</i>	<i>Bit Rate (kbps)</i>		
	<b>MP3</b>	<b>RA</b>	<b>ASF</b>
5 (CD)	128	96	96
4	80	64	64
3 (Radio FM)	64	48	48
2	48	45	32
1 (Radio AM)	40	32	20

I numeri mostrano una maggiore capacità di compressione dei due formati proprietari, il che li rende di gran lunga i preferibili nel caso di “streaming” da Internet. Al contrario, per una conservazione di lunga durata alternativa al formato non compresso, il formato MP3 utilizzato ad alto bit rate fornisce dei risultati qualitativamente migliori degli altri, soprattutto impiegando le varianti più recenti del formato che fanno uso di campionamento dei dati non uniforme.

## 7.6 – Criteri di scelta dei formati per la BD

I vari requisiti richiesti nella digitalizzazione di immagini per realizzare una Biblioteca Digitale, sintetizzati nella lista seguente, sono talvolta in contrasto tra loro e la scelta migliore è solitamente frutto di un compromesso da raggiungere anche sulla base del tipo di materiale trattato.

**Memoria.** Alcuni formati richiedono una certa presenza di memoria RAM per poter effettuare l'elaborazione di un'immagine, mentre altri, come ad esempio il TIFF, consentono la modifica di un'immagine senza bisogno che questa venga interamente caricata in memoria;

**Accuratezza.** L'accuratezza delle immagini a volte è un elemento critico mentre a volte può essere meno importante. In alcuni casi questa può essere ceduta in cambio di un sostanziale risparmio di memoria, ad esempio attraverso l'uso di tecniche di compressione. Nel caso di master digitali comunque, l'accuratezza è un elemento estremamente importante.

**Velocità.** La capacità di accedere e visualizzare velocemente un'immagine è un punto critico per certe applicazioni. Nel caso di master questo non è invece un punto significativo.

**Indipendenza dal dispositivo di output.** Questo è un punto chiave per un master digitale poiché questo potenzialmente deve essere utilizzato ed elaborato su una molteplicità di sistemi diversi;

**Robustezza.** Certi formati si preoccupano di preservare l'accuratezza dei dati nel caso di errori sui alcuni dei bit che la compongono, come quelli che potrebbero insorgere nel caso ad esempio di trasmissione attraverso un canale rumoroso. Un formato robusto prevede una serie di dati ridondanti in modo tale che anche se si verificano errori soltanto una parte dei dati venga compromessa e non l'intera immagine. Questo è quanto accade ad esempio nei CD audio.

**Estendibilità.** La capacità di un formato di essere modificato in una versione successiva, senza che tutti i software creati per quella precedente smettano di funzionare.

**Modularità.** Una definizione di formato è modulare quando consente aggiornamenti od estensioni di alcune sue parti senza che questo implichi un coinvolgimento dell'intero set di dati.

**Apertura.** Uno standard di formato aperto è progettato per consentire lo sviluppo di software da parte di molteplici fornitori. Un formato è veramente aperto quando il processo per la sua definizione e sviluppo è aperto a tutti i possibili attori coinvolti nella stesura dei relativi software.

**Scalabilità.** Un formato deve essere applicabile sia a grossi che a piccoli set di dati, ed a sistemi hardware con una forte variabilità di configurazioni.

### 7.6.1 Esempio Applicativo

Per quanto riguarda le immagini sono stati illustrati diversi formati con le relative caratteristiche: a chiusura di questo documento si mostra attraverso un esempio quale sia l'applicazione più consona ad ognuno di essi.

La tabella di seguito sintetizza alcune caratteristiche salienti a confronto.

*Tabella 7.2 – Caratteristiche dei formati per immagini*

Formato	Profondità di colore	Canale alfa	Compressione	Tipo compressione
<b>GIF</b>	8bit	1bit	Sempre	Lossless
<b>TIFF</b>	1 - 24bit	8bit	Su richiesta	Lossless
<b>PNG</b>	16 - 24bit	8bit	Sempre	Lossless
<b>JPEG</b>	16 - 24bit	No	Sempre	Lossy modulabile

In Figura 7.2 sono mostrati esempi di rappresentazione di un'immagine di test nei vari formati. L'immagine è stata scattata con una fotocamera digitale da 5 Megapixel la cui risoluzione è 2560x1920.

L'immagine d'insieme è assolutamente fedele all'originale quando rappresentata nei formati TIFF e PNG a 24 bit sia non compressi che con compressione lossless (Figura 7.2a). Nel caso del GIF la riduzione del numero di colori provocherebbe transizioni estremamente visibili sulle sfumature, che vengono limitate grazie al dithering. Quest'ultimo peraltro introduce l'effetto puntinato visibile sulle zone d'ombra in figura 7.2b. Nel caso di JPEG a compressione intermedia (figura 7.2c) non si hanno apparenti perdite di qualità rispetto all'originale, mentre spingendo verso il massimo il livello di compressione (figura 7.2d), si vedono nascere artefatti sia nelle zone di sfumatura che sui bordi delle scritte, a causa dell'algoritmo di compressione che prevede una suddivisione dell'immagine in blocchi.



*Figura 7.2 – Esempi di rappresentazione di immagini nei vari formati: a) TIFF e PNG a 24 bit; b) GIF; c) JPEG a compressione intermedia; d) JPEG a compressione spinta.*

Gli effetti collaterali della compressione si evidenziano maggiormente con l'analisi di dettaglio sull'immagine. In figura 7.3 si è analizzata la porzione evidenziata in figura 7.2a con il riquadro rosso. Da questa si conferma come la compressione di TIFF e PNG – essendo lossless - non comporti la nascita di alcun artefatto (figura 7.3a), la GIF con dithering comporta la "puntinatura" (figura 7.3b) appena avvertita sull'immagine d'insieme (figura 7.3b), la JPEG a livello di compressione intermedio lascia intravedere sull'ingrandimento la trama dei blocchi quadrati in cui l'immagine viene suddivisa dall'algoritmo di compressione (figura 7.3c), che divengono estremamente evidenti nel caso di compressione spinta (figura 7.3d).

Per valutare pregi e difetti dei diversi formati di memorizzazione, oltre agli artefatti evidenziati nelle figure 7.2 e 7.3, teniamo conto anche dell'occupazione di memoria associata alle diverse forme di compressione del dato. L'immagine di figura 7.2 ha una risoluzione 2560x1920. La dimensione del relativo file di immagine è riportata nella seguente tabella 7.3.

*Tabella 7.3 – Occupazione di memoria dell'immagine di Figura 3 nei vari formati*

Formato	Profondità di colore	Compressione	Dimensione (kB)	Rapporto di compressione
TIFF	24bit	Nessuna	14516	-
TIFF	24bit	LZW	5969	2.4:1
GIF	8bit	LZW brevettato	2344	6:1
PNG	24bit	LZW	5432	2.7:1
JPEG	24bit	JPEG intermedio	514	28:1
JPEG	24bit	JPEG spinto	137	106:1

In fase di progettazione della biblioteca digitale queste caratteristiche dovranno essere tenute in considerazione per effettuare la scelta più oculata, sulla base del contenuto dell'immagine.

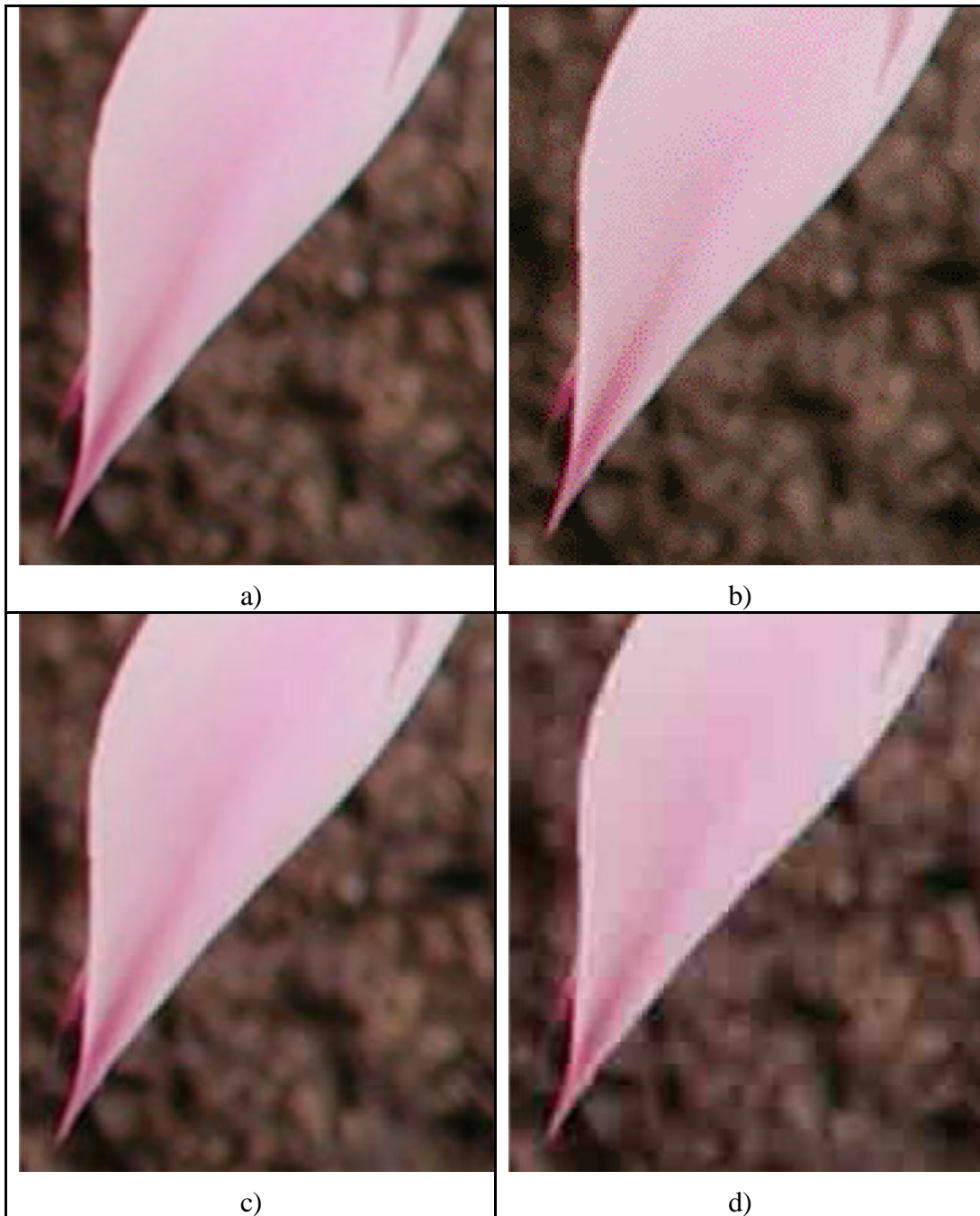
Un'immagine fotografica, come quella rappresentata in figura 7.2, dotata di un'ampia ricchezza di tonalità di colore, richiede in generale una rappresentazione col massimo numero possibile di colori che si ottengono soltanto con 24 bit per pixel. È in generale questa la scelta da fare in fase

di scansione ed il formato per salvare l'immagine "Master" dovrà contemplare questa tra le sue caratteristiche salienti. Quindi, sulla base di quanto riportato nella tabella 7.2, dovremo escludere il formato GIF.

Per quanto riguarda le compressioni non ha senso pensare ad un oneroso lavoro di scansione, che mira ad ottenere il massimo livello di dettaglio, in cui la fase conclusiva – quella del salvataggio su file – preveda la perdita di tale ricchezza di particolari a causa della compressione. Sarà quindi da escludere anche qualsiasi formato con compressione "lossy".

Sulla base delle considerazioni fatte e della tabella 7.2 si vede come i formati adatti alla conservazione di un'immagine "Master" siano soltanto il TIFF ed il PNG. Quest'ultimo, avendo la possibilità di inserire al suo interno una serie di campi descrittivi (metadati), appare come il più adatto in assoluto per questo impiego.

Altro discorso vale per le immagini da distribuire all'utenza finale in fase di fruizione. Potranno essere previste diverse possibilità in funzione della modalità di accesso ai dati. Nella maggior parte dei casi si assisterà ad un accesso via Internet alle risorse informative, con inevitabili limitazioni di banda. In questo caso una compressione con perdita può essere sicuramente tollerata, ed il formato JPEG è la scelta più adatta a questo scopo per tutte le immagini di genere "fotografico" analoghe a quella mostrata in fig. 7.2. Per tutti i materiali grafici non originati da scansione ed dotati di un numero limitato di colori con tinte piatte (senza sfumature), come loghi e marchi, il GIF potrà essere la scelta migliore anche in virtù della capacità di avere un canale alfa, e quindi di poter fornire un'immagine sovrapponibile in trasparenza ad altre immagini.



*Figura 7.3 – Esempi di artefatti prodotti dai vari formati nei dettagli dell'immagine: a) Formati TIFF e PNG a 24 bit, nessun artefatto; b) Formato GIF; c) JPEG a compressione intermedia; d) JPEG a compressione spinta.*

Analoghe considerazioni valgono per suoni e spezzoni video anche se in questo caso l'occupazione di memoria coinvolta può essere talmente spinta da non permettere la distinzione tra copia "master" e copia per la

fruizione. Le fasi in cui generalmente si utilizza un formato non compresso o compresso in modalità "lossless" riguardano quelle della produzione e del montaggio. Si pensi ad esempio ad una sequenza video costituita dal "collage" di più parti originate da fonti diverse. Laddove la Biblioteca Digitale debba provvedere ad una composizione del genere si dovrà tener conto che la fase montaggio degli spezzoni dovrà avvenire su porzioni non compresse, mentre sia il prodotto finale da conservare in archivio che quello da impiegare per la fruizione remota, dovranno essere in un formato compresso come MPEG o AVI.



## Riferimenti Bibliografici

Brown, C. W., and B. J. Sheperd. 1995. Graphics File Formats, Reference and Guide. Greenwich, Conn.: Prentice Hall.

Franziska Frey, "File Formats for Digital Masters", Digital Library Federation web site, Council on Library and Information Resources, 2000. (<http://www.rlg.org/visguides/visguide5.html>)

Kibirige, H M, Telecommunications alternatives in accessing image intensive digital libraries, Electronic Library; 18 (5) 2000, p.347-53

Jacob Ziv and Abraham Lempel. A universal algorithm for sequential data compression. IEEE Transactions on Information Theory, IT-23(3):337-343, May 1977.

T. A. Welch. A technique for high performance data compression. IEEE Computer, 17(6):8-20, Jun 1984.

Dale, Robin. "Lossy or Lossless? File Compression Strategies Discussion at ALA," RLG DigiNews, Vol.3, N.1, 1999. (<http://www.rlg.org/preserv/diginews/diginews3-1.html>)

CompuServe, Incorporated, Graphics Interchange Format (sm), July 1990. La versione in modo testo dello standard è disponibile via ftp anonimo da <ftp://ftp.ncsa.uiuc.edu>

ISO/IEC JTC1 CD 10918, Digital compression and coding of continuous still images — part 1: requirements and guidelines, ISO, 1993.

Raccomandazione ITU-T T.81, Information Technology – Digital Compression and Coding of Continuous-tone Still Images – Requirements and Guidelines, 1993.

JPEG Algorithm and Associated Data Structures, Mark D. Schroeder, University of North Dakota.

(<http://people.aero.und.edu/~mschroed/jpeg.html>)

V. Bhaskaran and K. Konstantinides, Image and video compression standards— Algorithms and Architectures, Second Edition, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1997.

Caratteristiche del sistema AVID media composer, Avid Technology, Inc., One Park West, Tewksbury, MA 01876, USA.

(<http://www.avid.com/products/composer/features.shtml>)

Anne R. Kenney, Louis H. Sharpe II, Barbara Berger, Rick Crowhurst, D. Michael Ott, and Allen Quirk, Illustrated Book Study: Digital Conversion Requirements Printed Illustrations, Report to the Library of Congress - Preservation Directorate, Contract #IN97C-22/97CLCCT7021 , July 1999

(<http://www.loc.gov/preserv/rt/illbk/ibs.htm>)

Image Quality Working Group of ArchivesCom, a joint Libraries/AcIS committee, Technical Recommendations for Digital Imaging Projects, Last Revised April 2, 1997, (<http://www.columbia.edu/acis/dl/imagespec.html>)

ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 1, ISO/IEC FCD 15444-1: Information technology — JPEG 2000 image coding system: Core coding system [WG 1 N 1646], March 2000, (<http://www.jpeg.org/FCD15444-1.htm>).

Abby Smith, Strategies for Building Digitized Collections, Digital Library Federation - Council on Library and Information Resources, Washington, D.C., September 2001.

Kenney, Anne R., and Oya Y. Rieger, 2000. Moving Theory into Practice: Digital Imaging for Libraries and Archives. Mountain View, Calif.: Research Libraries Group. (<http://www.rlg.org/preserv/mtip2000.html>).

Journal Storage (JSTOR). (<http://www.JSTOR.org>).

Don Williams, Selecting a Scanner, Guides to Quality in Visual Resource Imaging, Council on Library and Information Resources, 2000, (<http://www.rlg.org/visguides/visguide2.html>).

Scot Hacker, MP3: The Definitive Guide, O'Reilly, 2000, ISBN 1 56592 661 7