8. DATI SEMPLICI E STRUTTURE DATI

Iniziamo dando la definizione di "**tipo di dato**"

Un **tipo di dato** è una entità caratterizzata dai seguenti elementi:

- **un insieme X di valori** che rappresenta il "*dominio*" del tipo di dato;
- **un insieme non vuoto di costanti** che caratterizzano l'insieme X;
- **un insieme di operazioni** che si possono effettuare sull'insieme X.

I tipi di dato possono essere classificati in :

a) **tipi elementari o tipi semplici**, i cui dati non sono costituiti da altri dati;

b) **tipi strutturati,** i cui dati sono aggregazioni di tipi elementari e/o strutturati che è possibile estrarre tramite opportune operazioni.

Ogni linguaggio di programmazione prevede alcuni tipi di dato. **Qui tratteremo i più usati**.
La maggior parte dei linguaggi di programmazione consente al programmatore di definire propri tipi di dato così da renderli più vicini al problema in esame.
Questi tipi di dati sono conosciuti come **TIPI DI DATI ASTRATTI o ADT Abstract Data Type** e vanno trattati a parte.

In pratica attraverso la tecnica dell'ADT è possibile definire nuovi tipi di dato sostanzialmente più complessi e maggiormente inerenti la realtà del problema osservato. Si parla quindi di **astrazione sui dati** in quanto si realizza una astrazione sia dalla loro realizzazione fisica sia dalla loro implementazione dettagliando il nuovo dato in funzione delle operazioni ammesse per la loro manipolazione.

In altre parole durante l'attività di programmazione nel passaggio dal **problema** al **programma** eseguibile finale il concetto di **modello dei dati** o **struttura dati** compare trasversalmente:

(1) **a livello del progetto** ossia durante la fase astratta indipendentemente dalla tecnologia

(2) **a livello di codifica** ossia durante la fase di codifica o implementazione del programma

(3) **a livello interno o fisico** ossia a livello della modalità di memorizzazione a livello della memoria principale e/o secondarie dell'elaboratore.

1) A LIVELLO DEL PROGETTO **con il termine "struttura dati"** si intende una STRUTTURA DATI ASTRATTA che è definita da:

- **un insieme base di elementi** in genere variabili che contengono i dati del problema
- **un insieme di regole** che determinano le relazioni tra i singoli elementi dell'insieme base;
- **un elenco di operazioni** che agiscono sull'insieme**.**

Invece di "struttura dati astratta" si utilizzano anche i termini "**modello dei dati"** o "**tipo di dato astratto o ADT".**

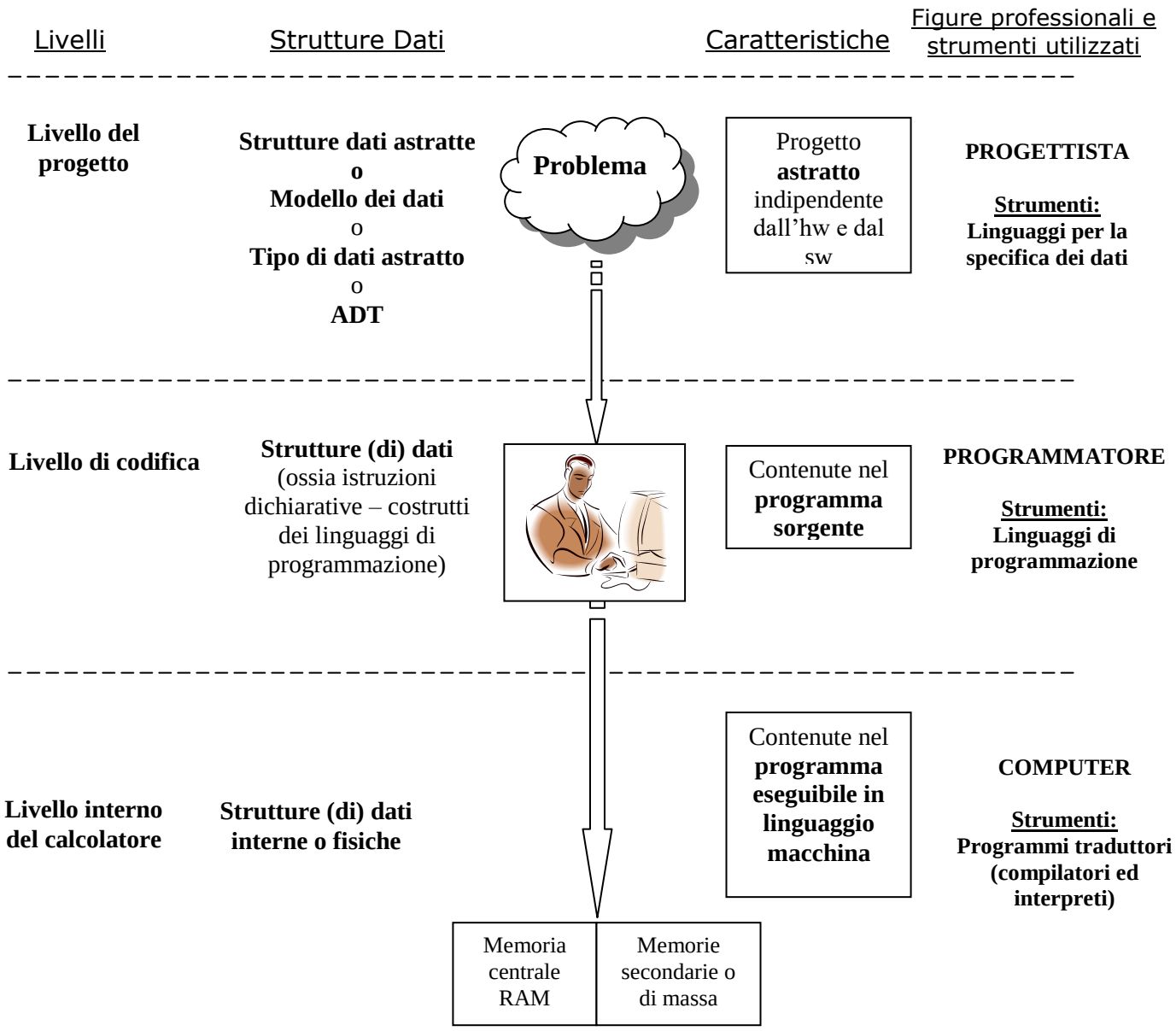
Il modello dei dati:

- NON dipende dal computer usato (hardware);
- NON dipende dal linguaggio di programmazione scelto per tradurre la struttura dati astratta e l'algoritmo nel programma sorgente.

Quindi il vantaggio di fornire una soluzione astratta del problema permette di NON ridefinire da capo il modello dei dati e l'algoritmo risolutivo ogni qualvolta si cambia elaboratore e/o linguaggio di programmazione.

2) A LIVELLO DI CODIFICA O IMPLEMENTAZIONE **con il termine "struttura dati"** si intendono i costrutti dei linguaggi di programmazione impiegati per realizzare nel programma sorgente il modello dei dati ossia la struttura dati astratta.
I **costrutti** dei linguaggi di programmazione per la **definizione delle strutture dati** si presentano come opportune frasi dichiarative, quindi non eseguibili, che descrivono al programma traduttore (compilatore o interprete) come organizzare i dati nel programma sorgente.

2) A LIVELLO INTERNO O FISICO **con il termine "struttura dati"** si intendono quelle strutture "fisiche" impiegate per memorizzare i dati nella memoria principale e/o di massa di un computer ossia sequenze di bit memorizzate e codificate opportunamente.



Abbiamo già visto cosa intendiamo con il termine struttura dati quando ci troviamo a livello di codifica. Ci si riferisce in pratica ad un raggruppamento di dati organizzati in base ad un criterio che rende possibile il trattarli come un unico oggetto.

In informatica esistono diversi tipi di strutture dati che possono essere differenziate in base alle seguenti caratteristiche:

- tipi di dati di cui sono composte: In questo caso si diranno **omogenee** le strutture dati composte da dati dello stesso tipo oppure **eterogenee** se composte da tipi di dati differenti;
- modalità di allocazione: In questo caso si diranno **statiche** se la dimensione riservata alla struttura dati in memoria, una volta fissata, non è più modificabile oppure **dinamiche** nel caso tale dimensione possa essere variata durante l'esecuzione;
- disposizione dei dati in memoria: In questo caso si diranno **sequenziali** se i singoli dati costituenti la struttura dati occupano locazioni contigue di memoria oppure **non sequenziali** se i singoli dati costituenti la struttura dati non occupano locazioni contigue di memoria;
- metodo di accesso: che si occupa del modo in cui è possibile individuare ogni singolo elemento all'interno della struttura dati. In questo caso si diranno ad **accesso sequenziale** quelle per le quali il reperimento di un singolo dato componente avviene scorrendo la struttura dall'inizio ed analizzando gli elementi uno dopo l'altro oppure ad **accesso diretto** quelle per le quali è possibile posizionarsi direttamente sull'elemento desiderato;
- supporto di memorizzazione: In questo caso si diranno **strutture di memoria** quelle memorizzate nella RAM e quindi cancellate ogni qualvolta si spenga l'elaboratore oppure **file o archivi** quelle memorizzate su dischi o nastri e che vengono quindi cancellate solo quando effettivamente richiesto.

N.B. In questa sezione ci occuperemo esclusivamente delle <u>strutture di dati di memoria allocate staticamente</u> sia dal punto di vista dell'ADT ossia della schematizzazione astratta della struttura dati sia dal punto di vista dei criteri di memorizzazione all'interno dell'elaboratore.

LA STRUTTURA DATI VETTORE O ARRAY MONODIMENSIONALE

DEFINIZIONE: Un **vettore o array monodimensionale** è una struttura dati di tipo *sequenziale*. a carattere *statico,* costituita da un insieme di elementi *omogenei* tra loro individuabili per mezzo di un indice (ossia ad *accesso diretto*).

A causa della sequenzialità della struttura dati vettore l'indice, i cui valori devono appartenere all'insieme dei numeri naturali, definisce **una relazione di odine totale** rispetto agli elementi componenti ossia permette di dire per ciascun elemento se precede o segue un altro nel'ambito del vettore stesso.

N.B. Nella PSEUDOCODIFICA per la dichiarazione di una variabile di questo tipo usare:
<Nome Vettore> **: ARRAY** [<MAXDIMENSIONE>] **DI** <Tipo Elemento>

Esempio: Se dichiaro **v: ARRAY [2] DI INT** mi riferirò ad un **array** monodimensionale contenenti **2** elementi di elementi del tipo **intero** di nome **v.**

L'organizzazione usata nel vettore è **rigida** ossia comporta alcuni svantaggi quando occorre manipolare i suoi elementi:

1. difficoltà di inserimenti o cancellazioni: proprio a causa della contiguità delle celle di memoria dove sono rappresentati gli elementi di un vettore, l'operazione di inserimento dovrebbe prevedere la riscrittura verso destra di tutti gli elementi a seguire (shift a destra) mentre l'operazione di cancellazione dovrebbe prevedere la riscrittura verso sinistra di tutti gli elementi a seguire (shift a sinistra) per non lasciare alcuna posizione di memoria inutilizzata nel vettore;
2. dimensione statica: è necessario fissare a priori un limite massimo di elementi che il vettore potrà contenere (limite massimo non modificabile durante l'esecuzione).

Operazioni sui vettori

Un vettore in un algoritmo non può mai essere manipolato come se fosse un unico oggetto ma si deve sempre operare sui singoli elementi componenti.
A **livello logico** si possono definire delle **operazioni** (alle quali corrispondono dei *sottoprogrammi* e quindi dei *sottoalgoritmi*) proprie di questo tipo di strutture dati:

- **CARICAMENTO o lettura;**
- **VISUALIZZAZIONE o stampa;**
- **SHIFT;**
- **ROTAZIONE;**
- **RICERCA;**
- **ORDINAMENTO.**

Altre operazioni che occasionalmente possono essere richieste che possono essere ottenute a a partire dalle precedenti sono:

- **copiatura;** tutta la struttura o parte di essa può dover essere copiata in un'altra struttura;
- **fusione;** può essere richiesta la combinazione di 2 o più strutture in una singola struttura
- **separazione;** opposta della precedente un'unica struttura può essere suddivisa in 2 o più strutture.

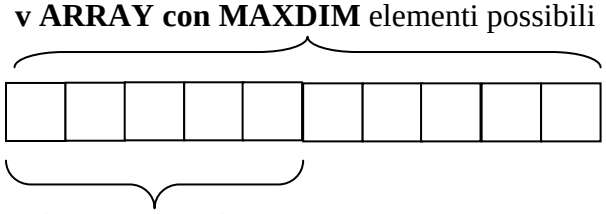
Il **CARICAMENTO o lettura** consente di assegnare un valore ad ogni elemento del vettore.

La **VISUALIZZAZIONE o stampa** consente di accedere a tutti gli elementi della struttura (oppure una sua parte) per visualizzarne il contenuto.

Esempio: Scrivere l'algoritmo risolutivo che permetta di caricare un qualunque vettore di interi di n elementi (con n minore o uguale alla massima dimensione fissata per il vettore in fase di dichiarazione) e visualizzarne successivamente i valori.

N.B. Invece di utilizzare esattamente tutti gli elementi fissati in fase di dichiarazione (ossia MAXDIM), lasceremo all'utente la scelta di impostare la lunghezza del vettore che desidera costruire ovviamente controllando che tale dimensione sia coerente con i limiti imposti
In questo consiste il concetto di FALSA DINAMICITA'.

Con la dichiarazione **v: ARRAY [MAXDIM] DI INT** noi chiediamo che ci venga allocata staticamente la seguente struttura dati



di cui intendiamo utilizzarne solo **n**

ALGORITMO CaricaVisualizzaVettore

MAXDIM 10

PROCEDURA main ( )

```
v: ARRAY [MAXDIM] DI INT      /* ARRAY massimo gestibile */
n : INT                       /* numero di elementi da utilizzare */
i : INT
```

INIZIO

/ leggo la dimensione del vettore da caricare rispettando il vincolo imposto da MAXDIM */*
RIPETI
  Leggi (n)
FINCHE' (n ≥ 1) AND (n ≤MAXDIM)

/ carico gli elementi nel vettore */*
PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**
  Leggi (v[i])
  i ← i + 1
FINE PER

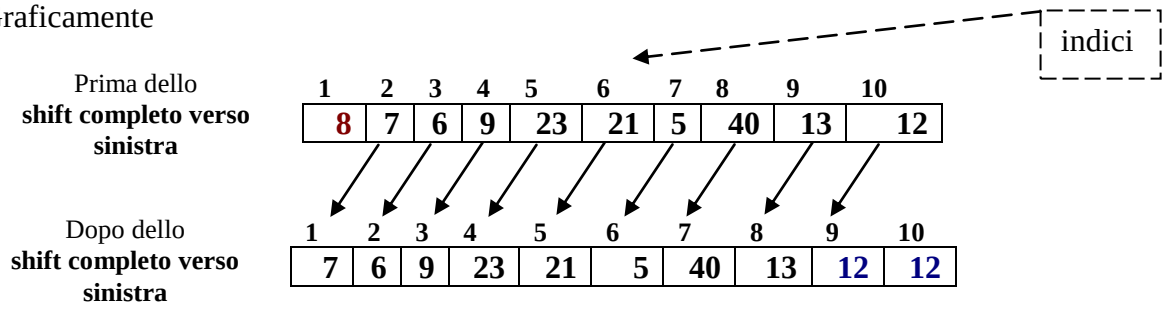
/ visualizzo gli elementi precedentemente immessi nel vettore */*
PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**
  Scrivi (v[i])
  i ← i + 1
FINE PER

FINE

Lo **SHIFT** è una operazione che consente di spostare di una posizione (**a destra o a sinistra**) tutti gli elementi del vettore (**SHIFT COMPLETO**) o solo una parte di essi (**SHIFT PARZIALE**).

Nello **SHIFT COMPLETO a SINISTRA** tutti gli elementi del vettore saranno spostati di una posizione verso sinistra ad eccezione del primo elemento che va perso (ossia il contenuto della seconda posizione occuperà la prima, quello della terza la seconda, e così via fino a quello dell'ultima posizione che occuperà la penultima) con il conseguente risultato di avere in penultima ed ultima posizione lo stesso elemento.

Graficamente



Esempio: Scrivere algoritmo risolutivo che esegua lo shift completo verso sinistra dei suoi elementi.

ALGORITMO ShiftCompletoSinistro
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )

v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
n: INT
i: INT

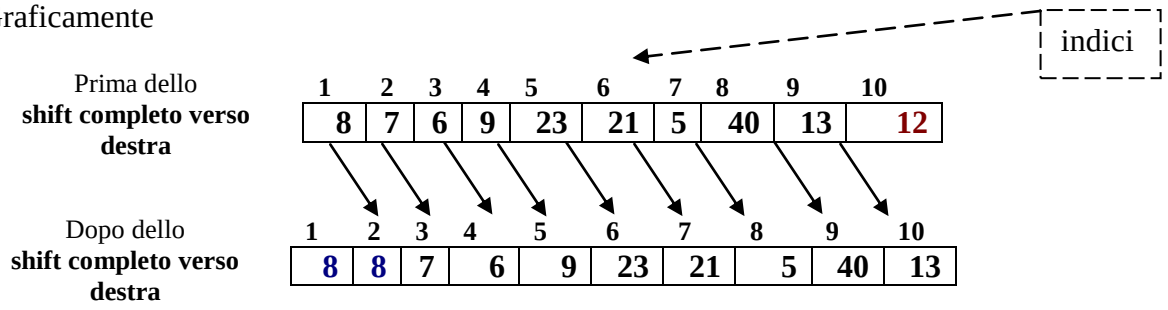
INIZIO

/ leggi la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/*
….
/ carica gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */*
….
/ effettua lo shift completo verso sinistra degli elementi nel vettore */*
PER i ← 1 **A** (n – 1) **ESEGUI**
  v[i] ← v[i +1]
  i ← i + 1
FINE PER

/ visualizza gli elementi precedentemente immessi nel vettore (vedi esercizio precedente)*/*
….
FINE

Nello **SHIFT COMPLETO a DESTRA** tutti gli elementi del vettore saranno spostati di una posizione verso destra ad eccezione dell'ultimo elemento che va perso (ossia il contenuto della prima posizione occuperà la seconda, quello della seconda la terza, e così via fino a quello della penultima posizione che occuperà l'ultima) con il conseguente risultato di avere in prima e seconda posizione lo stesso elemento.

Graficamente



Esempio: Scrivere algoritmo risolutivo che esegua lo shift completo verso sinistra dei suoi elementi.

ALGORITMO ShiftCompletoDestra
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )

v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
n: INT
i: INT

INIZIO

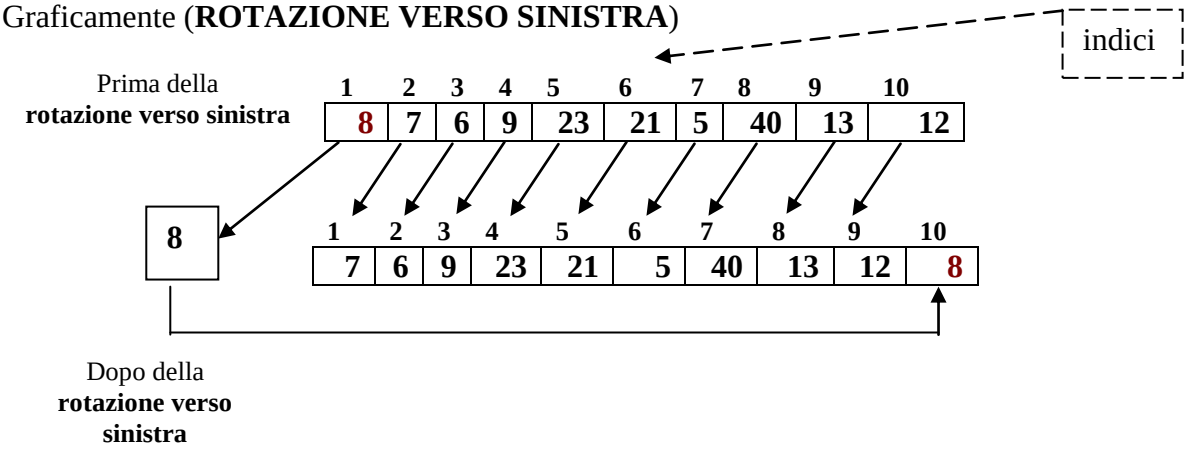
/ leggi la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/*
….
/ carica gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */*
….
/ effettua lo shift completo verso destra degli elementi nel vettore */*
PER i ← n **INDIETRO A** 2 **ESEGUI**
  v[i] ← v[i -1]
  i ← i - 1
FINE PER

/ visualizza gli elementi precedentemente immessi nel vettore (vedi esercizio precedente)*/*
….
FINE

La **ROTAZIONE** del vettore è una operazione attraverso la quale vengono spostati tutti gli elementi del vettore **verso sinistra o verso destra** compresi gli estremi che non andranno persi, ma si ripresenteranno all'altro capo del vettore

Tecnicamente tale operazione si ottiene shiftando completamente tutti gli elementi del vettore (verso sinistra o verso destra) avendo cura di salvare il valore dell'elemento che in tale operazione andava perso, per poi collocarlo al proprio posto di competenza

Graficamente (**ROTAZIONE VERSO SINISTRA**)



ALGORITMO RotazioneSinistra

MAXDIM 10

PROCEDURA main ( )

v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
n: INT
i: INT
scambio: INT

INIZIO

/ leggi la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/*
….
/ carica gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */*
….
/* effettua la rotazione a sinistra di TUTTI gli elementi del vettore */

/* 1) Salvataggio del primo elemento del vettore (che andrebbe perso nello shift a sinistra) */

scambio ← v[1]

/* 2) Esecuzione dello shift completo a sinistra */

PER i ← 1 **A** (n – 1) **ESEGUI**
  v[i] ← v[i +1]
  i ← i + 1
FINE PER

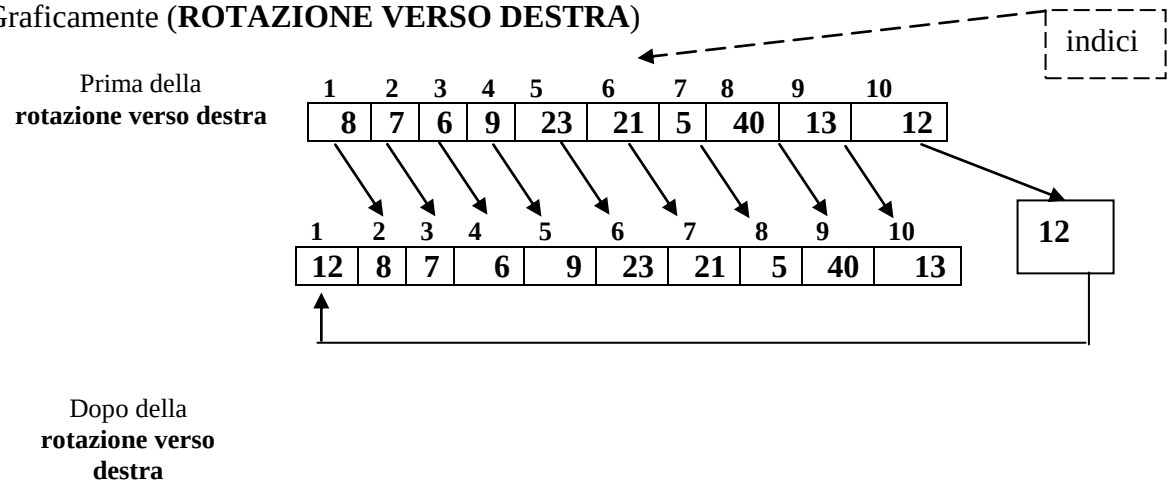
/* 3) Scrittura dell'elemento precedentemente salvato in ultima posizione */

v[n]← scambio

N.B. Cosa accadrebbe se scrivessi al posto di questa istruzione v[i] ← scambio ?

/ visualizza gli elementi precedentemente immessi nel vettore (vedi esercizio precedente)*/*
….
FINE

Graficamente (**ROTAZIONE VERSO DESTRA**)



ALGORITMO RotazioneDestra
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )

v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
n: INT
i: INT
scambio: INT

INIZIO

/ leggi la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/*
….
/ carica gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */*
….
/* effettua la rotazione a destra di TUTTI gli elementi del vettore */
/* 1) Salvataggio dell'ultimo elemento del vettore (che andrebbe perso nello shift a destra) */
scambio ← v[n]
/* 2) Esecuzione dello shift completo a destra */
PER i ← n **INDIETRO A** 2 **ESEGUI**
  v[i] ← v[i - 1]
  i ← i - 1
FINE PER
/* 3) Scrittura dell'elemento precedentemente salvato in prima posizione */
v[1]← scambio

N.B. Cosa accadrebbe se scrivessi al posto di questa istruzione
v[i] ← scambio ?

/ visualizza gli elementi precedentemente immessi nel vettore (vedi esercizio precedente)*/*
….
FINE

ALGORITMI DI ORDINAMENTO su ARRAY MONODIMENSONALI

Le operazioni di **ricerca** di un elemento all'interno di un vettore e di **ordinamento** (in senso crescente o decrescente) degli elementi di un vettore sono molto importanti e sono stati oggetto di studi approfonditi in ambito informatico.
Esistono numerosi algoritmi ormai codificati e riconosciuti che affrontano e risolvono, ciascuno con le sue caratteristiche, le problematiche connesse con le attività di ricerca e di ordinamento.
Noi ne vedremo solo alcuni.

A) Algoritmo di ORDINAMENTO INGENUO

E' il più intuitivo ed inefficace metodo di ordinamento che consiste nel confrontare ciascun elemento con tutti quelli di posto superiore (ossia il primo elemento con tutti gli altri, il secondo elemento con tutti gli altri tranne il primo e così via…)

```
ALGORITMO OrdinamentoIngenuo
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )

v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
n: INT
i, j, scambio: INT

INIZIO

/* leggo la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/
....
/* carico gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */
....
/* effettuo l'ordinamento in senso crescente per scambio del vettore/

PER i ← 1 A (n – 1) ESEGUI
   PER j ← i+1 A n ESEGUI
     SE (v[i] > v[j])          /* N.B. senso crescente altrimenti con '<' senso decrescente */
       ALLORA
         scambio ← v[i]
         v[i] ← v[j]
         v[j] ← scambio
     FINE SE
     j ← j + 1
  FINE PER
  i ← i + 1
FINE PER

/* visualizzo gli elementi precedentemente immessi nel vettore (vedi esercizio precedente)*/
....
FINE
```

Esempio: Supponiamo di volere descrivere la tecnica di **ordinamento ingenuo** (**in senso crescente**) applicata al vettore di nome **v** di **interi** con **quattro** elementi

Vettore di partenza di nome v

1	2	3	4
25	**10**	**19**	**4**

i ← 1 (i = 1)

TEST 1° PER (i ≤ n – 1) ossia (1 ≤ 3) VERO **Inizio Prima scansione**

j ← i + 1 (j = 1 + 1 = 2)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (2 ≤ 4) VERO

1° CICLO 2° PER **1° passo**

confrontiamo il valore di v[1] con il valore di v[2].
Poiché 25 è maggiore di 10 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
10	**25**	**19**	**4**

j ← j + 1 (j = 2 + 1 = 3)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (3 ≤ 4) VERO

2° CICLO 2° PER **2° passo**

confrontiamo il valore di v[1] con il valore di v[3].
Poiché 10 è minore di 19 NON si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
10	**25**	**19**	**4**

j ← j + 1 (j = 3 + 1 = 4)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (4 ≤ 4) VERO

3° CICLO 2° PER **3° passo**

confrontiamo il valore di v[1] con il valore di v[4].
Poiché 10 è maggiore di 4 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
4	**25**	**19**	**10**

j ← j + 1 (j = 4 + 1 = 5)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (5 ≤ 4) FALSO **Fine Prima scansione**

N.B. Alla fine della **prima scansione** del vettore siamo riusciti a posizionare l'elemento dal valore più piccolo in prima posizione.

i ← i + 1 (i = 1 + 1 = 2)

TEST 1° PER (i ≤ n – 1) ossia (2 ≤ 3) VERO **Inizio Seconda scansione**

j ← i + 1 (j = 2 + 1 = 3)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (3 ≤ 4) VERO

1° CICLO 2° PER **1° passo**

confrontiamo il valore di v[2] con il valore di v[3].
Poiché 25 è maggiore di 19 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
4	**19**	**25**	**10**

j ← j + 1 (j = 3 + 1 = 4)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (4 ≤ 4) VERO

1° CICLO 2° PER **2° passo**

confrontiamo il valore di v[2] con il valore di v[4].
Poiché 19 è maggiore di 10 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
4	**10**	**25**	**19**

j ← j + 1 (j = 4 + 1 = 5)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (5 ≤ 4) FALSO **Fine Seconda scansione**

N.B. Alla fine della **seconda scansione** del vettore siamo riusciti a posizionare il più piccolo del sottovettore (vettore – primo elemento) in seconda posizione.

i ← i + 1 (i = 2 + 1 = 3)

TEST 1° PER (i ≤ n – 1) ossia (3 ≤ 3) VERO **Inizio Terza scansione**

j ← i + 1 (j = 3 + 1 = 4)
TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (4 ≤ 4) VERO

1° CICLO 2° PER **1° passo**

confrontiamo il valore di v[3] con il valore di v[4].
Poiché 25 è maggiore di 19 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
4	**10**	**19**	**25**

j ← j + 1 (j = 4 + 1 = 5)

TEST 2° PER (j ≤ n) ossia (5 ≤ 4) FALSO **Fine Terza scansione**

Alla fine della **terza scansione** del vettore il vettore è ordinato (il numero delle scansioni effettuate è 3 che è uguale al numero degli elementi del vettore – 1)

B) Algoritmo di ordinamentoBUBBLE-SORT o "A BOLLE"

Viene utilizzato nella realtà solo per dati "poco disordinati" e consiste nel confrontare a 2 a 2 gli elementi scambiandoli se necessario (ossia primo e secondo, secondo e terzo, terzo e quarto, …, penultimo ed ultimo), facendo salire (ecco il concetto di "bolla") verso l'alto (indice più grande) attraverso questa ripetizione di scambi, gli elementi più grandi in caso di ordinamento crescente o più piccoli in caso di ordinamento decrescente.

Per la descrizione dell'algoritmo di ordinamento per bubble-sort quindi dovremmo utilizzare:

- una variabile booleana che ci indichi che nella scansione non sono avvenuti scambi di valori tra elementi (chiamiamola *continua*);
- di una variabile che ci indichi il limite superiore fino al quale fare gli scambi per evitare ripetizioni inefficienti (chiamiamola *sup)* che viene inizializzata la prima volta con il numero di elementi del vettore e che assumerà valori via via decrescenti fino a che il valore non sarà ordinato;
- di una variabile (chiamiamola *k*) che dopo l'esecuzione di ogni scansione indichi la posizione del nuovo estremo superiore.

```
ALGORITMO OrdinamentoBubbleSort
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )
v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
n, scambio: INT
i, sup, k: INT
continua: BOOL
INIZIO
/* leggo la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/
….
/* carico gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */
….
/* effettuo l'ordinamento in senso crescente bubble-sort del vettore/
k ← n
continua ← VERO
MENTRE (continua = VERO) ESEGUI
  sup ← k
  continua ← FALSO
  PER i ← 1 A (sup -1) ESEGUI
    SE (v[i] > v[i+1])          /* N.B. senso crescente altrimenti con '<' senso decrescente*/
      ALLORA
        scambio ← v[i]
        v[i] ← v[i+1]
        v[i+1] ← scambio
         k ← i                          /* accorcia il sottovettore da esaminare */
         continua ← VERO
    FINE SE
    i ← i + 1
  FINE PER
FINE MENTRE
/* visualizzo gli elementi precedentemente immessi nel vettore (vedi esercizio precedente)*/
….
FINE
```

Esempio: Supponiamo di volere descrivere la tecnica di **ordinamento** (**in senso crescente**) per **bubble-sort** applicata al vettore di nome **v** di **interi** con **quattro** elementi

Vettore di partenza di nome v

1	2	3	4
25	**10**	**19**	**4**

L'algoritmo sopra proposto opererà così per ottenere l'ordinamento crescente del vettore:

INIZIO

k ← n (k = 4)
continua ← VERO (continua = VERO)

TEST MENTRE (continua = VERO) ossia (VERO = VERO)? VERO **Inizio ciclo MENTRE**
1° ciclo MENTRE
sup ← k (sup = 4)
continua ← FALSO (continua = FALSO) n.b. ogni volta si resetta l'indicatore degli scambi effettuati

i ← 1 (i = 1)
TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (1 ≤ 3) VERO **Prima scansione**

1° ciclo PER **1° passo**

confrontiamo il valore di v[1] con il valore di v[2] (ossia v[1] > v[2]?)
Poiché 25 è maggiore di 10 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
10	**25**	**19**	**4**

k← i (k = 1)
continua ← VERO (continua = VERO)

i ← i + 1 (i = 1 + 1 = 2)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (2 ≤ 3) VERO

2° ciclo PER **2° passo**

confrontiamo il valore di v[2] con il valore di v[3] (ossia v[2] > v[3]?)
Poiché 25 è maggiore di 19 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
10	**19**	**25**	**4**

k← i (k = 2)
continua ← VERO (continua = VERO)

i ← i + 1 (i = 2 + 1 = 3)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (3 ≤ 3) VERO

3° ciclo PER **3° passo**

confrontiamo il valore di v[3] con il valore di v[4] (ossia v[3] > v[4]?)
Poiché 25 è maggiore di 4 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
10	**19**	**4**	**25**

k← i (k = 3)
continua ← VERO (continua = VERO)

i ← i + 1 (i = 3 + 1 = 4)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (4 ≤ 3) FALSO **Fine Prima scansione**

N.B. Alla fine della **prima scansione** del vettore siamo riusciti a posizionare l'elemento dal valore più grande alla fine (che è risalito come una "bolla" in un liquido).

TEST MENTRE (continua = VERO) ossia (VERO = VERO)? VERO

2° ciclo MENTRE

sup ← k (sup = 3)

continua ← FALSO (continua = FALSO) n.b. ogni volta si resetta l'indicatore degli scambi effettuati

i ← 1 (i = 1)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (1 ≤ 2) VERO **Seconda scansione**

1° ciclo PER **1° passo**

confrontiamo il valore di v[1] con il valore di v[2] (ossia v[1] > v[2]?)
Poiché 10 è minore di 19 non si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
10	**19**	**4**	**25**

i ← i + 1 (i = 1 + 1 = 2)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (2 ≤ 2) VERO

2° ciclo PER **2° passo**

confrontiamo il valore di v[2] con il valore di v[3] (ossia v[2] > v[3]?)
Poiché 19 è maggiore di 4 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
10	**4**	**19**	**25**

k← i (k = 2)

continua ← VERO (continua = VERO)

i ← i + 1 (i = 2 + 1 = 3)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (3 ≤ 2) FALSO **Fine Seconda scansione**

N.B. Alla fine della **seconda scansione** del vettore siamo riusciti a posizionare l'elemento dal valore più grande in penultima posizione (ossia nell'ultima posizione del sottovettore costituito dal vettore – l'ultimo elemento)

TEST MENTRE (continua = VERO) ossia (VERO = VERO)? VERO

3° ciclo MENTRE

sup ← k (sup = 2)

continua ← FALSO (continua = FALSO) n.b. ogni volta si resetta l'indicatore degli scambi effettuati

i ← 1 (i = 1)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (1 ≤ 1) VERO **Terza scansione**

1° ciclo PER **1° passo**

confrontiamo il valore di v[1] con il valore di v[2] (ossia v[1] > v[2]?)
Poiché 10 è maggiore di 4 si deve effettuare lo scambio degli elementi

1	2	3	4
4	**10**	**19**	**25**

k← i (k = 1)

continua ← VERO (continua = VERO)

i ← i + 1 (i = 1 + 1 = 2)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (2 ≤ 1) FALSO **Fine Terza scansione**

N.B. Alla fine della **terza scansione** del vettore siamo riusciti a posizionare l'elemento dal valore più grande in seconda posizione. Il vettore è ordinato ma ancora non è terminato il ciclo MENTRE esterno perché è stato fatto almeno uno scambio (continua = VERO)

TEST MENTRE (continua = VERO) ossia (VERO = VERO)? VERO

4° ciclo MENTRE

sup ← k (sup = 1)

continua ← FALSO (continua = FALSO) n.b. ogni volta si resetta l'indicatore degli scambi effettuati

i ← 1 (i = 1)

TEST PER (i ≤ sup-1) ossia (1 ≤ 0) FALSO Ciclo PER non eseguito (NO SCANSIONE)

TEST MENTRE (continua = VERO) ossia (FALSO = VERO)? FALSO **Fine ciclo MENTRE**

FINE

N.B. Il vettore risulta perfettamente ordinato

1	2	3	4
4	**10**	**19**	**25**

LE DUE STRATEGIE DI ORDINAMENTO A CONFRONTO

Se confrontiamo, nel caso del vettore proposto, i due algoritmi equivalenti di ordinamento tra di loro ci accorgeremo che essi hanno compiuto esattamente lo stesso numero di scansioni e di passi per giungere al medesimo scopo.
Ciò non è sempre così.

Basterebbe ripetere per esercizio le scansioni/passi che i due algoritmi di ordinamento impiegano per ordinare in senso crescente il seguente altro vettore:

1	2	3	4
8	**3**	**18**	**23**

per accorgersi della maggiore efficienza dell'ordinamento bubble-sort rispetto all'ordinamento ingenuo, soprattutto per i vettori che mostrano valori poco disordinati (o in altri termini più ordinati) rispetto mal criterio di ordinamento richiesto.
Quindi ciò che fa la differenza in questo caso non è solo il numero iniziale degli elementi del vettore (dimensione) ma soprattutto la loro disposizione iniziale (ossia come tali valori sono distribuiti).

ALGORITMI DI RICERCA di un elemento in un ARRAY MONODIMENSIONALI

A) Algoritmo di **RICERCA SEQUENZIALE:** tale metodo per funzionare NON RICHIEDE CHE I DATI SIANO ORDINATI e consiste in una serie di confronti tra il valore dell'elemento da ricercare con tutti gli altri elementi del vettore.

I confronti possono terminare nel momento in cui si trova l'elemento cercato o possono anche continuare sino alla fine del vettore nel caso in cui si desideri contare il numero di volte (*occorrenze*) che tale valore compare all'interno del vettore. In questo caso si parla di **scansione sequenziale**.

```
ALGORITMO RicercaSequenziale
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )
v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
[posizione], i, n, elemento: INT
trovato: BOOL
INIZIO
/* leggo la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/
….
/* carico gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */
….
/*leggo l'elemento da ricercare */
Leggi (elemento)

/* effettuo la ricerca dell'elemento all'interno del vettore arrestandosi nel caso lo trovi */
/* e tenendo conto della prima posizione utile in cui è stato trovato                       */
[posizione ← 0]                          /* inizializzo, se richiesta, la posizione */
trovato ← FALSO
i ← 1
MENTRE ((i ≤ n) AND (trovato = FALSO)) ESEGUI
  SE (v[i] = elemento)                   /* N.B. Vanno bene anche le seguenti condizioni logiche */
     ALLORA                                 /* (NOT trovato) oppure (NOT trovato = VERO) */
       trovato ← VERO
       [posizione ← i]                      /* conservo, se richiesta, la posizione dell'elemento */
  FINE SE
  i ← i + 1                              /* incremento fondamentale del'indice */
FINE MENTRE
/* comunico l'esito all'utente */
SE (trovato = VERO)
  ALLORA
    Scrivi ("L'elemento è stato trovato")
    [Scrivi(posizione)]                  /* mostro a video, se richiesta, la posizione dell'elemento*/
  ALTRIMENTI
    Scrivi ("L'elemento non è stato trovato")
FINE SE
FINE
```

```
ALGORITMO ScansioneSequenziale
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )
v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
i, n, elemento, numoccorrenze: INT
INIZIO
/* leggo la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/
….
/* carico gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */
….
/*leggo l'elemento da ricercare */
Leggi (elemento)

/* effettuo la ricerca dell'elemento all'interno del vettore non arrestandosi */
/* e tenendo il conto del numero di volte in cui eventualmente compare */
numcorrenze ← 0
i ← 1

MENTRE (i ≤ n) ESEGUI
  SE (v[i] = elemento)
     ALLORA
       numoccorrenze ← numoccorrenze + 1
  FINE SE
  i ← i + 1                          /* incremento fondamentale dell'indice */
FINE MENTRE
/* comunico l'esito all'utente */
SE (numoccorrenze > 0)
  ALLORA
    Scrivi ("L'elemento è stato trovato")
    Scrivi (numoccorrenze)
  ALTRIMENTI
    Scrivi ("L'elemento non è stato trovato")
FINE SE
FINE
```

B) Algoritmo di **RICERCA BINARIA o DICOTOMICA:** tale metodo per funzionare RICHIEDE OBBLIGATORIAMENTE CHE I DATI SIANO STATI PRECEDENTEMENTE ORDINATI.

Innanzitutto occorrerà identificare l'elemento che occupa la posizione centrale del vettore e confrontare questo elemento con quello da ricercare;
Dopo di ciò sarà possibile il verificarsi di uno soltanto tra i seguenti tre casi:

1. l'elemento da ricercare è più piccolo dell'elemento *centrale* fissato. Si scartano tutti gli elementi della metà destra del vettore e come ultimo elemento del vettore utile alla ricerca diventa quello immediatamente precedente all'elemento centrale;
2. l'elemento da ricercare è più grande dell'elemento *centrale* fissato. Si scartano tutti gli elementi della metà sinistra del vettore e come primo elemento del vettore utile alla ricerca diventa quello immediatamente successivo all'elemento centrale;
3. l'elemento da ricercare è proprio uguale all'elemento *centrale* fissato. Allora l'elemento ricercato appartiene al vettore e si trova in posizione centrale.

Nei casi 2 e 3 il discorso va ripetuto nello stesso modo finchè non si verifica il caso 3 oppure resti un unico elemento con il quale effettuare il confronto e questo sia diverso, ossia nel caso in cui tale elemento non appartenga al vettore

```
ALGORITMO RicercaBinaria
MAXDIM 10
PROCEDURA main ( )
v: ARRAY [MAXDIM] DI INT
primo, ultimo, centro: INT
[posizione], n, elemento :INT
trovato: BOOL
INIZIO
/* leggo la dimensione del vettore da caricare (vedi esercizio precedente)*/
….
/* carico gli elementi nel vettore(vedi esercizio precedente) */
….
/* ordino gli elementi nel vettore in uno dei modi studiati (vedi esercizi precedente) */
….
/* effettuo la ricerca binaria dell'elemento all'interno del vettore */
[posizione ← 0]                          /* inizializzo, se richiesta, la posizione */
primo ← 1
ultimo ← n
trovato ← FALSO

MENTRE ((primo ≤ ultimo) AND (trovato = FALSO)) ESEGUI
  centro ← (primo + ultimo) DIV 2
  SE v[centro] = elemento                /* N.B. Vanno bene anche le seguenti condizioni logiche */
    ALLORA                                   /* (NOT trovato) oppure (NOT trovato = VERO) */
      trovato ← VERO
      [posizione ← centro]                   /* conservo, se richiesta, la posizione dell'elemento */
    ALTRIMENTI
      SE v[centro] < elemento
        ALLORA
          primo ← centro + 1
        ALTRIMENTI
          ultimo ← centro – 1
      FINE SE
  FINE SE
FINE MENTRE

/* comunica l'esito all'utente */
SE (trovato = VERO)
  ALLORA
    Scrivi ("L'elemento è stato trovato")
    [Scrivi(posizione)]                    /* mostro a video, se richiesta, la posizione dell'elemento*/
  ALTRIMENTI
    Scrivi ("L'elemento non è stato trovato")
FINE SE

FINE
```

IL TIPO DI DATI STRUTTURATO MATRICE o ARRAY BIDIMENSIONALE

Per risolvere particolari tipi di problemi si ricorre a strutture dati più complesse del vettore monodimensionale che permette soltanto la memorizzazione di insiemi lineari di informazioni.

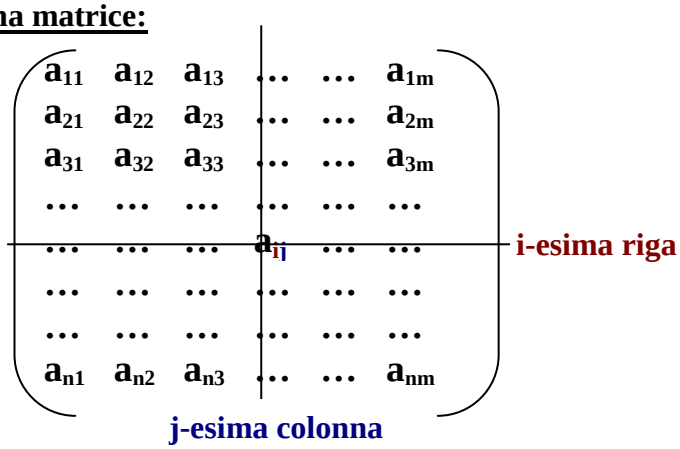
*Esempio: Se volessimo memorizzare tutti i voti ottenuti da un gruppo di alunni nelle varie materie seguite invece che una serie di **vettori paralleli** da gestire attentamente da programma (uno per memorizzare gli alunni ed uno per ciascuna materia di cui memorizzare i voti), saremmo interessati ad utilizzare una tabella che avesse tante righe quanti sono gli alunni e tante colonne quante sono le materie, dove l'incrocio tra riga e colonna conterrebbe la votazione di un determinato alunno in una determinata materia.*

Questa struttura dati prende il nome di **matrice o array bidimensionale.**

DEFINIZIONE: Si definisce **MATRICE o ARRAY BIDIMENSIONALE ad n righe ed m colonne** o più brevemente **MATRICE o ARRAY n * m** una tabella formata da **n * m elementi omogenei**, disposti su **n** linee orizzontali (**righe**) ed **m** linee verticali (**colonne**).

L'elemento generico di una matrice si indica con il simbolo $a_{i\ j}$ dove **i** è l'indice di riga e **j** è l'indice di colonna.

Rappresentazione estesa di una matrice:



Rappresentazione compatta di una matrice:

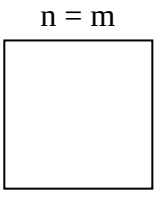
$$A = a_{ij} \text{ con } i = 1 \text{ a } n \text{ e con } j = 1 \text{ a } m$$

Nella PSEUDOCODIFICA per dichiarare all'interno di un algoritmo una variabile di questo tipo occorre usare la seguente pseudoistruzione:

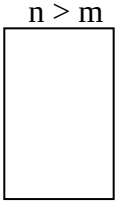
<Nome Matrice> **: ARRAY [**<Num Righe>**] [**<Num Colonne>**] DI** <Tipo Elemento>

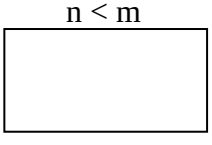
Le matrici si dividono in:

- **matrici quadrate**: nel caso in cui il numero di righe sia uguale al numero di colonne (n = m)
In questo caso la forma teorica che essa assumerà può essere sintetizzata da un **quadrato**



- **matrici rettangolari**: nel caso in cui il numero di righe sia diverso al numero di colonne (n ≠ m)
In questo caso la forma teorica che essa assumerà può essere sintetizzata da un **rettangolo**

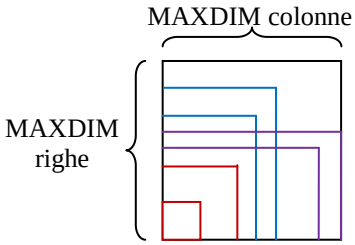




Le operazioni di base sulle matrici sono le stesse di quelle già esaminate per i vettori (quindi caricamento, visualizzazione, ordinamento, ricerca).
Qui ci limitiamo ad illustrare quelle relative al **CARICAMENTO** ed alla **VISUALIZZAZIONE** di una matrice rettangolare n x m e di una matrice quadrata n x n

ALGORITMO CaricaVisualizzaMatriceRettangolare

/ N.B. Si usa un unica costante MAXDIM per gestire la FALSA DINAMICITA'anche nel caso degli array bidimensionali (ossia delle matrici). La decisione di allocare uno spazio di memoria "quadrato" non impedisce di utilizzare al suo interno una parte "rettangolare" */*
MAXDIM 10



PROCEDURA main ( )

matr: ARRAY [MAXDIM] [MAXDIM] DI INT
n, m: INT
i, j: INT

INIZIO

/ leggo il numero di righe e di colonne della matrice rettangolare che si desidera caricare rispettando in entrambi i casi i vincoli imposti da* MAXDIM **/*
RIPETI
  Leggi (n)
FINCHE' (n > 0) AND (n ≤ MAXDIM)

RIPETI
  Leggi (m)
FINCHE' (m > 0) AND (m ≤ MAXDIM) **AND (n ≠ m)** /* Così si escludono le matrici quadrate */

/ carico per riga e per colonna crescenti gli elementi nella matrice rettangolare */*
PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**
  PER j ← 1 **A** m **ESEGUI**
    Leggi (matr[i][j])
    j ← j + 1
   FINE PER
  i ← i + 1
FINE PER

/ visualizzo per riga e per colonna crescenti gli elementi della matrice rettangolare */*
PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**
  PER j ← 1 **A** m **ESEGUI**
    Scrivi (matr[i][j])
    j ← j + 1
  FINE PER
  i ← i + 1
FINE PER

FINE

ALGORITMO CaricaVisualizzaMatriceQuadrata

MAXDIM 10

PROCEDURA main ( )

matr: ARRAY [MAXDIM] [MAXDIM] DI INT
n: INT
i, j: INT

INIZIO

/ leggo il numero di righe e di colonne della matrice quadrata che si desidera caricare rispettando i vincoli imposti da* MAXDIM. N.B. *Non ha senso usare un'altra variabile per le colonne visto che tratiamo una matrice quadrata */*

RIPETI
  Leggi (n)
FINCHE' (n > 0) AND (n ≤ MAXDIM)

/ carico per riga e per colonna crescenti gli elementi nella matrice quadrata */*

PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**
  PER j ← 1 **A** n **ESEGUI**
    Leggi (matr[i][j])
    j ← j + 1
  FINE PER
  i ← i + 1
FINE PER

/ visualizzo per riga e per colonna crescenti gli elementi della matrice quadrata */*

PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**
  PER j ← 1 **A** n **ESEGUI**
    Scrivi (matr[i][j])
    j ← j + 1
  FINE PER
  i ← i + 1
FINE PER

FINE

IL TIPO DI DATI STRUTTURATO RECORD

Nasce spesso nella realtà l'esigenza di dover trattare informazioni di tipo diverso relative ad un stesso oggetto preso in esame.

Esempio 1: Pensiamo ad una normale fattura nella quale sono indicate tra l'altro in genere:

- *il numero della fattura (di tipo numerico intero);*
- *la data di emissione (di tipo stringa alfanumerica);*
- *l'importo dovuto (di tipo numerico decimale)*

E'evidente che è possibile risolvere il problema relativo alla memorizzazione di un codesto set di informazioni utilizzando n variabili, ciascuna coerente con il tipo di dati da rappresentare, ma l'utilizzo di tali variabili non indicherà in alcun modo durante l'esecuzione che i dati si rifersicono ad uno stesso oggetto (nel nostro caso la stessa fattura).

Esempio 2: Pensiamo ad libro caratterizzato tra l'altro in genere da:

- *codice ISBN dell'opera (di tipo stringa alfanumerica);*
- *il titolo dell'opera (di tipo stringa alfanumerica);*
- *l'autore dell'opera (di tipo stringa alfanumerica);*
- *la casa editrice (di tipo stringa alfanumerica);*
- *il prezzo di copertina (di tipo numerico decimale);*
- *il numero di pagine (di tipo numerico intero)*

Potremmo utilizzare n vettori paralleli al posto delle n variabili separate, ma comunque non risolveremmo il problema di riferirci semplicemente e globalmente all'oggetto libro ed ai suoi dati nel suo complesso.

DEFINIZIONE: Un **record** o **registrazione** è una struttura di dati a carattere statico composta da un insieme finito di elementi **eterogenei** detti **campi**. I campi sono tra loro logicamente connessi e corrispondono agli **attributi**. Ogni campo accoglie un valore per un attributo.

Il **record** è un tipo di dati predefinito e viene messo a disposizione da molti linguaggi di programmazione basati sul paradigma imperativo. Un record è caratterizzato da **un nome** che lo identifica e che permette di riferirsi ad esso nella sua globalità.
I **campi** che lo compongono sono caratterizzati da un **nome** e dal **tipo di dato** che possono contenere. Possono essere indifferentemente di tipo semplice o di tipo strutturato: un singolo campo di un record può infatti a sua volta essere a sua volta un *array* oppure un *record*.

Viene definita **struttura di un record** la definizione dei campi che compongono il record stesso

Per definire la struttura di un record possiamo servirci di:
a) un **metodo di rappresentazione tabellare** consistente nel predisporre una tabella che riporta per ogni campo *il numero di campo, in nome del campo, il tipo del campo, la lunghezza del campo, la descrizione e l'eventuale appartenenza del campo ad un sottorecord*.
Tale metodo consente di definire il cosiddetto **tracciato record**.

Esempio 2:

Numero	Nome Campo	Tipo Campo	Lunghezza[1]	Descrizione	FlagSubRec[2]
1	ISBN	ARRAY DI CHAR	10	Codice ISBN del libro	
2	Titolo	ARRAY DI CHAR	100	Titolo del libro	
3	Autore	ARRAY DI CHAR	50	Autore del libro	
4	CasaEditrice	ARRAY DI CHAR	50	Casa Editrice del libro	
5	Prezzo	REAL	3,2	Prezzo del libro	
6	Pagine	INT	4	Pagine del libro	

1. In caso di valori numerici decimali scrivere "3,2" vuol dire 3 cifre intere e 2 decimali (max 999.99)
In caso di valori numerici interi scrivere 4 vuol dire prevedere un massimo di 4 cifre significative (max 9999)
2. Se nel campo FlagSubRec viene posta una X vuol dire che quel campo deve essere considerato parte di un altro record (vedi SOTTORECORD)

b) Un **metodo di dichiarazione sintattica** molto vicino a quello utilizzato dagli stessi linguaggi di programmazione che permette di dichiarare una variabile record.

Nella nostra **PSEUDOCODIFICA** per poter dichiarare **una variabile** con una **certa struttura record** faremo così:

<Nome Variabile Record> **: RECORD**
<Nome Campo1>: <Tipo Campo 1>
<Nome Campo2>: <Tipo Campo 2>
……..
<Nome CampoN>: <Tipo Campo N>
FINE RECORD

Esempio 3:

lib : ***RECORD***
ISBN: ARRAY[10] DI CHAR
Titolo: ARRAY[100] DI CHAR
Autore: ARRAY[50] DI CHAR
CasaEditrice: ARRAY[50] DI CHAR
Prezzo: REAL
Pagine: INT
FINE RECORD

N.B.

Per i tipi di dati strutturati come i record (e gli array) è possibile utilizzare l'istruzione della pseudocodifica TIPO che permette di definire nuovi tipi utente o di ridefinire quelli già esistenti a partire da tipi di dato base. La sintassi della pseudoistruzione è la seguente:

TIPO <mio tipo> = <tipo di dato base>

*Esempio 4: **Nell'ambiente globale** quindi sarà possibile definire il seguente **nuovo tipo utente***

….
TIPO** Libro =* ***RECORD
ISBN: ARRAY[10] DI CHAR
Titolo: ARRAY[100] DI CHAR
Autore: ARRAY[50] DI CHAR
CasaEditrice: ARRAY[50] DI CHAR
Prezzo: REAL
Pagine: INT
FINE RECORD
….

*Ora nell'ambiente locale potrà di conseguenza essere definita la seguente variabile di tipo **Libro**:*

….
lib : ***Libro***
….

Operazioni sui record

Le operazioni definite sul tipo di dato strutturato record vengono distinte in **operazioni atomiche** ed **operazioni non atomiche** a seconda che coinvolgono in un'unica volta l'intera struttura oppure un singolo campo alla volta.

Per i record pertanto distingueremo:
- le **operazioni sull'intero record** (op. atomiche)
- le **operazioni sul singolo campo** (op. non atomiche)

Un'**operazione** che coinvolge **l'intero record (ossia operazione atomica)** visto come un unico oggetto è:

- **L'assegnazione tra record dello stesso tipo**

Le **operazioni** che coinvolgono **i singoli campi (non atomiche)** uno alla volta secondo le specifiche consentite dal tipo di dato del campo. Tra queste vi è:

- Il **caricamento o lettura** del record (che deve essere effettuata campo per campo);
- La **visualizzazione** o **stampa** del record (che deve essere effettuata campo per campo);

Il caricamento del record è una operazione che permette di assegnare a ciascun campo di un record un opportuno valore coerente con il tipo di dati posseduto.

La visualizzazione del record è una operazione che permette di mostrare a video il valore di ciascun campo di un record

Esempio 5:Consideriamo la seguente variabile mag di tipo Magazzino ossia un record così definito

```
.....
TIPO Magazzino = RECORD
                    CodProdotto:    ARRAY[6] DI CHAR
                    NomeProdotto:   ARRAY[25] DI CHAR
                    Giacenza:       INT
                    Prezzo:         REAL
                 FINE RECORD
.....
mag : Magazzino
```

In generale per potere accedere ad un campo occorre riferirsi attraverso la seguente notazione in PSEUDOCODIFICA chiamata anche **dot notation**:

<Nome Variabile Record>**.**<Nome Campo>

Quindi per leggere il campo Giacenza della struttura record l'istruzione corretta sarà:

Leggi (mag.Giacenza)

Invece per visualizzare il campo Prezzo della struttura record l'istruzione corretta è:

Scrivi (mag.Prezzo)

L'assegnazione tra record è una operazione che permette di assegnare il valore di tutti i campi di una variabile di tipo record ad un'altra variabile con la stessa struttura (ossia dello stesso tipo).

Esempio 6: Nel medesimo caso del tipo record Magazzino sopra definito in caso avessimo dichiarato due variabili record di quel tipo ossia

mag1, *mag2* : *Magazzino*

l'istruzione **assolutamente lecita** **mag1 ← mag2**

assegnerà alla variabile *mag1* il contenuto della variabile *mag2* ossia memorizzerà in tutti i campi della variabile *mag1* i singoli campi della variabile *mag2*.

Tale istruzione equivale alla seguente sequenza di assegnazioni ovviamente meno efficiente:

mag1.CodiceProdotto ← mag2.CodiceProdotto
mag1.Nomeprodotto ← mag2.Nomeprodotto
mag1.Giacenza ← mag2.Giacenza
mag1.Prezzo ← mag2.Prezzo

N.B. in alcuni linguaggi di programmazione è consentita una ulteriore operazione ossia il confronto tra record. Dove tale operazione non esistesse potrebbe facilmente essere simulata da un apposito sottoprogramma.

Record e sottorecord

Riprendiamo ora la rappresentazione tabellare del tracciato record eseguita nell'*Esempio 2* marcando con una 'X' il campo FlagSubRec del primi quattro campi, facendo intendere che essi formino un altro record di fatto contenuto (ecco il perchè del termine sottorecord) in quello che vogliamo definire.

La nuova tabella sarà la seguente

Numero	Nome Campo	Tipo Campo	Lunghezza	Descrizione	FlagSubRec
1	ISBN	ARRAY DI CHAR	10	Codice ISBN del libro	X
2	Titolo	ARRAY DI CHAR	100	Titolo del libro	X
3	Autore	ARRAY DI CHAR	50	Autore del libro	X
4	CasaEditrice	ARRAY DI CHAR	50	Casa Editrice del libro	X
5	Prezzo	REAL	3,2	Prezzo del libro	
6	Pagine	INT	4	Pagine del libro	

Che modifiche devono essere apportate alla nostra PSEUDOCODIFICA?

Innanzitutto nell'ambiente globale dovremo definire il tipo record ***Magazzino*** *tenendo conto che esso contiene al suo interno un altro record più piccolo (chiamato per questo sottorecord del record principale). Per ovvie ragioni si dovrà definire:*

- prima il sottorecord fornendo ***obbligatoriamente*** *anche un nome al suo tipo*

- poi il record principale che ***dovrà obbligatoriamente*** *indicare al suo interno un riferimento al sottorecord contenuto.*

.....

TIPO DettagliLibro *= :* ***RECORD***
ISBN: ARRAY[10] DI CHAR
Titolo: ARRAY[100] DI CHAR
Autore: ARRAY[50] DI CHAR
CasaEditrice: ARRAY[50] DI CHAR
FINE RECORD

TIPO Libro *= :* ***RECORD***
Detlib*:* ***DettagliLibro***
Prezzo: REAL
Pagine: INT
FINE RECORD

.....

Ora nell'ambiente locale potrà di conseguenza essere definita la seguente variabile:

lib : ***Libro***

Come si modificherà a questo punto l'accesso ai campi della variabile lib SEMPRE di tipo Libro che è stato però definito con un sottorecord al suo interno?

La modifica dell'accesso ai campi riguarderà ESCLUSIVAMENTE i campi appartenenti al sottorecord i quali potranno essere raggiunti utilizzando opportunamente la dot notation.

Leggi (lib.DetLib.Titolo)

oppure

Scrivi (lib.DetLib.ISBN)

Tutto rimane uguale per i campi che non appartengono al sottorecord

Leggi (lib.Pagine)

oppure

lib.Prezzo ← 12.75

ARRAY DI RECORD

Così come i record possono avere i campi di tipo record oppure array, anche gli array possono essere composti da elementi di uno stesso tipo record.

Una struttura del genere prende il nome di **array di record**.

Esempio 1: Caricare e visualizzare i dati relativi ai libri posseduti da una libreria

N.B. senza effettuare controlli sui campi in input

```
ALGORITMO ArrayDiRecord

MAXDIM 10

TIPO Libro = : RECORD
                    ISBN: ARRAY[10] DI CHAR
                    Titolo: ARRAY[100] DI CHAR
                    Autore: ARRAY[50] DI CHAR
                    CasaEditrice: ARRAY[50] DI CHAR
                    Prezzo: REAL
                    Pagine: INT
               FINE RECORD

PROCEDURA main( )

libreria: ARRAY[MAXDIM] DI Libro
i,n: INT

INIZIO
/* leggo la dimensione del vettore da caricare */
RIPETI
   Leggi(n)
FINCHE' (n ≥ 1) AND (n ≤ MAXDIM)
/* Carico l'array di record valorizzando ciascun campo del record */
PER i ← 1 A n ESEGUI
   Leggi(libreria[i].ISBN)
   Leggi(libreria[i].Titolo)
   Leggi(libreria[i].Autore)
   Leggi(libreria[i].CasaEditrice)
   Leggi(libreria[i].Prezzo)
   Leggi(libreria[i].Pagine)
   i ← i + 1
FINE PER

/* Visualizzo l'array di record stampando ciascun campo del record */
PER i ← 1 A n ESEGUI
   Scrivi(libreria[i].ISBN)
   Scrivi(libreria[i].Titolo)
   Scrivi(libreria[i].Autore)
   Scrivi(libreria[i].CasaEditrice)
   Scrivi(libreria[i].Prezzo)
   Scrivi(libreria[i].Pagine)
   i ← i + 1
FINE PER
```

Esempio 2: Caricare e visualizzare i dati relativi ai libri posseduti da una libreria

N.B. Effettuando tutti i controlli sui campi previsti in fase di definizione del tracciato record

ALGORITMO ArrayDiRecord

MAXDIM 10

/ Per il tracciato record vedi l'esempio precedente */*

.....

PROCEDURA main( )

libreria: ARRAY[MAXDIM] DI Libro
i,n: INT

INIZIO

/ leggo la dimensione del vettore da caricare (vedi esempi precedente) */*

.....

/ Carico l'array di record controllando e valorizzando ciascun campo del record */*

PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**

RIPETI
Leggi(libreria[i].ISBN)
FINCHE' (libreria[i].ISBN ≠ "") AND (Lunghezza(libreria[i].ISBN) ≤ 10)

RIPETI
Leggi(libreria[i].Titolo)
FINCHE' (libreria[i].Titolo ≠ "") AND (Lunghezza(libreria[i].Titolo) ≤ 100)

RIPETI
Leggi(libreria[i].Autore)
FINCHE' (libreria[i].Autore ≠ "") AND (Lunghezza(libreria[i].Autore) ≤ 50)

RIPETI
Leggi(libreria[i].CasaEditrice)
FINCHE' (libreria[i].CasaEditrice ≠ "") AND (Lunghezza(libreria[i].CasaEditrice) ≤ 50)

RIPETI
Leggi(libreria[i].Prezzo)
FINCHE' (libreria[i].Prezzo > 0) AND (libreria[i].Prezzo) ≤ 999.99)

RIPETI
Leggi(libreria[i].Pagine)
FINCHE' (libreria[i].Pagine > 0) AND (libreria[i].Pagine) ≤ 9999)
i ← i + 1

FINE PER

/ Visualizzo l'array di record stampando ciascun campo del record */*

PER i ← 1 **A** n **ESEGUI**
Scrivi(libreria[i].ISBN)
Scrivi(libreria[i].Titolo)
Scrivi(libreria[i].Autore)
Scrivi(libreria[i].CasaEditrice)
Scrivi(libreria[i].Prezzo)
Scrivi(libreria[i].Pagine)
i ← i + 1

FINE PER

RICAPITOLANDO: Esempi di PSEUDOCODIFICA

A1) Definizione di un array monodimensionale di nome v contenente numeri reali

v: ARRAY [MAXDIM] **DI** REAL

A2) Definizione di un array monodimensionale di nome v contenente numeri reali con l'utilizzo della'istruzione TIPO

TIPO mio_vettore = **ARRAY** [MAXDIM] **DI** REAL

v: mio_vettore

B1) Definizione di una matrice o array bidimensionale di nome matr contenente numeri reali

matr: ARRAY [MAXDIM][MAXDIM] **DI** REAL

B2) Definizione utilizzando l'istruzione TIPO della variabile matr di tipo mia_matrice costituito da un array bidimensionale

TIPO mia_matrice = **ARRAY** [MAXDIM][MAXDIM] **DI** REAL

matr: mia_matrice

C1) Definizione di un record di nome mag1 costituito da 4 campi senza l'utilizzo dell'istruzione TIPO (sconsigliato)

```
mag1:   RECORD
            CodProdotto: ARRAY[6] DI CHAR
            NomeProdotto: ARRAY[25] DI CHAR
            Giacenza: INT
            Prezzo: REAL
        FINE RECORD
```

C2) Definizione di un tipo record di nome mio_record costituito da 4 campi utilizzando l'istruzione TIPO e dichiarazione conseguente di una variabile mag1 di tipo mio_tipo

```
TIPO mio_record =   RECORD
                        CodProdotto: ARRAY[6] DI CHAR
                        NomeProdotto: ARRAY[25] DI CHAR
                        Giacenza: INT
                        Prezzo: REAL
                    FINE RECORD
mag1: mio_record
```

C3) Definizione di un record di nome mag1 costituito da 4 campi utilizzando più volte l'istruzione TIPO (sottorecord)

TIPO mio_codice_prodotto =**ARRAY**[6] **DI** CHAR

TIPO mio_nome_prodotto = **ARRAY**[25] **DI** CHAR

TIPO mio_record = **RECORD**
CodProdotto: mio_codice_prodotto
NomeProdotto: mio_nome_prodotto
Giacenza: INT
Prezzo: REAL
FINE RECORD

mag1: mio_record

C4) Definizione di un record di nome mag2 costituito da 3 campi di cui uno è un record a sua volta utilizzando più volte l'istruzione TIPO

TIPO mio_codice_prodotto = **ARRAY**[6] **DI** CHAR

TIPO mio_nome_prodotto = **ARRAY**[25] **DI** CHAR

TIPO mio_sub_record = **RECORD**
CodProdotto: mio_codice_prodotto
NomeProdotto: mio_nome_prodotto
FINE RECORD

TIPO mio_record = **RECORD**
SottoRec: mio_sub_record
Giacenza: INT
Prezzo: REAL
FINE RECORD

mag2: mio_record

D1) Definizione di un array di record di nome v2 utilizzando più volte l'istruzione TIPO

TIPO mio_codice_prodotto = **ARRAY**[6] **DI** CHAR

TIPO mio_nome_prodotto = **ARRAY**[25] **DI** CHAR

TIPO mio_record = **RECORD**
CodProdotto: mio_codice_prodotto
NomeProdotto: mio_nome_prodotto
Giacenza: INT
Prezzo: REAL
FINE RECORD

v2: ARRAY [MAXDIM] DI mio_record