

## 7.1 - Modellazione Raster dello Spazio

Esiste una profonda differenza concettuale tra la rappresentazione di un oggetto tramite un punto (p.e. un pozzo o un traliccio a scale adeguate) e un altro tipo di entità puntuale quale può essere, ad esempio, la quota del terreno misurata in un certo punto. Nel primo caso il punto è la rappresentazione geometrica di un oggetto avente una sua completezza, nel secondo caso abbiamo una grandezza che si estende su tutto lo spazio (p.e. la quota del terreno) e che viene misurata in un insieme finito di punti; queste grandezze sono dette “campi”.

Nel primo caso possiamo parlare di Punto-oggetto, nel secondo di Punto-misura. Nel caso di un Punto-oggetto, esso indica la presenza di un'entità e all'intorno di essa, se non vi sono altri punti, non esistono entità dello stesso tipo. Nel caso invece del Punto-misura, la presenza di una primitiva indica il valore di una grandezza che è definita anche nell'intorno del punto stesso, anche se non vi sono altri Punti-misura. La mancanza di altri Punti-misura è dovuta a incompletezza dell'informazione, ma, dato una qualunque coppia di coordinate, sarebbe possibile definire un nuovo Punto-misura calcolando o misurando la grandezza in quel punto.

Oltre ai valori di quota del terreno, sono casi interessanti di Punti-misura le misure di piovosità, o di temperatura, o anemometriche raccolte in una serie di stazioni meteorologiche, ma che ovviamente si riferiscono a grandezze definite su tutto lo spazio; oppure le misure di temperatura e salinità dell'acqua del mare raccolte da navi oceanografiche, anch'esse conoscenza parziale e puntuale di grandezze definite su un'area molto vasta.

Quando una grandezza è definita su tutto lo spazio essa può essere rappresentata in modo analitico (cioè tramite un'equazione) oppure tramite valori definiti in una serie di punti, oppure ancora sfruttando linee o aree. Nell'esempio tipico della quota del terreno può essere rappresentata tramite punti quotati, o tramite curve di livello (linee) o tramite aree che definiscono regioni con quota compresa tra intervalli prefissati. Molto spesso si adottano contemporaneamente più tecniche.

L'utilizzo di punti-misura e linee isovalore per rappresentare grandezze definite su tutto lo spazio ha due ragioni storiche molto interessanti:

- le prime rappresentazioni di campi sono state fatte tramite strumenti grafici tradizionali e un campo non è rappresentabile con carta e penna se non tramite punti-misura e linee isovalore;
- le rappresentazioni tramite punti-misura e linee isovalore hanno il grande vantaggio di poter essere modulare in funzione dell'interesse; punti misura possono essere più densi in aree di interesse e meno densi in altre;
- la rappresentazione tramite linee isovalore permette di apprezzare non solo il valore della grandezza, ma anche grandezze derivate.

I Punti-misura che descrivono una certa grandezza possono essere distribuiti in modo irregolare o regolare: in quest'ultimo caso si parla di pixel. Il termine pixel deriva da “picture element” e indica una parte di un'immagine che è stata divisa in modo regolare in piccoli elementi.

L'idea di dividere un'immagine o in genere un “obiettivo di analisi” in una serie di elementi regolari (tassellazione) in modo da poter misurare quantità associate ai singoli elementi è abbastanza comune; sono esempi di tassellazione:

- Rasterizzazione di immagini fotografiche
- Rilevamento di immagini da satellite o da aereo tramite scanner
- Immagine televisiva
- Rilevamento per inventari forestali
- Rilevamento sistematico per l'archeologia.

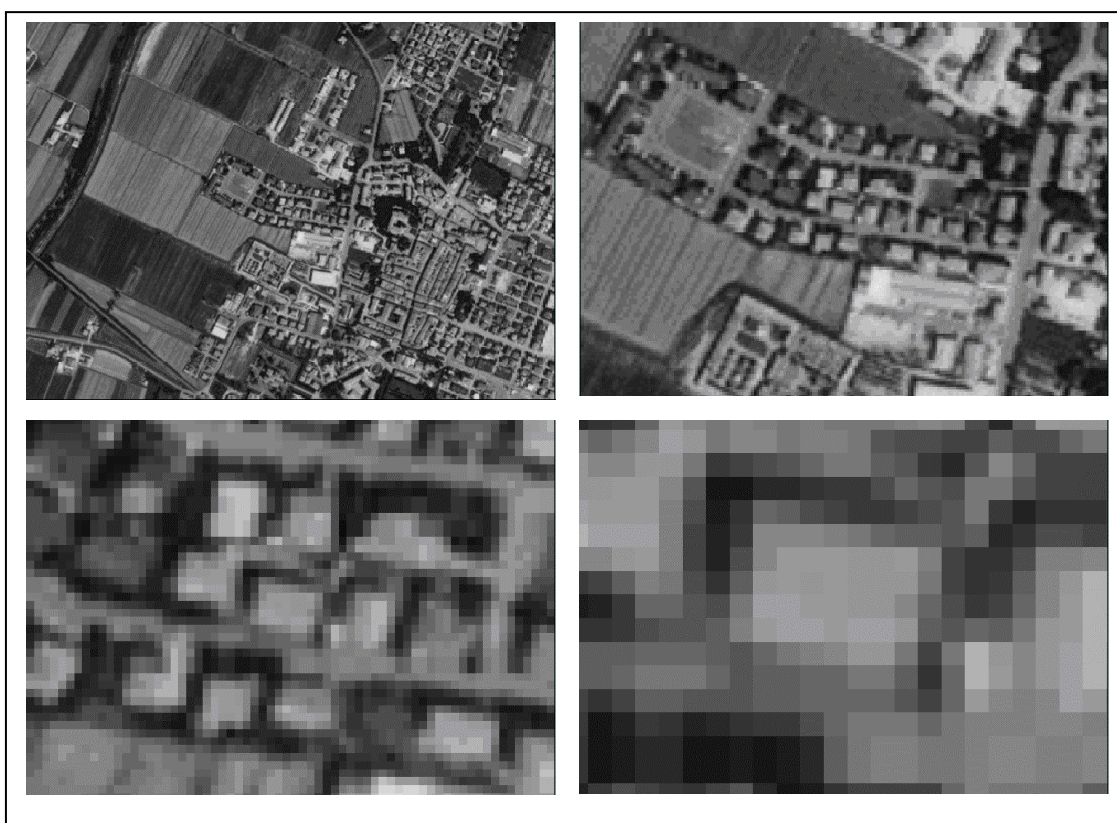
Come si vede la tassellazione non è soltanto un'eredità tecnologica, ma è stata utilizzata anche in settori disciplinari prima dell'avvento delle tecnologie elettroniche e informatiche.

La tassellazione occupa per definizione tutto lo spazio (o almeno quello in cui è definita la grandezza in esame) e ogni pixel ha un valore. La dimensione dei pixel è, salvo rare eccezioni, costante, indipendentemente dalla variabilità della grandezza.

Su questo concetto si basa il modello raster utilizzato per i dati territoriali. Lo spazio è considerato diviso in celle quadrate, più raramente rettangolari, appoggiate su una griglia regolare: la cella è l'unità di informazione (grid cell o pixel).

Nella logica dei vettori (punto, linea e area) esiste uno spazio vuoto in cui sono definiti alcuni oggetti; nella logica raster esiste un oggetto che permea tutto lo spazio e che è misurato in un insieme finito di elementi. Punto, linea e area rappresentano oggetti; il pixel non rappresenta un oggetto, ma è il luogo dove una grandezza assume un certo valore.

Quanto detto sembra contrastare con l'esperienza corrente, per cui in un'immagine rasterizzata noi vediamo "oggetti". In realtà gli oggetti che vediamo sono il risultato della nostra capacità elaborativa, e non sono contenuti in modo esplicito nell'immagine. Una sequenza di immagini ottenute da una foto aerea e ingrandite ogni volta di un fattore 3 mostra chiaramente come un pixel sia il luogo dove una grandezza (in questo caso la riflettanza) assume un certo valore e non si possa in alcun modo associare ad un pixel uno specifico oggetto.



La forma dei pixel deve essere tale da permettere di coprire in modo sistematico l'area di interesse. Sarebbe pertanto possibile usare, in linea di principio, pixel triangolari, esagonali, rettangolari e quadrati; tuttavia la forma dei pixel è generalmente quadrata in quanto: la stessa dimensione sui due assi facilita le operazioni matematiche. Nella maggior parte dei casi la tecnologia di acquisizione ha meccanismi indipendenti sul controllo della risoluzione sui due assi e quindi una tassellazione rettangolare sarebbe possibile. Così è stato ad esempio sui primi satelliti della serie Landsat, dove il pixel aveva dimensioni il cui rapporto era circa  $\frac{3}{4}$ . La tendenza attuale tuttavia è quella di avere pixel quadrati.

In un'immagine telerilevata, da satellite o da aereo, ciascun pixel è un Punto-misura che porta un'informazione relativa ad una parte di territorio. Possiamo immaginarci due processi diversi per arrivare a questo risultato: in un caso si riprende una fotografia tradizionale del territorio che sta al nadir dell'aereo o satellite e questa immagine viene tassellata; nell'altro è il territorio che viene tassellato. In ciascuno dei due casi, tuttavia, la misura associata ad un pixel è un valore di riflettanza di un'areola elementare di territorio. La struttura geometrica dei pixel nel dato raster è l'immagine della struttura

geometrica dei tasselli sul territorio: due pixel adiacenti su un asse nell'immagine corrispondono a misure effettuate sul territorio riguardanti due tasselli anch'essi adiacenti.

E' importante ricordare che un pixel non rappresenta un oggetto e il valore di radianza rappresenta una misura, non l'attributo di un'entità territoriale. Tuttavia i valori di radianza dipendono dagli oggetti presenti sul territorio per cui i pixel riportano, in una logica di contesto e non di singolo pixel, informazioni relative a tali oggetti.

## 7.2 - Il layer raster

Se abbiamo un'immagine che rappresenta un certo fenomeno e questa deve essere trattata all'interno di un sistema GIS, deve essere risolto il problema di relazionare l'immagine con lo spazio geografico. Come nel mondo vettoriale una primitiva, punto, linea o area che sia, si riferisce allo spazio per il fatto di essere espressa tramite coordinate, così deve accadere per un'immagine. In pratica ciascun pixel dell'immagine deve essere dotato di una coppia di coordinate che ne esprimono la posizione.

Associare a ciascun pixel di un'immagine una coppia di coordinate sarebbe estremamente dispendioso in termini di quantità di dati; esiste infatti la possibilità di relazionare ogni pixel al piano geografico in modo implicito, facilmente gestibile a livello informatico.

Un'immagine si rappresenta tramite una matrice, dove ciascun elemento è caratterizzato da un indice di riga  $i_r$  e uno di colonna  $i_c$ . In genere l'indice di riga assume il valore 1 per la prima riga in alto e valori successivi muovendosi dall'alto verso il basso; l'indice di colonna assume il valore 1 per la prima colonna a sinistra e valori successivi muovendosi da sinistra verso destra.

Il diagramma mostra una matrice raster con un sistema di coordinate cartesiane. L'asse X è orizzontale e l'asse Y è verticale. L'indice di riga è indicato da una freccia che punta verso il basso, e l'indice di colonna da una freccia che punta verso la destra. La matrice è una tabella di 10 righe e 10 colonne con i seguenti valori:

7	66	70	67	26	24	30	30	32	28
7	8	77	77	27	26	25	28	27	27
7	9	75	80	89	24	24	28	28	23
7	10	11	83	90	24	27	27	29	26
8	9	90	82	22	24	30	32	26	28
8	9	86	87	24	26	31	32	29	30
8	8	80	83	75	26	27	29	30	31
8	8	10	77	67	25	27	28	31	29
9	10	11	11	22	24	25	27	29	28
7	7	11	10	10	27	25	25	24	21

L'immagine, a sua volta, descrive una zona di territorio, e possiamo quindi immaginarla come adagiata all'interno dello spazio geografico che rappresentiamo con la presenza di due assi cartesiani.

Supponiamo di conoscere le coordinate geografiche  $(X_0, Y_0)$  del pixel di coordinate matriciali (1,1), cioè del pixel in alto a sinistra. Supponiamo ancora che l'immagine sia orientata in modo che le sue righe siano parallele all'asse delle X, e che la dimensione dei pixel, quadrati, sia  $\Delta$ .

Noto questo, le coordinate geografiche del pixel alla colonna 2 e alla riga 1 (quello immediatamente a destra al pixel di riferimento) saranno  $(X_0 + \Delta, Y_0)$ , le quelle del pixel alla colonna 3 e alla riga 2 saranno  $(X_0 + \Delta + \Delta, Y_0 - \Delta)$ , e così via rispettando la formula generale:

$$(X, Y)_{i_r, i_c} = ( X_0 + (i_c - 1) * \Delta , Y_0 - (i_r - 1) * \Delta )$$

Con semplici modifiche la formula riesce ad esprimere la relazione tra coordinate matriciali e coordinate reali nel caso di pixel non quadrati e anche nel caso in cui non vi sia parallelismo tra le righe della matrice e l'asse delle ascisse.

In genere si intende come coordinate del pixel le coordinate del suo punto centrale. Se il pixel è di dimensioni relativamente grandi, può essere utile considerare come origine della matrice non il centro del pixel (1,1), ma il vertice in alto a sinistra dello stesso pixel, cioè il punto più in alto a sinistra della nostra informazione. In questo caso la formula precedente assume la forma più corretta

$$(X, Y)_{i_r, i_c} = ( X_0 + (i_c - 1) * \Delta + \Delta / 2 , Y_0 - (i_r - 1) * \Delta - \Delta / 2 )$$

### 7.3 - Da raster a vector

Si consideri un'immagine relativa alla ripresa di una zona a cavallo della linea di costa. I valori di radianza indicano, con valori bassi, l'area scura del mare; altri valori abbastanza elevati indicano il forte riflesso di una spiaggia di sabbia e infine valori intermedi rappresentano una zona boscata (p.e. una pineta) a ridosso della spiaggia

Supponiamo di avere le informazioni necessarie per dire che in questa zona e nelle condizioni in cui è stata acquisita l'immagine i valori di radianza compresi tra 0 e 15 indicano "mare", quelli compresi tra 20 e 35 "pineta" e infine quelli tra 70 e 100 "spiaggia". Siamo allora in grado di trasformare la prima matrice in una seconda matrice, in cui ad ogni valore di radianza è stato

7	66	70	67	26	24	30	30	32	28
7	8	77	77	27	26	25	28	27	27
7	9	75	80	89	24	24	28	28	23
7	10	11	83	90	24	27	27	29	26
8	9	90	82	22	24	30	32	26	28
8	9	86	87	24	26	31	32	29	30
8	8	80	83	75	26	27	29	30	31
8	8	10	77	67	25	27	28	31	29
9	10	11	11	22	24	25	27	29	28
7	7	11	10	10	27	25	25	24	21

di radianza è stato sostituito un valore simbolico che indica mare (con 1), pineta (con 3) e spiaggia (con 2).

1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

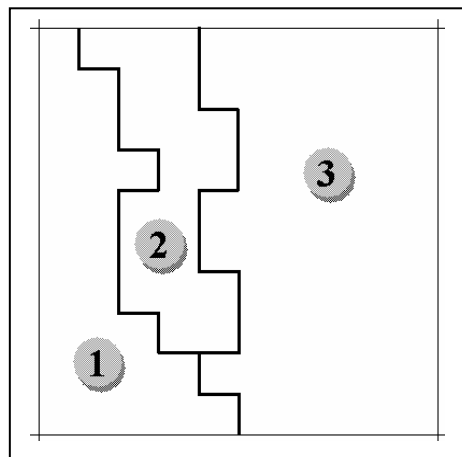
Nella matrice così ottenuta, è evidente il fatto che un pixel non rappresenta un oggetto, bensì una zona dello spazio che fa parte di un oggetto. L'operazione eseguita si chiama classificazione e trasforma misure fisiche in simboli.

Poiché ogni pixel identifica una parte di spazio che fa parte di un oggetto, due o più pixel adiacenti con lo stesso valore simbolico saranno tutti riconducibili allo stesso oggetto sul territorio.

1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

Questa operazione, detta accorpamento, permette di definire insiemi di pixel che si differenziano da altri insiemi per il valore del simbolo associato. Se evidenziamo questa separazione con una linea si ha la ricostruzione geometrica dei bordi dell'oggetto iniziale; tale ricostruzione ovviamente risente della quantizzazione dovuta alla forma e alle dimensioni del pixel.

Finalmente eliminiamo le quadrettature dovute alla presenza dei pixel. Le linee che rimangono descrivono gli oggetti presenti sul territorio (mare, pineta, spiaggia) in termini di aree, cioè di elementi vettoriali.

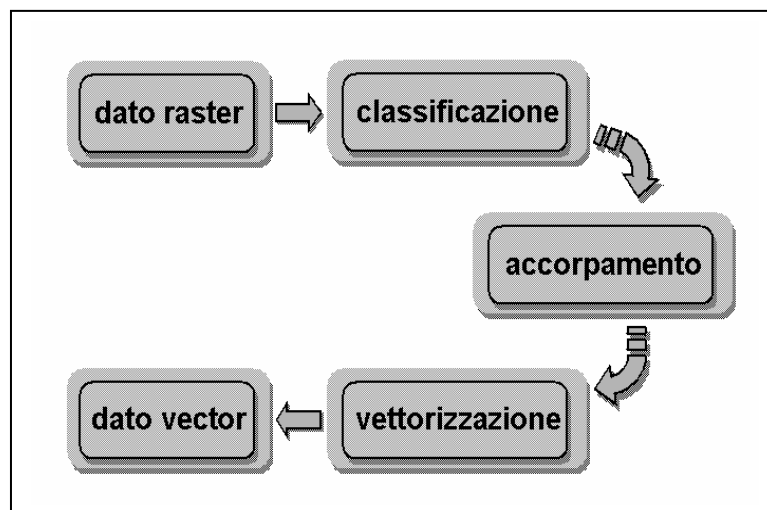


Il passaggio dal mondo delle misure al mondo degli oggetti ha richiesto i seguenti passi:

- un processo di classificazione (si noti che questo processo esula da un mondo strettamente GIS in quanto richiede la competenza di un esperto disciplinare o almeno la presenza di un modello messo a punto in un contesto disciplinare);
- un processo di accorpamento, secondo il quale i singoli pixel sono considerati parti di entità geometriche più ampie;
- un processo di vettorizzazione che trasforma i bordi di alcuni pixel in aree.

In genere il mondo raster è più adatto a misurare grandezze che variano con continuità mentre con oggetti di tipo vettoriale si rappresentano bene oggetti il cui carattere principale è la discontinuità al bordo. Una indiretta conseguenza di questo è che il mondo raster rappresenta meglio oggetti “naturali” e il mondo vector oggetti creati dall’uomo.

Il processo che abbiamo seguito per il trattamento di un’immagine telerilevata è di fatto un processo che trasforma un’informazione relativa ad una grandezza continua sul territorio (la radianza) in altre informazioni relative alla presenza di oggetti ben definiti. La prima grandezza è rappresentata in raster, le altre sono rappresentate tramite vettori.



Riprendendo l’esempio della quota del terreno, è evidente che la rappresentazione più adatta all’interno di un sistema GIS è quella raster; tuttavia sulla carta disegnata non è possibile rappresentare una grandezza per pixel e si ricorre ad una rappresentazione vettoriale tramite curve isovalore. Questa rappresentazione ha il vantaggio che l’informazione è più densa là dove la grandezza varia più velocemente (nelle zone impervie) e ha densità bassa dove la grandezza varia più lentamente (pianura). In pratica la rappresentazione è migliore dove serve che sia migliore.

Al contrario la rappresentazione raster usa pixel tutti delle stesse dimensioni sia quando sarebbe opportuno averne una maggiore densità (zone impervie) sia quando i pixel gestiti sono inutili (ampie zone pianeggianti).

#### 7.4 - Vari tipi di immagini

Esistono diversi tipi di immagini raster che riportano informazioni sul territorio. A seconda del tipo il contenuto informativo varia e analogamente varia la gestione all'interno di uno strumento GIS. I diversi tipi di immagini raster sono descritti di seguito.

##### Immagini fisiche

Nel caso delle immagini fisiche ogni pixel indica una misura effettuata in una particella di territorio relativa ad una grandezza definita in genere in modo continuo sul territorio stesso. Nel caso più comune la particella è quadrata (pixel) e la misura può riferirsi:

1. al valore medio che la grandezza prende all'interno del pixel;
2. ad un valore estremo che la grandezza prende all'interno del pixel (massimo o minimo);
3. al valore che la grandezza prende nel centro del pixel.

Nel caso di immagini telerilevate da aereo o da satellite e acquisite tramite uno scanner, la grandezza che si misura è la quantità di energia proveniente dal pixel per meccanismi di riflessione o di emissione; poiché il sensore fa un'unica misura dell'energia proveniente dal pixel, siamo nel primo caso.

Dovendo creare una mappa di visibilità (quali punti sono visibili da un certo punto in funzione dell'orografia) dovremo trattare dati altimetrici. Se questi sono un'immagine raster, è molto meglio conoscere la quota massima che il terreno raggiunge all'interno del pixel che non la quota media. Siamo quindi nel secondo caso. (Questa affermazione è tanto più vera quanto più grandi sono le dimensioni del pixel).

Come esempio del terzo caso possiamo citare gli inventari basati su una tassellazione del terreno. Viene rilevata una grandezza al centro del pixel (p.es. l'altezza di alberi nel caso di un'inventario forestale) e si suppone che la grandezza assuma lo stesso valore su tutto il pixel. La validità di questa assunzione è tanto maggiore quanto più grande è il numero di pixel che vengono trattati.

Un'immagine fisica si presenta tipicamente come in figura, cioè con valori che variano in continuazione da un pixel all'altro, spesso in modo relativamente continuo. Poiché in genere la grandezza trattata è continua, un'immagine fisica è interpolabile.

7	66	70	67	26	24	30	30	32	28
7	8	77	77	27	26	25	28	27	27
7	9	75	80	89	24	24	28	28	23
7	10	11	83	90	24	27	27	29	26
8	9	90	82	22	24	30	32	26	28
8	9	86	87	24	26	31	32	29	30
8	8	80	83	75	26	27	29	30	31
8	8	10	77	67	25	27	28	31	29
9	10	11	11	22	24	25	27	29	28
7	7	11	10	10	27	25	25	24	21

Un'immagine fisica può essere georeferenziata, in modo da poter essere appoggiata in modo coerente su altri dati geografici. Dopo la georeferenziazione, ad ogni pixel dell'immagine è associabile una coppia di coordinate; queste tuttavia non vengono esplicitate in quanto, se le dimensioni del pixel dell'immagine sono note e è nota anche l'orientazione dell'immagine (in genere le righe sono orientate Est-Ovest), è sufficiente conoscere le coordinate di un singolo pixel (spesso quello in alto a sinistra); le altre sono facilmente ricavabili.

Un'immagine fisica può essere compressa sia con algoritmi non distruttivi (cioè che lasciano invariati i valori di tutti i pixel), ma anche con algoritmi distruttivi (cioè che modificano i valori di alcuni pixel, anche se in modo trascurabile per un'analisi visiva). L'utilizzo di algoritmi distruttivi è possibile in quanto l'immagine è in genere usata per essere vista.

### Immagine classificata

In un'immagine classificata ad ogni pixel è associato un valore simbolico, il cui significato è da ricercarsi all'interno di una legenda predefinita.

Un esempio di immagine classificata è una mappa raster di copertura del suolo, dove ogni pixel assume un valore (numerico o alfabetico); per risalire al contenuto del pixel occorre una tabella che associ al valore del pixel il tipo di copertura del suolo.

Un'immagine classificata può essere generata da diversi processi:

1. Classificazione di un'immagine fisica. Il processo di classificazione trasforma, secondo un modello predefinito, insiemi di pixel che riportano il valore di una grandezza in insiemi di pixel che indicano "classi". Nel caso di un'immagine telerilevata i valori di radianza possono essere trasformati in simboli che indicano classi di "land cover".
2. Rasterizzazione di dati vettoriali. Una mappa vettoriale, ad esempio di aree con associato un valore, può essere rasterizzata sovrapponendo ad essa una griglia e assegnando ad ogni pixel della griglia il valore dell'area corrispondente. In questo caso non si ha un processo di classificazione in quanto la mappa vettoriale è già un dato "classificato", ma soltanto una variazione del modello geometrico.
3. Acquisizione. Questo caso è identico al terzo caso del punto precedente, salvo il tipo della grandezza considerata. Se la grandezza che viene acquisita non è una grandezza fisica su cui si possono fare ipotesi di continuità, ma una grandezza che descrive una tipologia, l'immagine risultante è un'immagine classificata; di fatto quando durante l'acquisizione di associa ad un pixel il valore di una grandezza che descrive dei "tipi", è l'operatore stesso che ha fatto un processo di classificazione. Nel caso di un inventario forestale, una grandezza di questo tipo può essere, ad esempio, l'essenza delle piante.

Un'immagine classificata si presenta come in figura, cioè con valori raggruppati in blocchi e senza alcuna idea di continuità. Poiché la grandezza trattata è discontinua, un'immagine fisica non è interpolabile.

Un'immagine classificata può essere georeferenziata, in modo analogo ad un'immagine fisica e quindi sono calcolabili le coordinate di ciascun pixel, note in genere in modo implicito.

1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
1	1	1	1	1	3	3	3	3	3

Un'immagine classificata può essere compressa unicamente con algoritmi non distruttivi. L'uso di algoritmi distruttivi infatti potrebbe portare alla modifica di valori di pixel assegnando addirittura valori che non hanno un corrispondente nella legenda.

### Immagine cartografica

Si intende con immagine cartografica un documento raster ottenuto dalla scansione tramite uno strumento rasterizzatore di una carta. Da un punto di vista strettamente fisico ogni pixel indica una misura di riflettanza effettuata in una zona di una carta e quindi l'immagine potrebbe essere considerata un'immagine fisica; tuttavia l'informazione acquisita (quella contenuta nella carta) è un'informazione che viene a valle di una classificazione (quella dell'operatore che ha costruito la carta).

Se un'immagine cartografica riguarda una cartografia in bianco e nero, come accade nella maggior parte dei casi, l'immagine è binaria e i normali algoritmi di compressione sono in questo caso molto efficienti; immagini di aree relativamente grandi hanno quindi una dimensione contenuta. In un caso analizzato, un'immagine in bianco e nero di 10760 x 8850 pixel (oltre 95 Mpixel) in formato TIFF ha una dimensione di circa 2500 Kbyte.

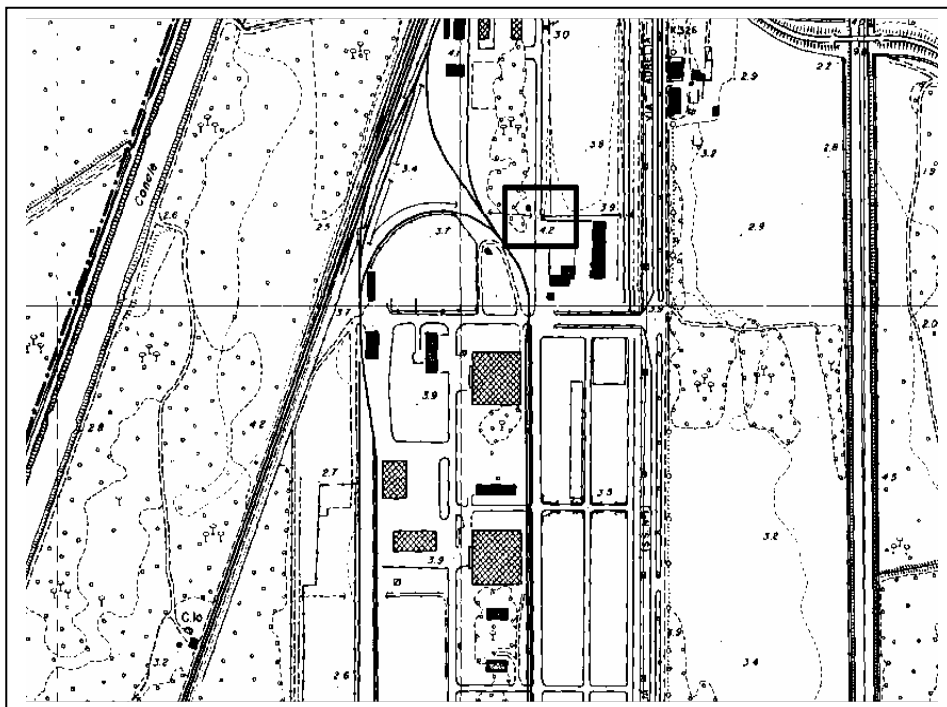
L'immagine cartografica è uno strumento di grande valore in quanto permette di interpretare al meglio informazioni vettoriali che, riprodotte da sole, sarebbero di lettura difficile e non rapportabili ad un contesto; inoltre questa metodologia permette di utilizzare l'enorme quantità di materiale cartaceo esistente inserendolo, a costi contenuti, in strumenti GIS.

Un'immagine cartografica di tipo binario si presenta come in figura, coi valori ad 1 raggruppati in strutture lineari che riportano i tratti del pennino sulla carta. Come per un'immagine classificata, la grandezza riportata è discontinua e quindi l'immagine non è interpolabile.

Un'immagine cartografica viene in genere georeferenziata, e questa operazione è semplice e accurata a causa della natura stessa della carta.

1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Una cartografia rasterizzata o base raster appare come nella figura seguente, cioè né più né meno di come appare sulla carta da cui proviene. La zona segnata da un rettangolo è stata ingrandita nella figura seguente per evidenziare la struttura raster dell'informazione.



### Immagini fotografiche

Le immagini fotografiche sono le comuni fotografie che, all'interno di uno strumento GIS, possono essere usate per documentare oggetti di particolare interesse. Ad esempio, immagini fotografiche di ciminiere, edifici, monumenti possono essere utilizzate per creare catasti georeferenziati di tipo ambientale, per applicazioni urbanistiche, per strumenti di ottimizzazione dei percorsi turistici.

L'immagine è memorizzata secondo uno dei formati commerciali noti e viene richiamata in un'apposita finestra quando necessario. Sull'immagine non si fanno elaborazioni, ma solo eventuali interventi per migliorarne la qualità.

Le immagini fotografiche vengono georeferenziate in modo diverso dalle altre. Mentre nei casi precedenti ogni pixel era associabile ad una coppia di coordinate, in questo caso tutta l'immagine si riferisce ad un'entità e viene associata ad essa. Sono possibili i seguenti casi:

- L'immagine fotografica (o foto) si riferisce ad un oggetto già rappresentato nell'archivio GIS, ad esempio con una primitiva punto. La foto può essere un attributo dell'oggetto e la sua georeferenziazione è quindi quella dell'oggetto;
- La foto non si riferisce ad alcun oggetto già esistente nell'archivio GIS, ma si riferisce comunque ad un'entità territoriale. In questo caso si definisce un nuovo oggetto, modellato dalla primitiva punto, cui è associata, come attributo, la foto. Il punto ha le coordinate dell'entità territoriale. Questo modello può essere più complicato sulla base di altre considerazioni, come ad esempio il fatto che l'entità territoriale sia abbastanza estesa da essere modellata come area, oppure la necessità di inserire, come ulteriore attributo, le coordinate del punto di ripresa, o caratteristiche tecniche della ripresa (tipo di pellicola, di obiettivo, ecc.);
- La foto non si riferisce ad alcun oggetto già esistente nell'archivio GIS, né ad alcuna entità territoriale ben definita (è il caso, ad esempio di un panorama). Si può procedere come nel caso precedente, definendo un nuovo oggetto areale di forma indicativamente triangolare (la vista della foto) e associando ad esso la foto come attributo. Si può in alternativa prendere in considerazione come nuovo oggetto il punto di ripresa e associare ad esso, come attributi, la foto, la direzione di ripresa, l'apertura della vista, ed altre eventuali caratteristiche tecniche della ripresa.

La tabella che segue riporta in sintesi quali trattamenti possono essere applicati ai vari tipi di immagine.

<i>Tipo immagine</i>	<i>Visualizzazione</i>	<i>Classificaz.</i>	<i>Elabor. GIS</i>	<i>Interpolaz.</i>	<i>Registrazione</i>
Fisica	SI (come strato)	SI	NO	SI	Completa
Classificata	SI (come strato)	NO	SI	NO	Completa
Cartografica	SI (come strato)	NO	NO	NO	Completa
Fotografica	SI (come foto)	NO	NO	SI	Punti privilegiati

### **7.99 - Il modello raster – Autovalutazione**

1. Qual è la differenza tra un oggetto rappresentato con un punto e un punto che indica una misura?
2. Cosa è il pixel? Quale informazione porta?
3. A quali dati si adatta il modello raster?
4. Cosa vuol dire classificare un'immagine raster?
5. Elencare i 4 tipi di immagini e specificarne le caratteristiche?
6. Cosa vuol dire registrare un'immagine?
7. Quali tipi di immagini è possibile registrare?
8. Cosa vuol dire registrare un'immagine?