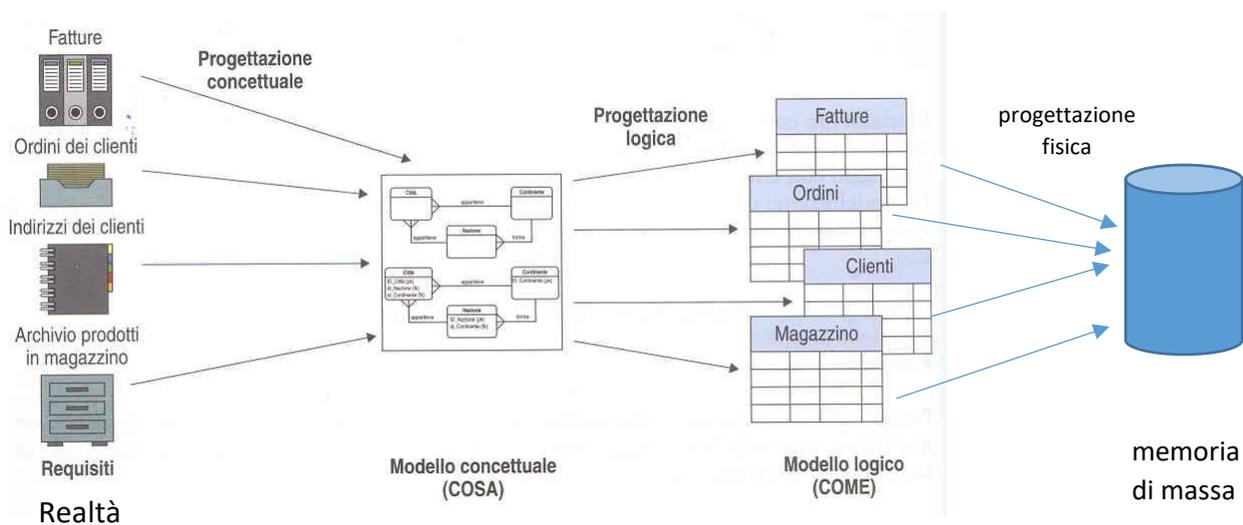


## LE BASI DI DATI RELAZIONALI

Dagli anni '60 ad oggi in informatica sono stati proposti diversi modelli di basi di dati (gerarchico, relazionale, a oggetti). Ad oggi il modello più consolidato e più di diffuso è quello delle basi di dati **relazionali (relational Database)**. Lo strumento software utilizzato per gestire questo tipo di database è indicato dall'acronimo **RDBMS (Relational Database Management System)**. Esempi di RDBMS sono i seguenti: SQLServer, MySQL, MariaDB, Oracle database, PostgreSQL.

La progettazione delle basi di dati relazionali prevede 3 fasi rappresentate nel seguente schema:



1. **Progettazione concettuale:** operazione che porta a creare un **modello della realtà** da rappresentare in termini di **entità, associazioni e attributi**. La progettazione è indipendente dallo strumento informatico che verrà poi utilizzato per realizzare la base di dati. Il risultato è il **modello concettuale** e viene rappresentato con il formalismo grafico chiamato **diagramma Entità Associazioni** (d'ora in poi chiameremo **diagramma E/R che sta per Entity/Relationship**, Relationship va tradotto con Associazioni, non con Relazioni, perché il concetto di Relazione è un concetto diverso, che verrà chiarito in seguito) ideato dal professore americano di origini cinesi **Peter Chen** nel 1976. Tale diagramma rappresenta **COSA** si vuole modellizzare della realtà di interesse.

2. **Progettazione logica:** consiste in una “traduzione” del modello concettuale in una forma “più vicina” alla rappresentazione informatica dei dati, vale a dire in termini di tabelle. Le colonne delle tabelle (chiamate anche campi) rappresentano l'aspetto **intensionale** dei dati, le righe

(record) rappresentano l'aspetto **estensionale**, ossia i valori. In questa fase si determina **COME** verranno rappresentati i dati. Il progetto logico è, dunque, un insieme di tabelle.

3. Progettazione fisica: in questa operazione le tabelle vengono fisicamente memorizzate su un supporto di memorizzazione di massa attraverso un DBMS identificando il tipo e le dimensioni dei dati.

In questo modulo ci occuperemo della progettazione concettuale dei DBMS relazionali.

## **PROGETTAZIONE CONCETTUALE**

Partiamo con un esempio descriviamo la realtà da modellizzare e rappresentiamola con un diagramma E/R. Vedremo che sarà abbastanza intuitivo individuare quali elementi sono le **entità** (possono ricordare le classi ma attenzione: non hanno metodi!), quali sono le **associazioni** e quali sono gli **attributi**. Poi andremo a dare le definizioni vere e proprie.

Cerchiamo di modellizzare la seguente realtà:

si deve realizzare un sistema informatico per la gestione dei dati di una piccola biblioteca. Si individuano le seguenti classi di dati fondamentali e le proprietà che le caratterizzano:

- per i libri interessano: il codice ISBN, titolo, anno di pubblicazione, lingua, prezzo
- per gli autori: cognome, nome, nazionalità, data di nascita, sesso
- per gli editori: la ragione sociale (cioè la denominazione), l'indirizzo e la città
- per i generi, ossia la categoria con cui si possono classificare i libri (romanzi, gialli, saggi, ecc): la descrizione del genere stesso.

Si osservino inoltre i seguenti fatti:

- Ogni autore può aver scritto più libri mentre un libro è sempre scritto da un solo autore (per ora si trascura la possibilità di libri scritti a più mani da più autori)
- un editore ha pubblicato numerosi libri mentre ogni libro è pubblicato da un solo editore.
- ogni genere comprende un insieme di libri mentre un libro appartiene ad un solo genere.

Il diagramma E/R con cui rappresentare la realtà è il seguente

**ESEMPIO**

Per l'entità *Libri* dell'esempio di apertura il codice *ISBN* – che è diverso per ogni libro – è una chiave primaria in quanto valori diversi individuano istanze diverse dell'entità. Sempre nell'esempio relativo alla biblioteca non esiste per l'entità *Autori*, tra gli attributi individuati, una chiave primaria (infatti due istanze diverse dell'entità, cioè due autori distinti, possono al limite condividere tutti i valori di tutti gli attributi: *cognome, nome, sesso, nazione, data\_nascita*). In questo caso si aggiunge un attributo avente lo scopo di identificare univocamente la singola istanza mediante un codice: nello specifico, *id\_autore* per l'entità *Autore* e *id\_editore* per l'entità *Editore*. Il diagramma E/R diventa quindi quello di FIGURA 8, nel quale le chiavi primarie delle entità sono in colore diverso da quello delle altre proprietà.

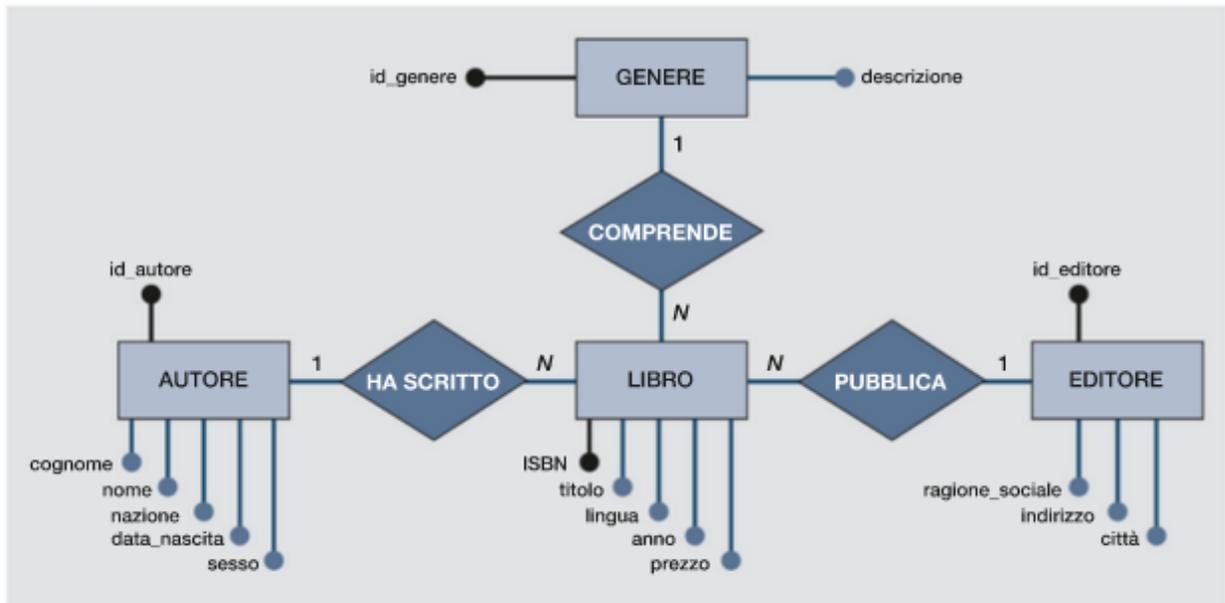


FIGURA 8

Quali sono le ENTITA'?:

AUTORE, LIBRO, EDITORE, GENERE

(Genere non poteva essere un attributo di libri? Teoricamente sì. Ma quando un oggetto (concreto o astratto) consente di raggruppare molte istanze di un'altra entità è preferibile farlo diventare un'entità...impareremo con l'esperienza)

Quali sono le ASSOCIAZIONI?

HA SCRITTO, COMPRENDE, PUBBLICA

Quali sono gli attributi?

Sono le proprietà che descrivono ciascuna entità (per AUTORE: COGNOME, NOME, NAZIONE\_DI\_NASCITA, SESSO ...)

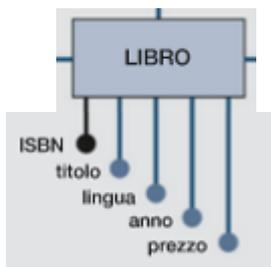
Cos'altro possiamo notare nel diagramma E/R?

- La presenza di attributi di identificazione che non erano stati indicati nella descrizione della realtà (id\_autore, id\_editore, id\_genere), e il fatto che questi attributi sono rappresentati in maniera diversa dagli altri (sono di colore nero), come pure ISBN per l'entità Libro. Questi sono attributi "speciali" perché il loro valore identifica **univocamente** ciascuna **istanza** dell'entità. Tali attributi sono chiamati **chiavi primarie**.
- La presenza del numero 1 o della lettera N accanto alle entità. Tali indicazioni rappresentano la molteplicità massima con cui una entità partecipa alla associazione (tale concetto è analogo a quello visto l'anno scorso nei diagrammi UML delle classi, ad esempio: OGNI autore può aver scritto N libri, ogni libro è stato scritto da UN autore).

Diamo quindi una definizione degli elementi che caratterizzano il diagramma E/R.

## ENTITA'

Indica una classe di **oggetti** (reali o astratti) o di **fatti** che hanno **proprietà comuni ed esistenza autonoma** nella realtà che si vuole modellizzare. Ogni **istanza** (chiamata anche "occorrenza") dell'entità è **un esemplare** della classe che l'entità rappresenta. Vengono indicate al singolare ("Libro", non "Libri"). Nel diagramma E/R sono rappresentate da rettangoli. Esempio:



Esempi di possibili istanze dell'entità Libro:

97888988434, I promessi Sposi, italiano, 1840, 23

97888548747, Moby Dick, italiano, 1851, 32

.....

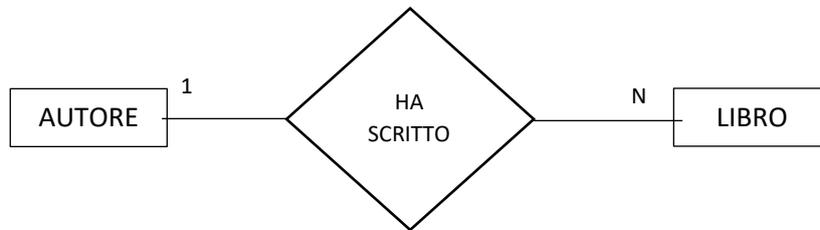
## ASSOCIAZIONI

Attenzione a non confondersi. Si chiamano **associazioni e non relazioni** anche se il diagramma si chiama E/R, Con il termine **relazione infatti si indica un'altra cosa, che vedremo**. Sono il mezzo con il quale viene rappresentato un **legame fra le istanze di due entità**. Viene rappresentato nel diagramma E/R con un rombo e generalmente con un verbo scritto all'interno del rombo.

### Il grado di una associazione

Con il termine **grado** di una associazione si indica il **numero di entità** coinvolte nell'associazione.

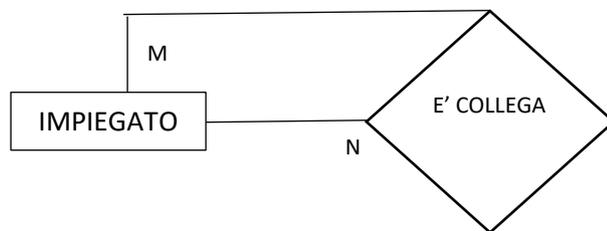
Esempio:



Generalmente le associazioni sono di **grado 2 (chiamate associazioni binarie)**, come nell'esempio precedente. In alcuni casi la modellizzazione porta a rappresentare la realtà con associazioni di grado 3 (ternarie: 3 entità coinvolte), in tal caso, come vedremo in un esempio più avanti, ci si può sempre ricondurre (ed è molto opportuno farlo) a 3 associazioni binarie che sostituiscono l'associazione ternaria.

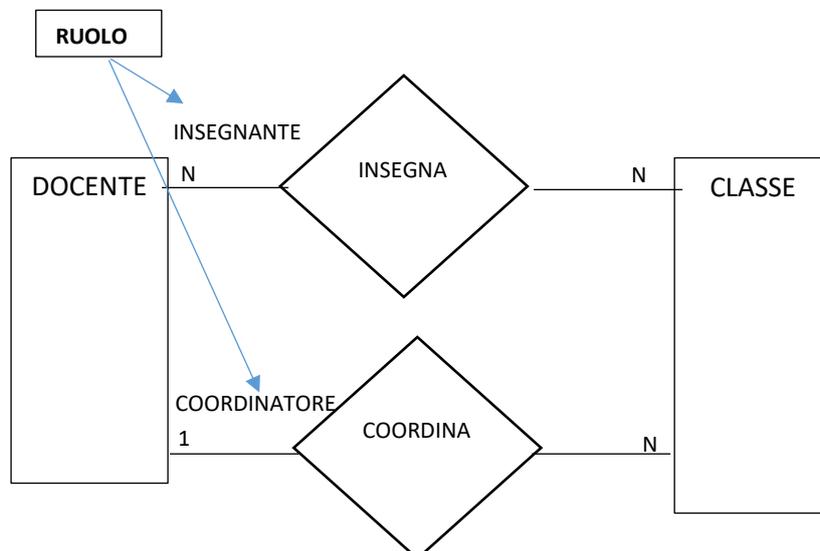
### Associazione ricorsiva

Le associazioni possono essere **ricorsive**. Tale termine indica che le istanze di una entità sono in associazione con altre istanze della stessa entità. Esempio:



L'associazione indica un legame fra un'istanza dell'entità impiegato con un'altra istanza della stessa entità impiegato. **Associazioni multiple**

Fra due entità possono esserci più di una associazione, in tal caso si dice che le due entità posseggono **associazioni multiple**, in tal caso si può indicare nel diagramma il **“ruolo”** con cui un'entità partecipa all'associazione:



Le associazioni fra due entità possono essere lette in entrambe le direzioni, generalmente una lettura indica l'associazione "diretta" e il verbo viene letto in forma attiva (ogni docente **insegna** in una o più classi - ogni docente **coordina** una o più classi – ogni autore **ha scritto** uno o più libri), la lettura nel verso opposto indica l'associazione "inversa" e il verbo viene letto in forma passiva (ogni classe **è coordinata** da un solo docente - ogni libro **è stato scritto** da un autore – in ogni classe **insegnano** uno o più docenti).

## La molteplicità delle associazioni (**importante**)

Come detto, le associazioni indicano il legame fra le istanze di due (o più) entità.

Nel diagramma E/R vengono rappresentate le associazioni dal punto di vista intensionale. Può essere utile, per chiarire il concetto di molteplicità, rappresentare le associazioni fra entità sotto l'aspetto estensionale, ossia come associazioni fra insiemi, insiemi che rappresentano le possibili istanze di una entità.

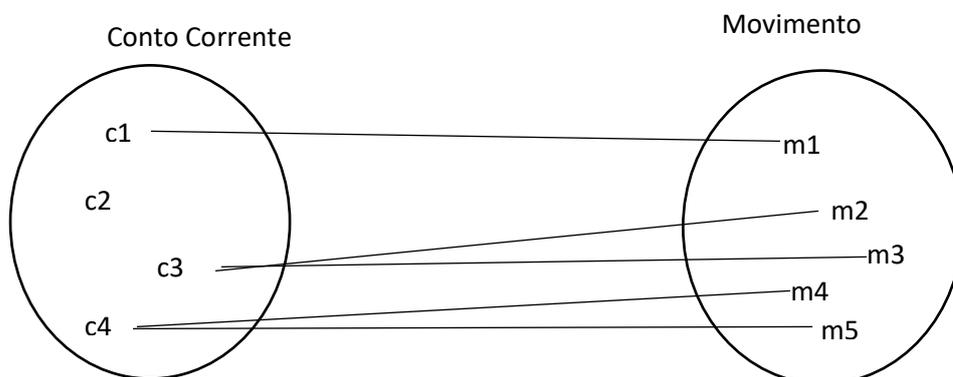
La **molteplicità** di una associazione indica **il numero di possibili** istanze dell'entità di partenza che sono in relazione con istanze dell'entità di arrivo.

La molteplicità è indicata con una coppia di numeri, la **molteplicità minima** e la **molteplicità massima**. Cerchiamo di chiarire il concetto di molteplicità con degli esempi, poi daremo delle definizioni più precise.

Esempio.

Si considerino le due entità che rappresentano dei conti correnti bancari e i movimenti sui conti correnti bancari. Ricordiamo che su un conto corrente possono essere effettuati più movimenti mentre un movimento è associato ad un solo conto corrente.

Per chiarire i concetti relativi alla molteplicità diamo una rappresentazione estensiva delle due entità e della loro associazione mediante due insiemi.



Osserviamo che nell'esempio:

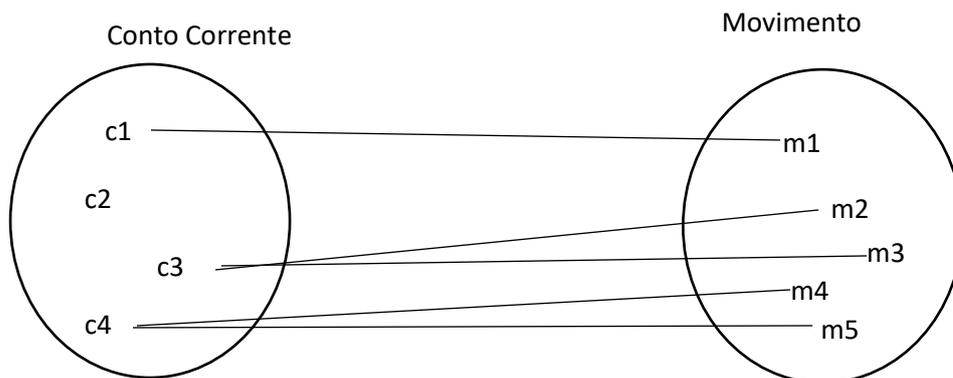
- sul conto corrente C1 è stato effettuato un movimento (m1)
- sul conto corrente C2 non è stato effettuato alcun movimento
- sul conto corrente C3 sono stati effettuati 2 movimenti (m2 e m3)
- sul conto corrente C4 sono stati effettuati 2 movimenti (m4 e m5)

La **molteplicità minima** risponde alla domanda:

“Possono esistere delle istanze dell’entità di partenza che non sono associate a nessuna istanza dell’entità di arrivo?”

- se la risposta è SI la **molteplicità minima** dell’entità di partenza è 0 (non obbligatorietà)
- se la risposta è NO la **molteplicità minima** dell’entità di partenza è 1 (obbligatorietà)

quindi nell’esempio:



Possono esistere dei CC sui quali non è stato svolto alcun movimento?

SI → molteplicità minima = 0

ESISTONO ISTANZE SENZA COLLEGAMENTO (ad esempio l’istanza c2)

Possono esistere dei Movimenti che non sono riconducibili a nessun CC?

NO → molteplicità minima = 1

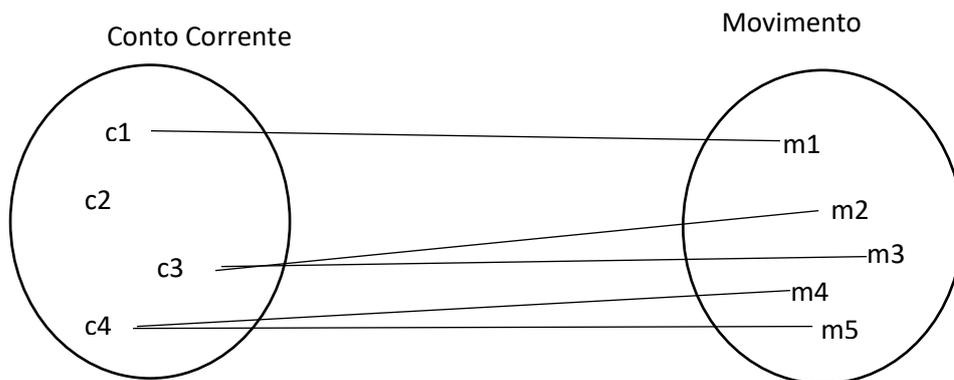
NON ESISTONO ISTANZE di Movimento SENZA COLLEGAMENTO

La **molteplicità massima** risponde alla domanda (occhio!):

“Possono esistere **più istanze dell’entità di partenza** associate ad **UNA stessa** istanza dell’entità di arrivo?”

- se la risposta è **SI** la **molteplicità massima** dell’entità di partenza è N (con N si indica un numero generico, significa “anche più di uno..”)
- se la risposta è **NO** la **molteplicità massima** dell’entità di partenza è 1

quindi nell’esempio:



Ci possono essere più CC associati allo stesso movimento?

NO → molteplicità massima = 1

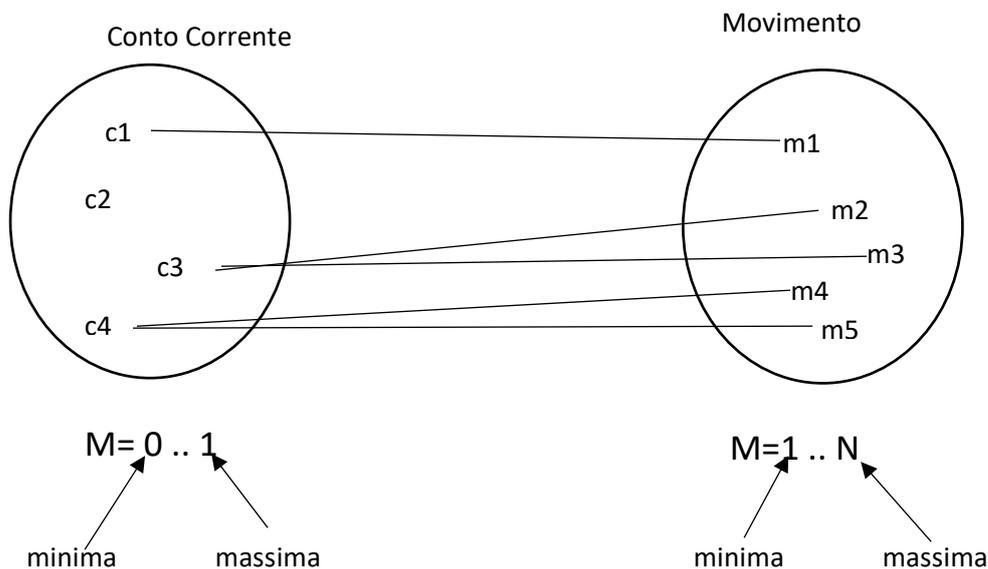
NON ESISTONO PIU' ISTANZE COLLEGATE ALLA STESSA ISTANZA DI ARRIVO

Ci possono essere movimenti associati allo stesso CC?

SI → molteplicità massima = N

ESISTONO PIU' ISTANZE COLLEGATE ALLA STESSA ISTANZA DI ARRIVO (ad esempio m2 e m3)

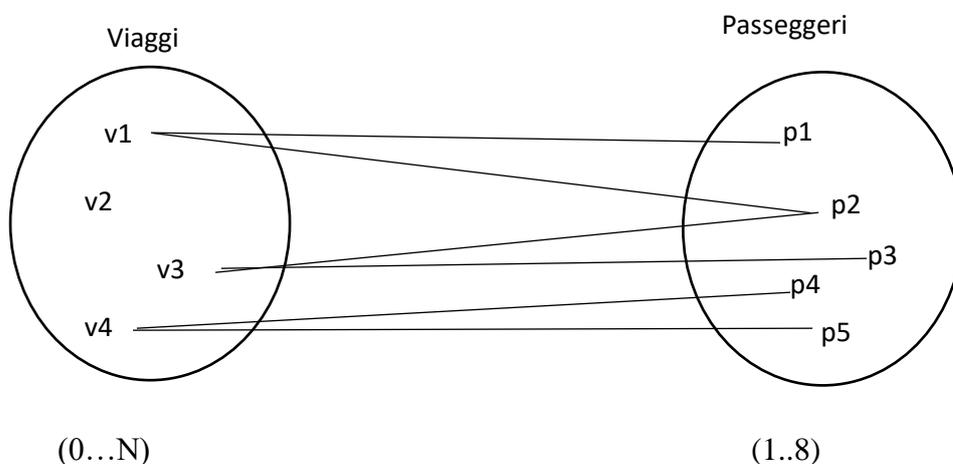
Rappresentiamo, per l’esempio precedente, i due insiemi con le istanze indicando sotto di essi sia la molteplicità massima che minima:



Grazie all'esempio dovrebbero essere chiare le tre seguenti definizioni relative a: **molteplicità minima**, **molteplicità massima** e **cardinalità** (importante).

- la **molteplicità minima può essere 1 o 0** e indica l'**obbligatorietà** della partecipazione delle istanze di una entità ad una associazione (0 se non è obbligatoria, 1 se è obbligatoria).
- la **molteplicità massima può essere 1 o N** e indica il numero massimo di istanze dell'entità di partenza che possono essere associate all'entità di destinazione. N può essere sostituito da un "numero" (ad esempio 3,4, 12...) quando IL NUMERO MASSIMO di istanze dell'entità di partenza associate alla stessa entità di arrivo è noto e ha un valore.

Ad esempio: ipotizzando di voler realizzare un database che rappresenta i viaggi effettuati da un veicolo guidabile con patente B, poichè il numero di passeggeri è al massimo 8, la molteplicità massima dell'entità passeggero è 8:



- Nelle associazioni binarie la **cardinalità** indica la **molteplicità massima** con cui le due entità partecipano all'associazione. I valori di cardinalità possibili sono:
  - **cardinalità 1 a 1** (uno a uno)
  - **cardinalità 1 a N** (uno a enne)
  - **cardinalità N a M** (enne a N, si può scrivere anche N a N)

il primo valore rappresenta la molteplicità massima dell'entità di partenza, il secondo valore rappresenta la molteplicità massima dell'entità di arrivo (N, significa "uno o più")

Nell'esempio Conto Corrente – Movimenti la cardinalità è **1 a N**.

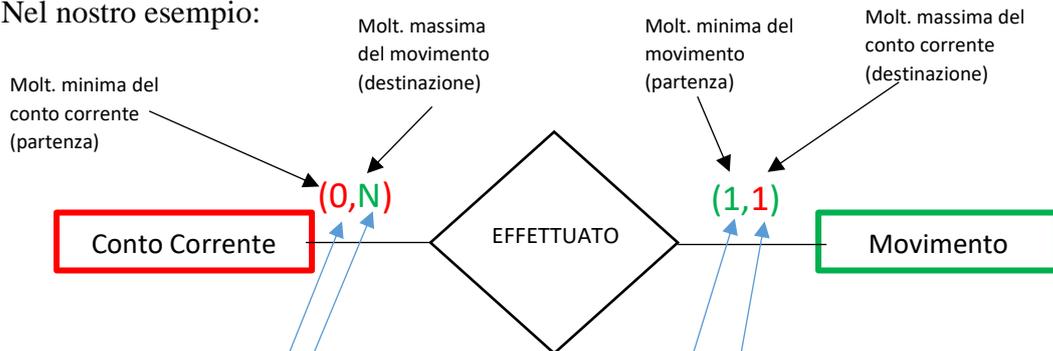
## Rappresentazione della molteplicità nel diagramma E/R

Ci sono due modi per rappresentare le molteplicità nei diagrammi E/R.

### Rappresentazione 1:

in questa rappresentazione si aggiungono, fra parentesi, accanto a ciascuna entità, due numeri separati da una virgola che rappresentano la molteplicità **minima** dell'entità di **partenza** e la molteplicità **massima** dell'entità di **destinazione**.

Nel nostro esempio:



Il diagramma E/R si legge nel seguente modo:

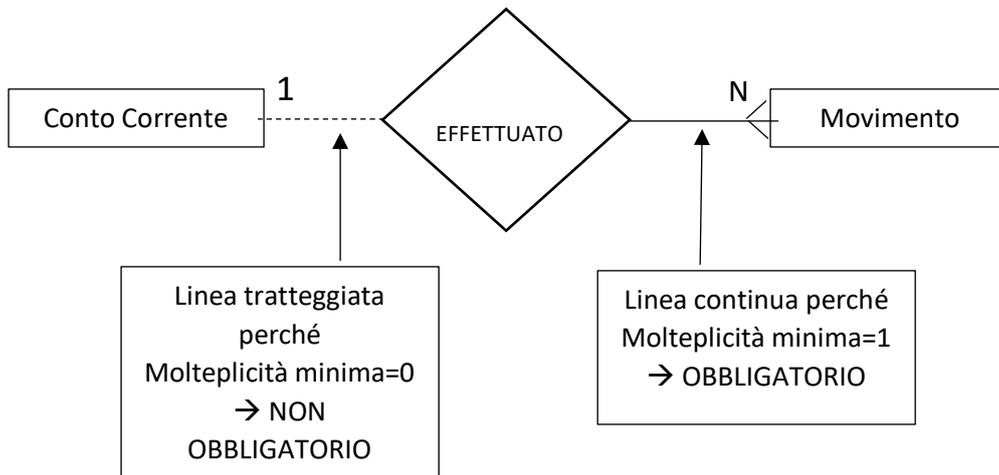
su <b>OGNI</b> Conto Corrente <b>POSSONO</b> essere effettuati <b>UNO O PIU'</b> movimenti.	<b>OGNI</b> movimento <b>DEVE</b> essere effettuato su <b>UN SOLO</b> Conto Corrente.
---	---

### Rappresentazione 2

Rappresentiamo la cardinalità (data dalle molteplicità minime 1 o N) aggiungendo **accanto a ciascuna entità la propria molteplicità massima**. La stessa informazione si può rappresentare con una linea singola se la molteplicità massima con cui un'entità partecipa all'associazione è 1, e una linea che termina con un "zampa di gallina" se la molteplicità con cui un'entità partecipa all'associazione è N.

Rappresentiamo l'obbligatorietà (ossia il fatto che la molteplicità minima si 1 o 0) disegnando nel diagramma E/R con un tratto continuo (molteplicità minima m=1) oppure tratteggiato (molteplicità minima m=0) il collegamento fra il rettangolo che rappresenta l'entità e il rombo che indica l'associazione. Tratto continuo indica obbligatorietà, tratto tratteggiato indica NON obbligatorietà.

Nell'esempio Conto Corrente – Movimenti, il diagramma E/R risulta quindi essere il seguente.



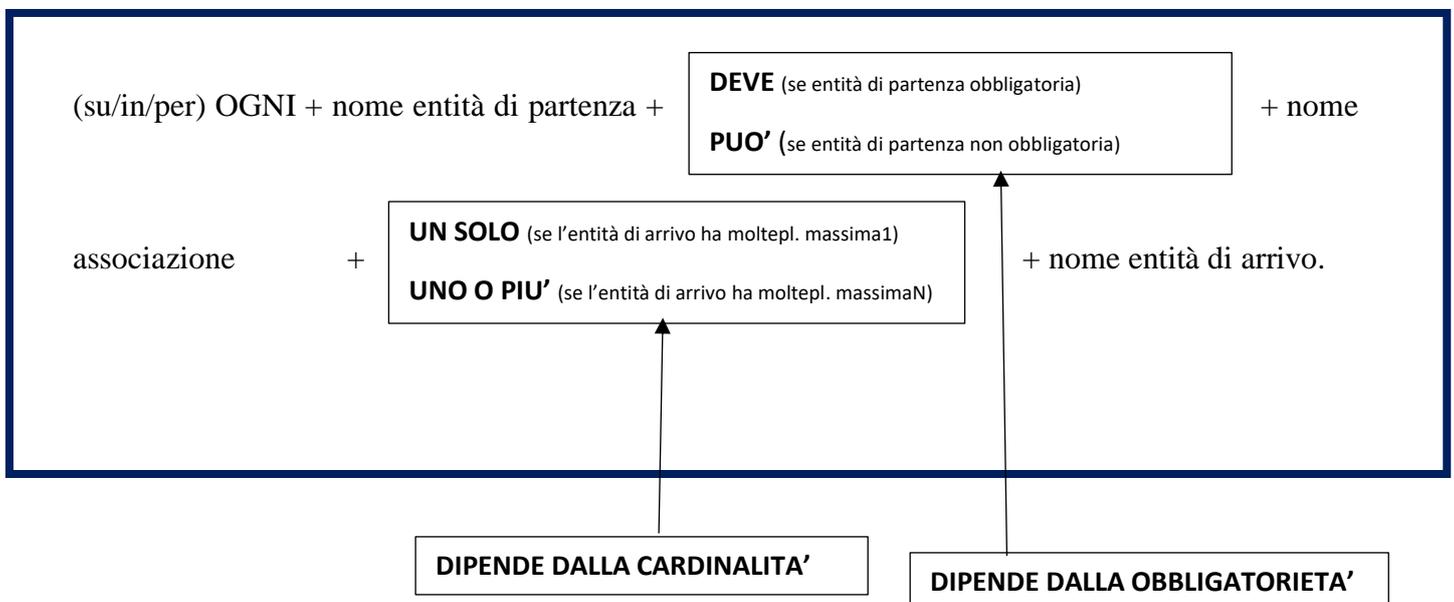
Il diagramma E/R si legge nel seguente modo:

- su OGNI Conto Corrente POSSONO essere effettuati UNO O PIU' movimenti.
- OGNI movimento DEVE essere effettuato su UN SOLO Conto Corrente.

### Regole di lettura

La lettura di un diagramma E/R è utile per verificare la correttezza del modello, visto che può essere svolta facilmente anche da un esperto del dominio che non conosce l'informatica.

La lettura di un diagramma E/R va svolta per ogni associazione presente sia in direzione diretta che inversa (ponendo generalmente al passivo il verbo) nel seguente modo:



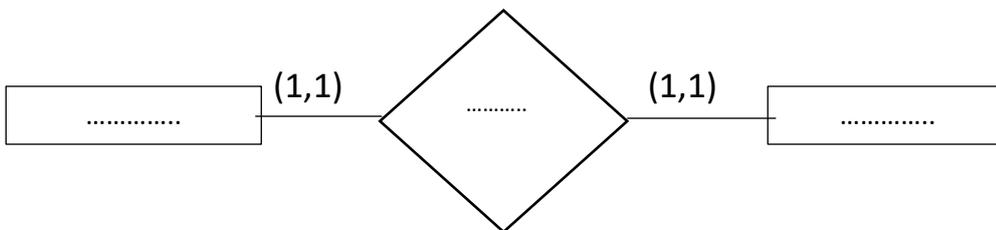
ESERCIZIO 1:

Rappresentare correttamente nei seguenti tre diagrammi E/R le seguenti tre realtà:

- A. Le città capitali delle nazioni europee
- B. Le squadre in cui un calciatore ha giocato nella sua carriera
- C. Le partite giocate da un calciatore in questa stagione

Si scrivano le relative regole di lettura.

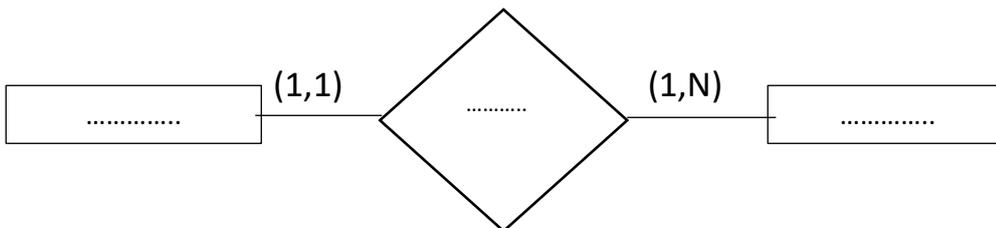
A)



Ogni città .....

Ogni nazione .....

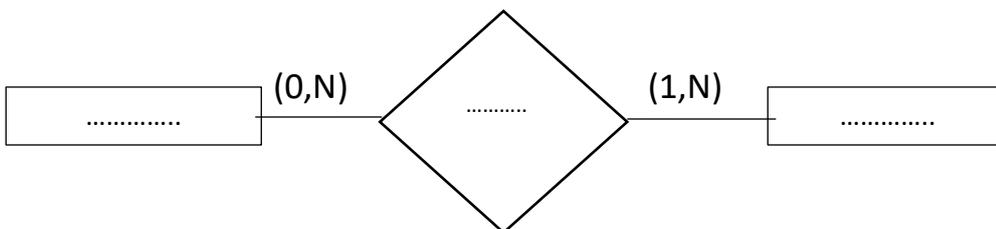
B)



Ogni calciatore .....

In ogni squadra .....

C)



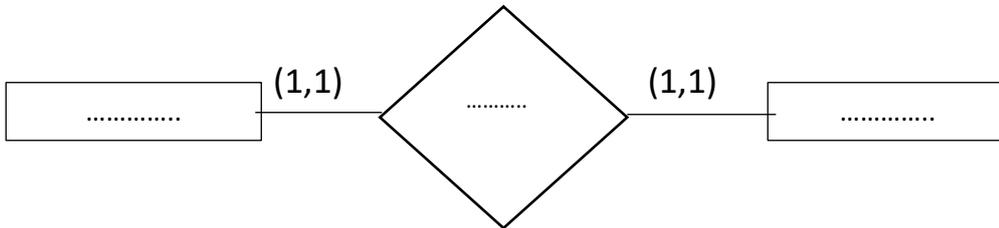
Ogni calciatore .....

In ogni partita .....

ESERCIZIO 2:

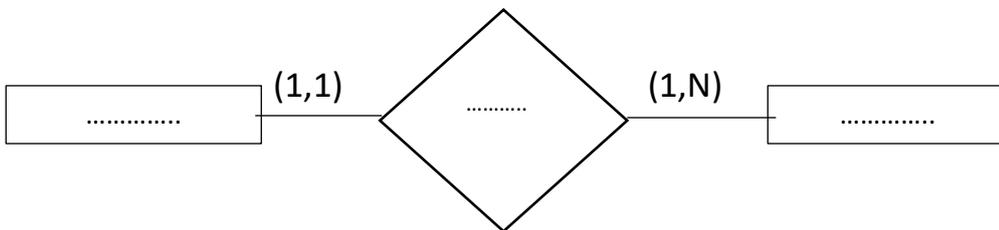
Ciascuno studente inventi degli esempi in cui le classi e le associazioni che possano essere rappresentati dai seguenti diagrammi E/R e scriva le relative regole di lettura:

1)



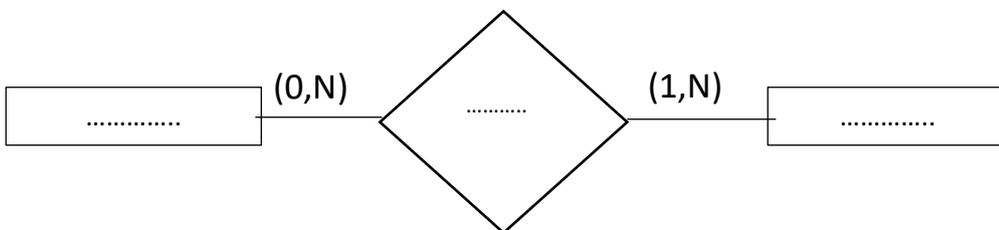
.....  
.....

2)



.....  
.....

3)



.....  
.....

## ATTRIBUTI

Indicano delle proprietà che descrivono un'entità o un'associazione (quindi **possono essere definiti attributi anche per le associazioni**).

- Le istanze di un'entità hanno tutte gli stessi attributi
- Ogni attributo è specificato da:
  - un nome
  - un formato: indica il tipo di valori che può assumere (Stringa, Reale, Intero, Booleano, Data, Ora)
  - Una dimensione (per i dati numerici e le stringhe): indica il numero massimo di cifre o lettere che può assumere.
  - Un valore: i diversi valori assunti dagli attributi determinano le diverse istanze dell'entità o della associazione. L'insieme dei **possibili** valori che può assumere un attributo si chiama **dominio** dell'attributo. Ad esempio per l'attributo sesso biologico il dominio è l'insieme (**maschio, femmina**).

### Cardinalità di un attributo

Anche per un attributo si possono definire una cardinalità minima (che indica l'obbligatorietà) e una cardinalità massima (che indica gli attributi multivalore).

Cardinalità minima:

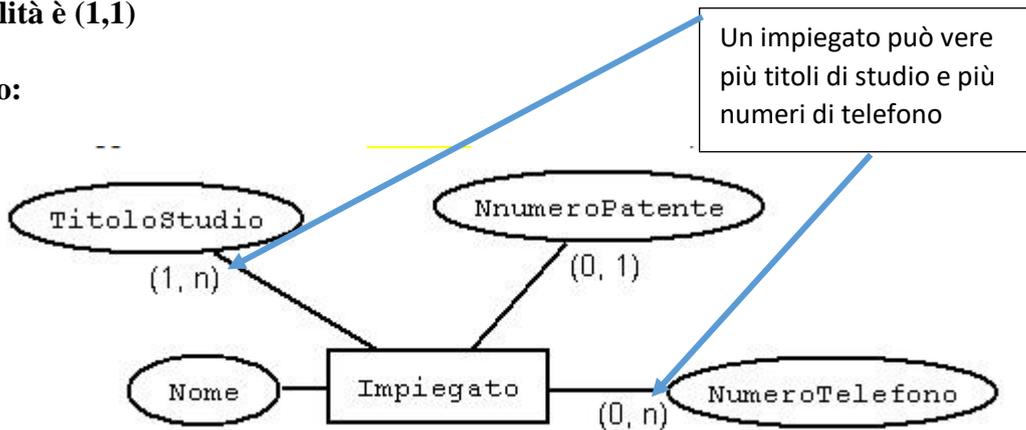
- se vale **0** (attributo **non obbligatorio**), nel database si sta modellizzando il fatto che l'attributo può assumere valore NULL (attenzione: NULL non significa valore 0 o stringa vuota, indica **ASSENZA DI INFORMAZIONE**, quell'informazione è mancante). Un attributo che può assumere valore NULL è detto **facoltativo**.
- se vale **1** (attributo obbligatorio), nel database si sta modellizzando il fatto che è obbligatorio che tale attributo abbia un valore. Non è consentito assegnare un valore NULL a quell'attributo.

Cardinalità massima:

- se vale **1** nel database si sta modellizzando il fatto che l'attributo può assumere **nella stessa istanza** al massimo UN valore.
- se vale **N** nel database si sta modellizzando il fatto che l'attributo può assumere **nella stessa istanza** più di un valore .

Le cardinalità si indicano fra parentesi accanto all'attributo. Se non indicate significa che la cardinalità è (1,1)

**Esempio:**



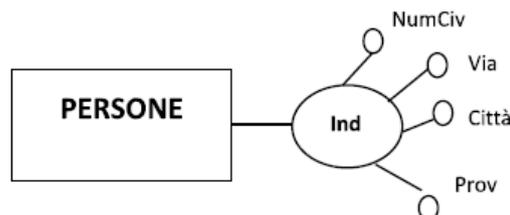
Per ciascuna istanza di impiegato che si vorrà aggiungere alla base di dati:

- E' obbligatorio indicare il titolo di studio (**cardinalità minima=1**), è possibile indicare anche più di un titolo di studio (**cardinalità massima=n**)
- Si può non indicare il numero di patente (assegnando il valore NULL) e, nel caso lo si indichi, se ne può indicare soltanto uno (**cardinalità minima=0 massima=1**)
- Si può non indicare il numero di telefono, ma se ne possono indicare anche più di uno (attributo multivalore, **cardinalità massima=n**). Se si vuole rappresentare che un impiegato può avere da 0 fino a un massimo di esattamente 3 numeri di telefono, anziché (0,n) si scrive (0,3) accanto all'attributo.

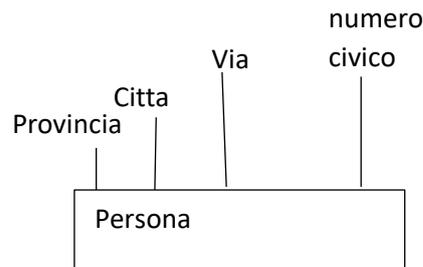
**Attributi semplici e attributi composti:**

**Attributo semplice:** non scomponibile in altri sottoattributi. Esempio: numeroPatente, numeroTelefono

**Attributo composto:** scomponibile in sottoattributi. Esempio: indirizzo.



Gli attributi composti sono da evitare, quindi li scomponiamo così:



### Attributi derivati

**ATTENZIONE:** è sempre opportuno evitare di definire attributi il cui valore si può derivare elaborando altri attributi presenti, questo provoca infatti ridondanza dei dati e quindi inefficienza dovuto ad operazioni inutili di aggiornamento.

Ad esempio: se definiamo un'entità Persona con un attributo data\_nascita, non è corretto definire l'attributo età perché l'età si può calcolare come differenza fra la data odierna e la data di nascita.

Dopo aver definito cosa sono gli attributi possiamo definire il fondamentale concetto di attributo identificatore (concetto analogo a quello di chiave già incontrato nei file di dati)

### Attributo identificatore (chiave)

**Attributo identificatore:** attributo o insieme di attributi che ha/hanno il ruolo di identificare univocamente ogni istanza di una entità.

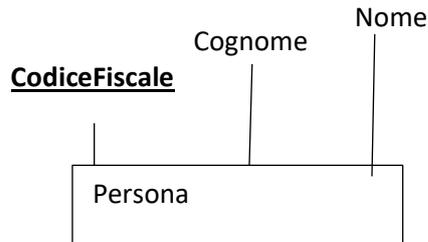
Spesso è utile introdurre, in fase di progettazione di un sistema informatico, dei codici che siano degli identificatori univoci. In alcuni casi questa operazione è naturale perché l'entità prevede già attributi che siano chiavi naturali (codice fiscale per le persone, targa per le auto, ISBN per i libri...), in alcuni casi invece l'attributo identificativo (id o codice) viene aggiunto appositamente per avere una comoda chiave primaria (ad esempio id\_autore o id\_genere....). Nei diagrammi E/R le chiavi primarie sono scritte in grassetto oppure sottolineate oppure indicate con un pallino pieno.

L'identificatore univoco deve avere le seguenti caratteristiche:

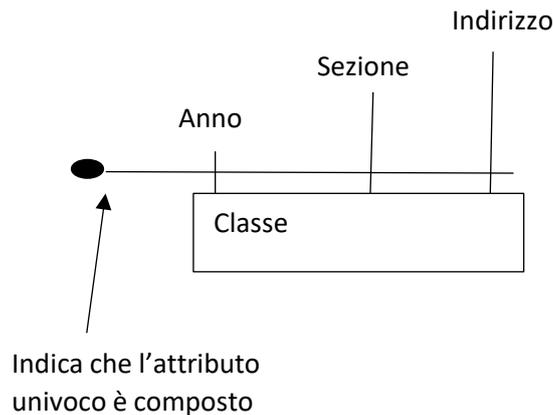
- **univocità:** non possono esistere più istanze con lo stesso valore di identificatore univoco
- **minimalità:** rimuovendo un attributo dall'insieme che forma l'identificatore univoco si perde l'univocità

Secondo quanto detto dunque l'attributo univoco può essere **semplice** o **composto**:

- **Semplice:** è costituito da un solo attributo

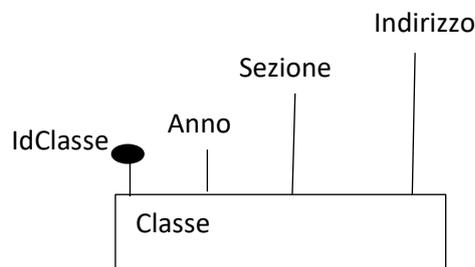


- **Composto:** è costituito da un insieme di attributi



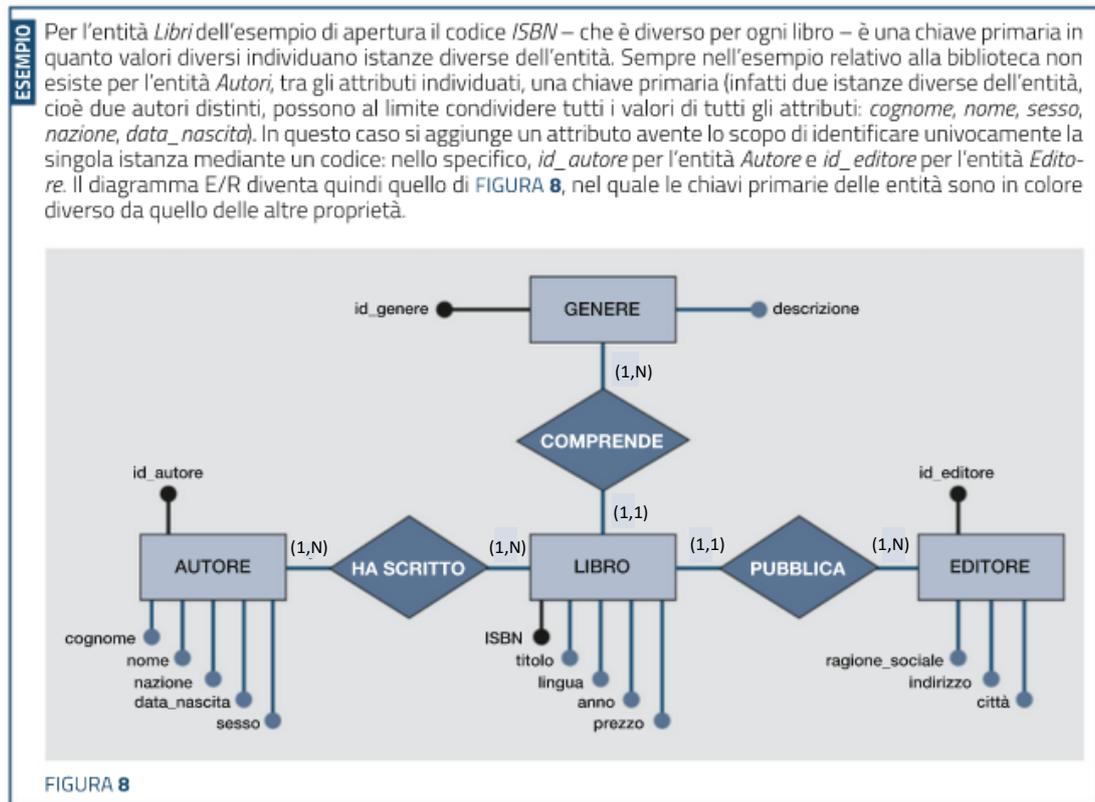
Si osservi che è garantita la minimalità perché eliminando uno dei tre attributi l'identificatore non è più univoco

In caso di attributo identificativo composto è possibile, se ritenuto utile, aggiungere per comodità un ulteriore identificativo univoco. Questo naturalmente comporterà **lo svantaggio di dover memorizzare un attributo in più per ogni istanza dell'entità**:



**Le associazioni, pur avendo attributi non hanno mai un attributo identificatore** perché non rappresentano delle istanze di oggetti (il motivo diventerà più chiaro quando si passerà alla progettazione logica).

Grazie a quanto spiegato, ora si dovrebbe essere in grado di comprendere ogni aspetto del diagramma E/R introdotto nell'esempio iniziale:



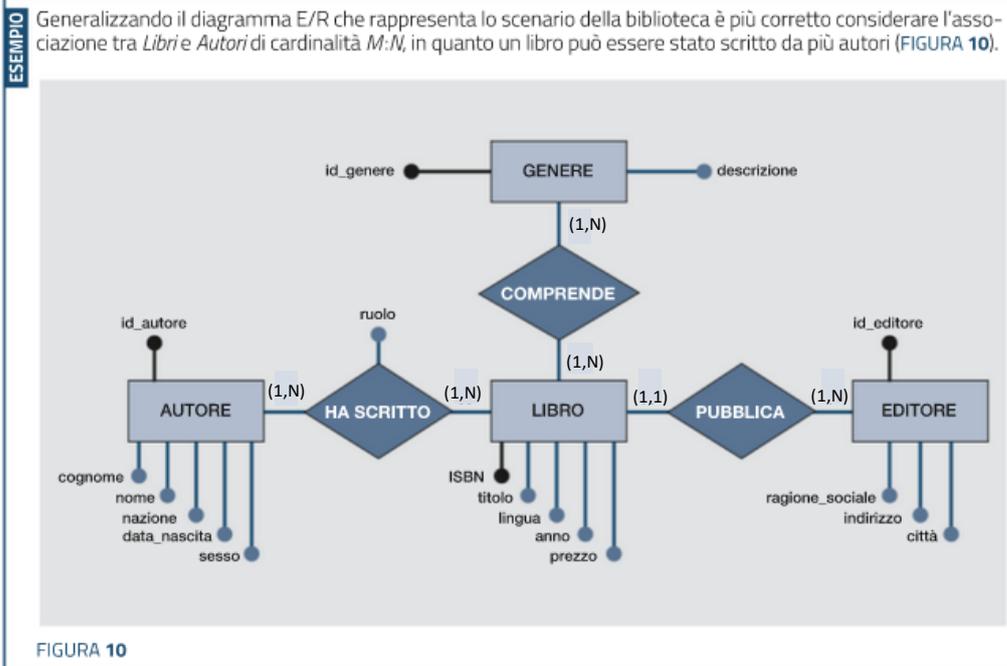
### Esempio di associazione con attributo

Nel caso dell'esempio iniziale (biblioteca), consideriamo di voler rappresentare il fatto che un libro possa essere scritto da più autori e che ogni autore debba avere un ruolo nella scrittura del libro (autore, coautore, traduttore, illustratore, revisore ecc..)

Nella realtà che vogliamo modellizzare, dunque:

- ogni autore deve aver scritto uno o più libri
- ogni libro deve essere stato scritto da uno o più autori

Quindi il diagramma E/R diventa il seguente dove all'associazione "Ha scritto", viene assegnato un attributo che specifica il ruolo che un autore ha avuto nella scrittura del libro (autore, coautore, revisore..). Si osservi che il ruolo non è un attributo dell'autore (ogni autore non ha un ruolo predefinito che lo caratterizza, ad esempio in un libro potrebbe aver svolto il ruolo di autore, in un altro libro il ruolo di traduttore, o coautore), ma non è neppure un attributo del libro (il libro è un libro, l'attributo "ruolo" non lo caratterizza per niente). L'attributo ruolo è, dunque, un attributo dell'associazione "ha scritto".



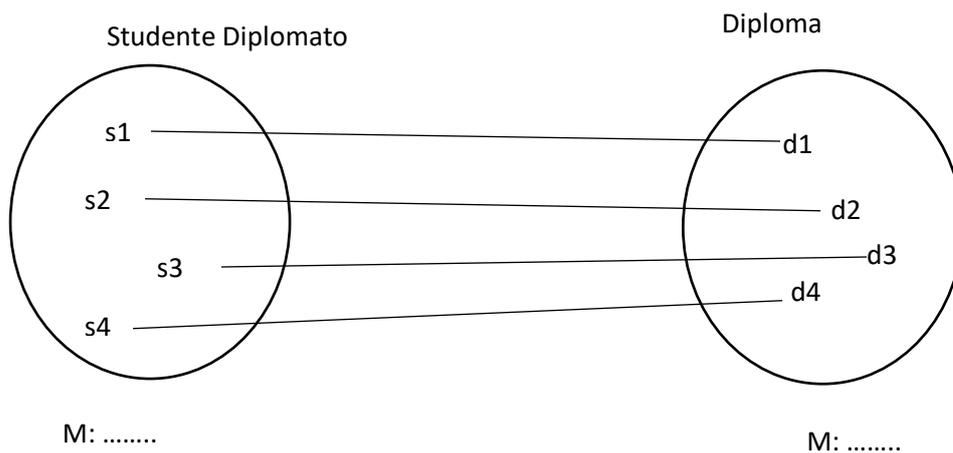
**OSSERVAZIONE IMPORTANTE:** Entità, associazioni e attributi non sono elementi assoluti, dipendono sempre dal **contesto** che si vuole rappresentare. Quando si realizza un diagramma E/R, nella pratica si procede nel seguente modo:

- Si individuano i concetti principali della realtà da rappresentare.
- Si realizza uno schema “scheletro” che rappresenta i concetti più importanti.
- Si raffina per passi successivi se necessario.

## Esercizi

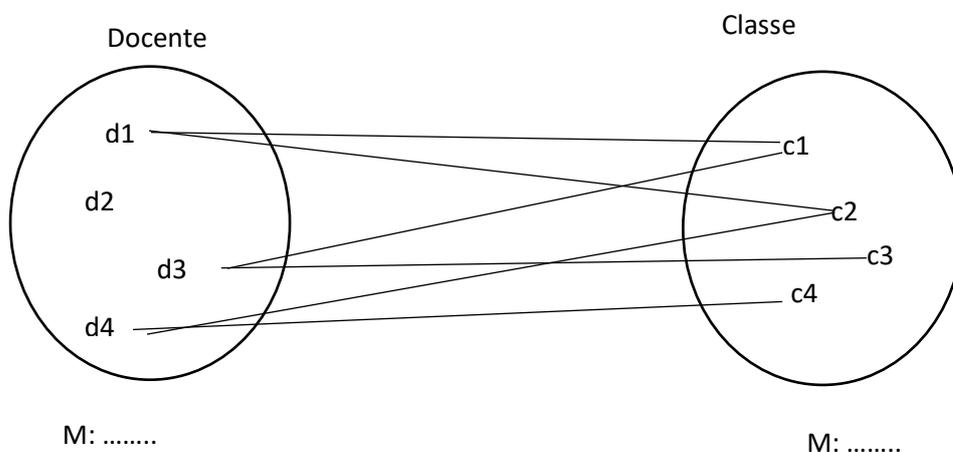
Individuare correttamente le molteplicità, quindi la cardinalità dell'associazione e rappresentare con un diagramma E/R le seguenti semplici associazioni binarie, infine scrivere le regole di lettura del diagramma in entrambe le direzioni per verificarne la correttezza.

**Esercizio1: Associazione fra entità Studente Diplomato ed entità Diploma con la regola che ogni studente può ottenere un solo diploma (per uno specifico corso di studi)**



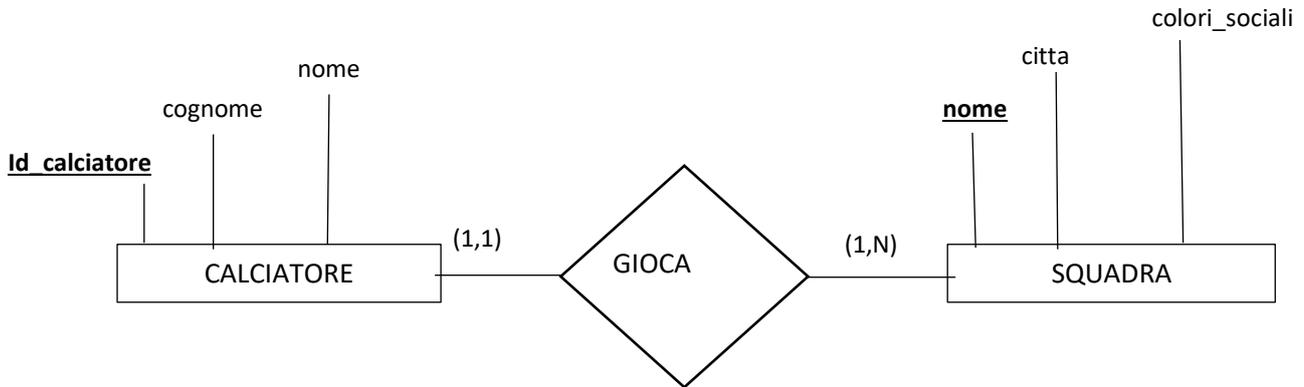
**Esercizio 2 : Associazione "insegna" fra entità Docente ed entità Classe considerando che:**

- Possono esserci docenti che non insegnano (di sostegno)
- I docenti possono insegnare in classi diverse



Esercizio:

Ogni calciatore deve giocare, attualmente, in una sola squadra di calcio. In ogni squadra giocano N calciatori. In un diagramma E/R tale realtà si rappresenta nel seguente modo:



Modificare il diagramma aggiungendo gli elementi ritenuti necessari in modo da poter rappresentare il fatto che un giocatore può trasferirsi da una squadra all'altra, quindi se voglio rappresentare nel diagramma tutte le squadre in cui ha giocato un calciatore devo aggiungere l'informazione temporale che indica il periodo di tempo in cui il giocatore ha giocato in una determinata squadra. ATTENZIONE: Sia il diagramma E/R precedente che questo sono corretti, però rappresentano due cose diverse!

**Fare insieme e da soli gli esercizi del file 3**

## IDENTIFICATORE MISTO

In alcuni casi gli attributi che descrivono un'entità non sono sufficienti per identificarne univocamente le istanze. In questi casi per poter identificare l'istanza di un'entità, è possibile aggiungere uno (o più) attributi di un'entità associata. Si parla in tal caso di identificatore misto (perché parte dell'identificatore è un attributo interno all'entità e parte è di un'altra entità). La situazione si rappresenta graficamente come nel seguente esempio.

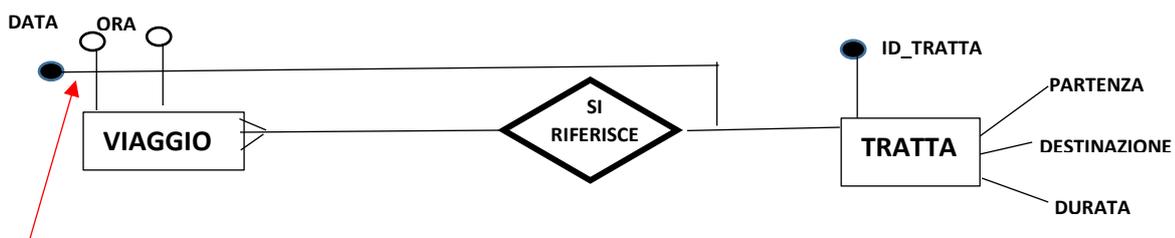
In una compagnia aerea si vuole memorizzare il fatto che per ogni tratta (esempio: Milano-Roma, Milano-Amsterdam ecc..) vengono svolte, in date e orari diversi, più viaggi.

Per ogni tratta (Milano-Roma, Milano-Amsterdam ecc..), il viaggio è univocamente identificato dalla data e ora in cui si è svolto (Milano-Roma del 10/10/2024 alle 11.00, Milano-Roma del 11/10/2024 alle 11.00...).

Tale situazione si rappresenta con un identificatore esterno per l'entità viaggio formato da:

**data, ora, tratta.id\_tratta**

Graficamente si rappresenta nel seguente modo:



**Questo simbolo indica che l'identificatore univoco di un viaggio è dato dalla data, dall'ora e dall' identificativo dell'entità associata (id\_tratta).**

Quindi le istanze di Viaggio saranno:

Id_tratta	data	ora	
1	10/10/2024	11.00	1 indica la tratta Milano Roma
1	11/10/2024	11.00	1 indica la tratta Milano Roma
2	11/10/2024	11.00	2 indica la tratta Milano Amsterdam

Come si può osservare le righe sono sempre diverse, quindi l'unione dei tre campi (Id\_tratta,data,ora) è un identificatore univoco per l'entità Viaggio.

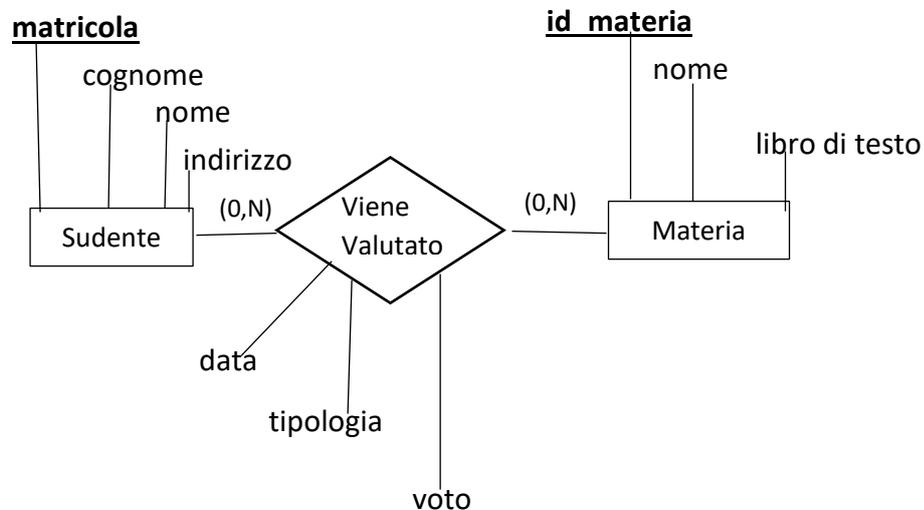
## TRASFORMAZIONE DI UNA ASSOCIAZIONE N-N IN DUE 1-N

E' sempre possibile, e a volte risulta utile, trasformare una associazione N a N fra due entità in DUE associazioni 1 a N introducendo una nuova entità.

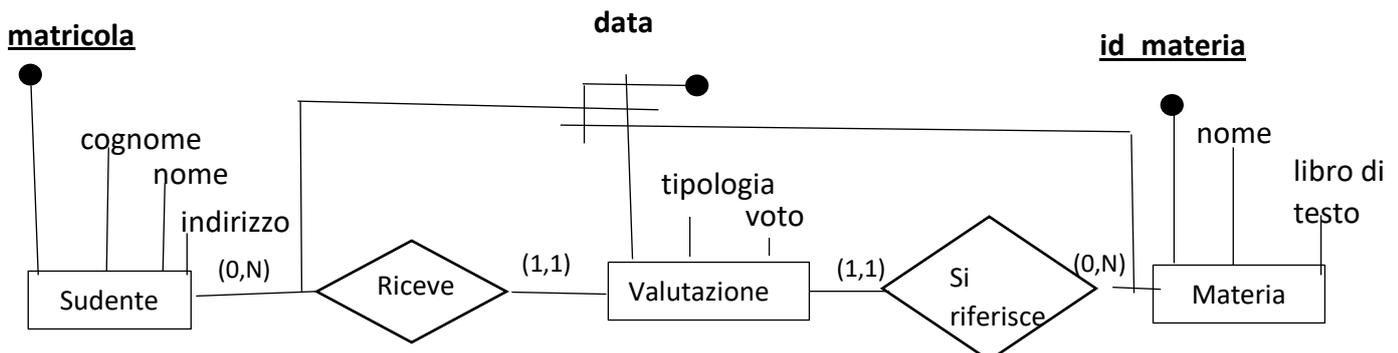
Quando si svolge questa trasformazione, l'identificatore della nuova entità sarà composto dagli identificatori delle entità associate con l'aggiunta di eventuali attributi interni necessari a rendere univoche le istanze.

ESEMPIO:

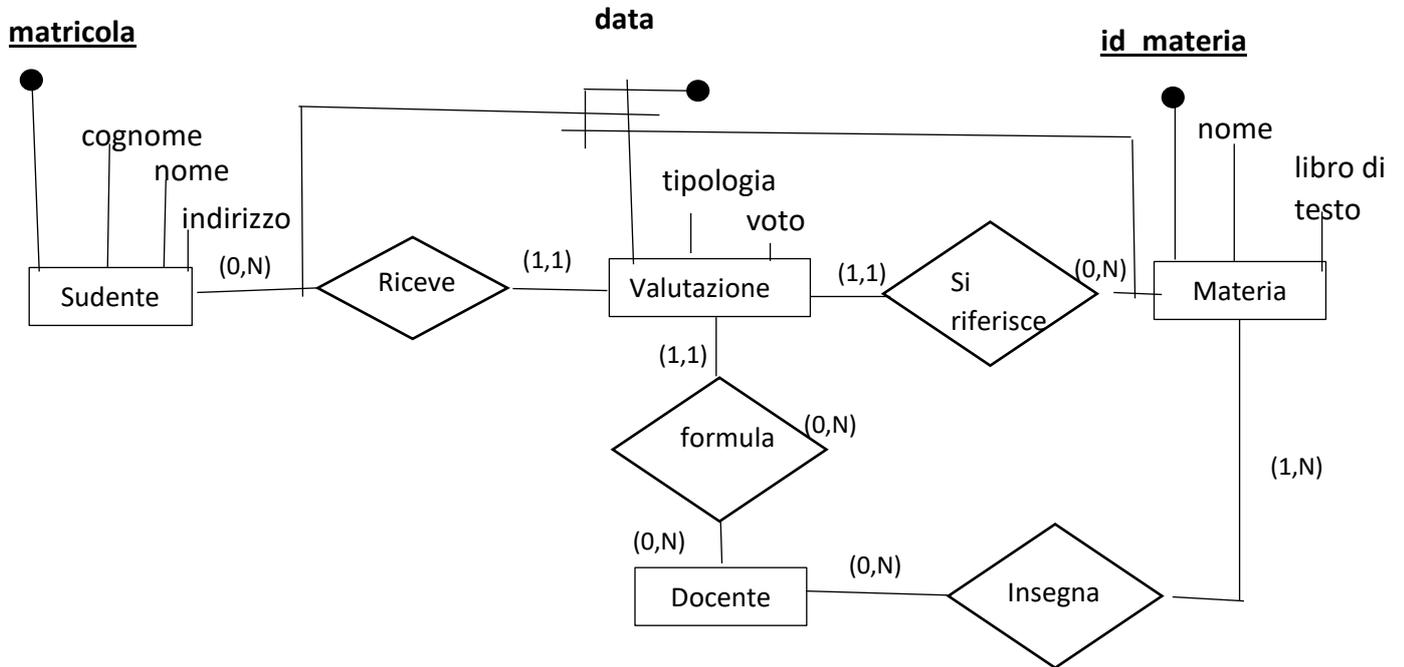
Si consideri la seguente associazione "viene valutato" fra le entità Studente e Materia. L'associazione ha degli attributi che sono data, tipologia (scritto/orale/pratico) e voto.



L'associazione N a N "viene valutato" si può scomporre in due associazioni 1 a N introducendo l'entità VALUTAZIONE che, oltre agli attributi data, tipologia, voto, avrà le due chiavi primarie di Studente e di Materia, che però non bastano perché uno studente può essere valutato più volte nella stessa materia, per ottenere l'identificatore univoco di Valutazione bisognerà aggiungere almeno la data.



Quando questo potrebbe essere utile? Nel caso delle associazioni ternarie che mostreremo dopo oppure nel caso si volesse aggiungere un'entità collegata alla valutazione.



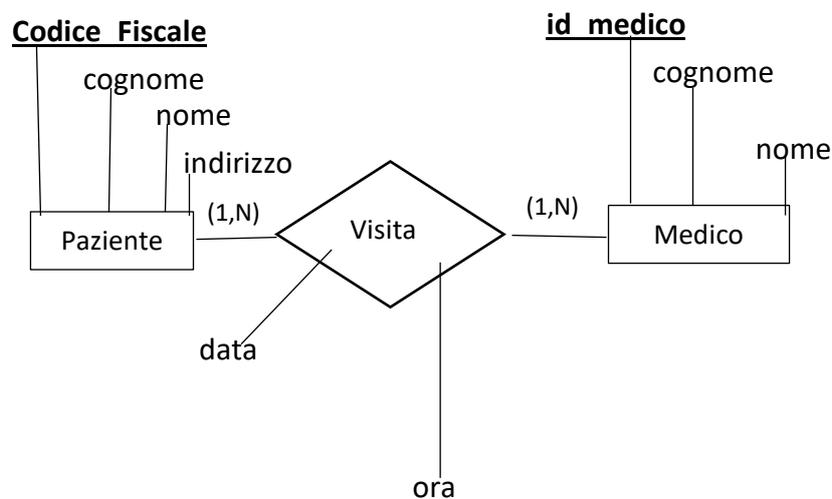
## Associazioni (relazioni) ternarie

La maggior parte delle associazioni fra entità è di tipo binario. In alcuni casi però la complessità della realtà da modellizzare richiede di rappresentare associazioni che coinvolgono più di due entità, si parla in tal caso di **associazioni multiple**. Nel caso di associazioni multiple il caso più comune è quello delle **associazioni ternarie**, ossia associazioni che coinvolgono tre entità. Tali associazioni si rendono necessarie quando non è possibile modellizzare la realtà solamente con una associazione binaria perché le entità coinvolte sono tre.

ESEMPIO:

In uno studio associato lavorano diversi medici che effettuano visite sui pazienti dello studio.

La situazione si potrebbe rappresentare nel seguente modo.

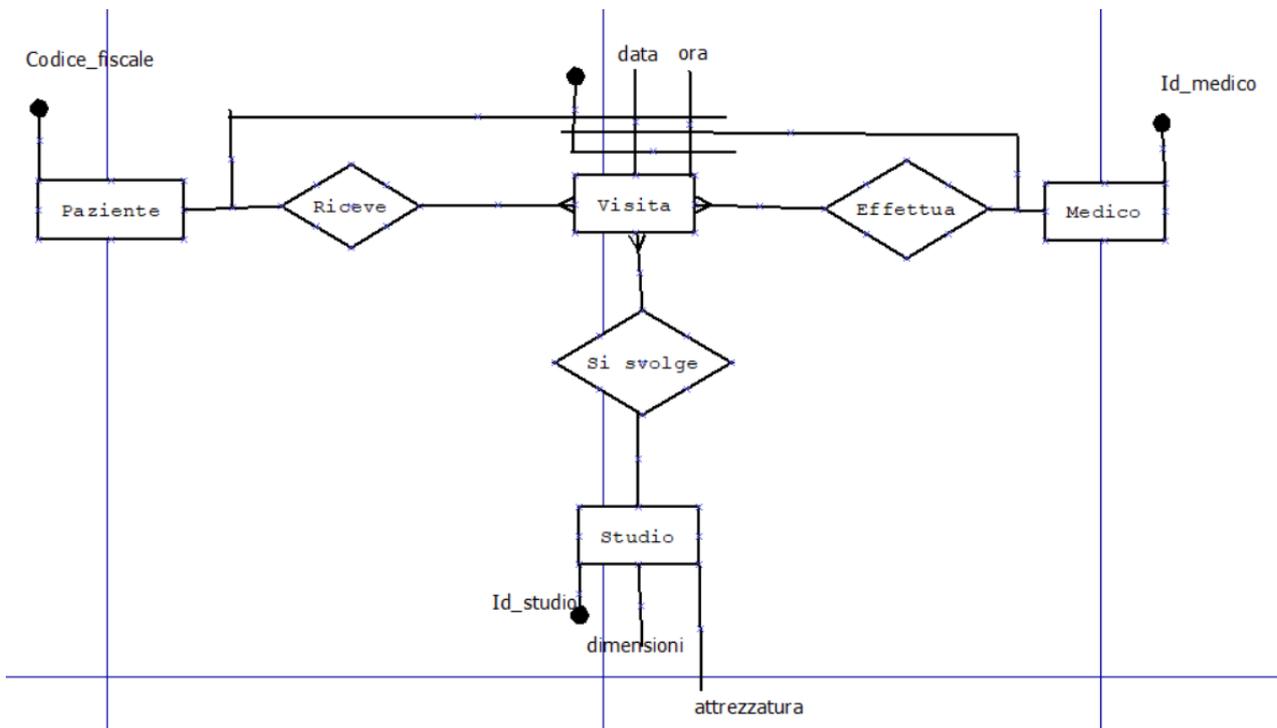


Se si vuole rappresentare il fatto che i medici non svolgono le visite sempre nello stesso studio ma ogni visita può svolgersi in uno studio diverso, e si volessero aggiungere le informazioni relative allo studio (numero identificativo, dimensioni, attrezzatura presente ecc.) bisognerebbe aggiungere un'entità Studio e collegarla all'associazione Visita. Infatti lo studio non è associato né al paziente né al medico ma alla visita. Questo darebbe luogo ad una associazione ternaria.

**Poiché le associazioni ternarie sono difficili da gestire è opportuno agire nel seguente modo:**

1. Si trasforma l'associazione Visita in una entità Visita con due associazioni 1-N con le entità presenti
2. L'entità visita acquisisce le due chiavi esterne di Paziente e Medico
3. Si associa l'entità Visita alla nuova entità Studio con una associazione 1-N

Il risultato è il seguente (sono stati omessi alcuni attributi per rendere più leggibile il diagramma):

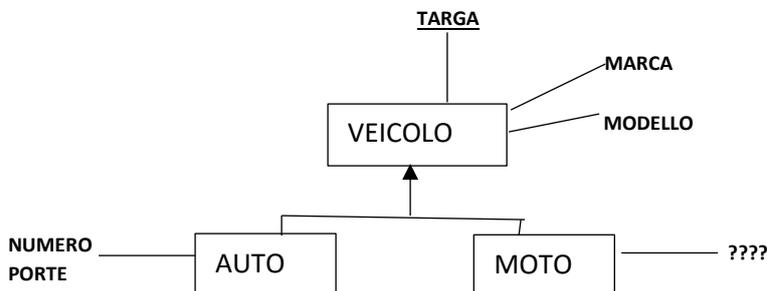


## GERARCHIE DI GENERALIZZAZIONE

La generalizzazione è un concetto già visto anche nella progettazione delle classi. Tale concetto consente di rappresentare la realtà con delle entità “figlie” che hanno gli stessi attributi e partecipano alle stesse associazioni delle entità “madri”, inoltre le “figlie” possono avere ulteriori attributi e associazioni che le “specializzano” rispetto alle “madri”. Per questo motivo le entità “figlie” sono dette anche specializzazioni mentre le “madri” sono dette generalizzazioni. Le entità “figlie” **“sono”** entità “madri ma con qualcosa in più” (relazione ISA: “is a”, ossia “è un”).

Gli attributi e le associazioni che le diverse entità figlie hanno in comune fra loro vengono rappresentati una sola volta nel diagramma E/R, nelle entità madre. Sarebbe un errore rappresentarle anche nelle “figlie”.

Graficamente la generalizzazione si rappresenta con una (unica) **freccia** che va dalle specializzazioni alla generalizzazione.



Per ogni generalizzazione va definita la tipologia di “copertura” individuandola in una fra le combinazioni dei seguenti due valori:

- copertura **TOTALE o PARZIALE**:

**TOTALE** se ogni istanza dell'entità generica **deve** essere istanza di una delle sotto-entità.

**PARZIALE** se possono esserci istanze della entità generica che non fanno parte di alcuna delle sotto-entità

- copertura **ESCLUSIVA o CON SOVRAPPOSIZIONE**:

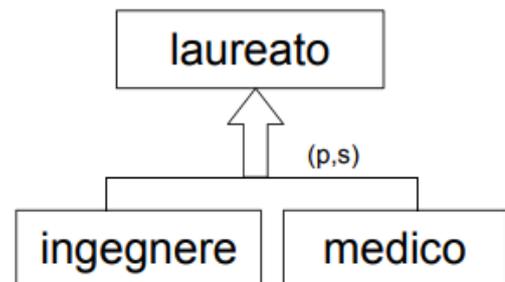
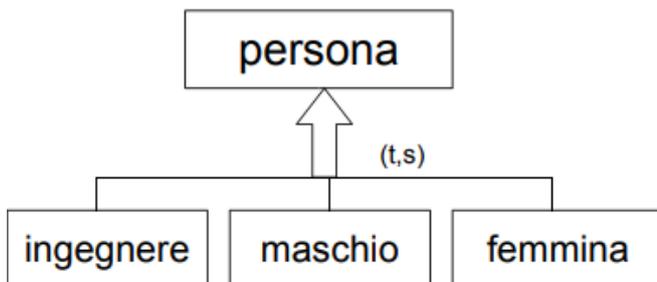
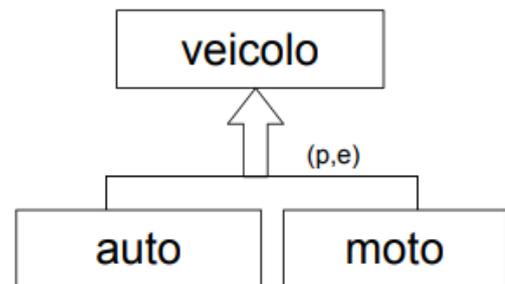
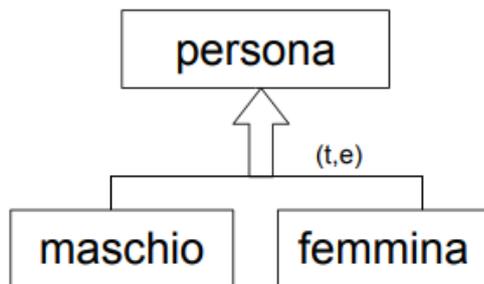
**ESCLUSIVA** se un'istanza che fa parte di una sotto-entità non può far parte di altre sotto-entità.

CON SOVRAPPOSIZIONE se possono esserci istanze che fanno parte di diverse sotto-entità.

Le possibili “coperture” sono dunque 4, date dalle possibili combinazioni fra le quattro possibilità:

1. TOTALE-ESCLUSIVA (t,e)
2. TOTALE-CON SOVRAPPOSIZIONE (t,s)
3. PARZIALE-ESCLUSIVA (p,e)
4. PARZIALE-CON SOVRAPPOSIZIONE (p,s)

ESEMPI:



## SEMPLIFICAZIONE DI DIAGRAMMI E/R

Alcune delle situazioni rappresentate in un diagramma E/R non hanno la possibilità di essere poi rappresentate in un database relazionale pertanto, quando si presentano tali situazioni il diagramma E/R va semplificato.

Le situazioni da semplificare sono le seguenti:

- presenza di attributi multivalore
- presenza di gerarchie di generalizzazione

La semplificazione si ottiene applicando le regole di seguito mostrate.

### Attributi multivalore.

L'attributo multivalore di una entità X dà luogo ad una nuova entità e ad una associazione con l'entità X:



## Gerarchie di generalizzazione.

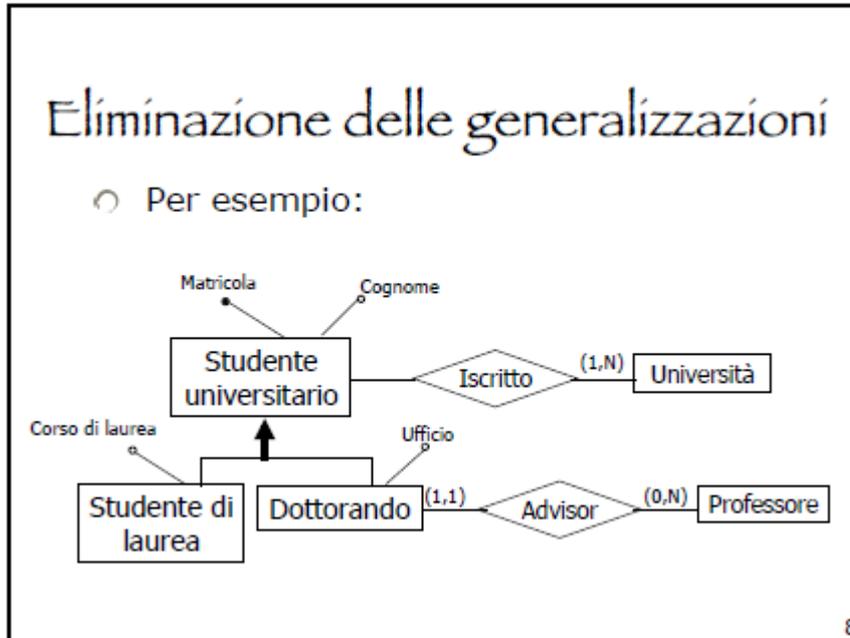
Ci sono diverse possibili soluzioni per semplificare una gerarchia di generalizzazione, ne vediamo due:

### Soluzione 1: “accorpamento dei figli nel genitore”.

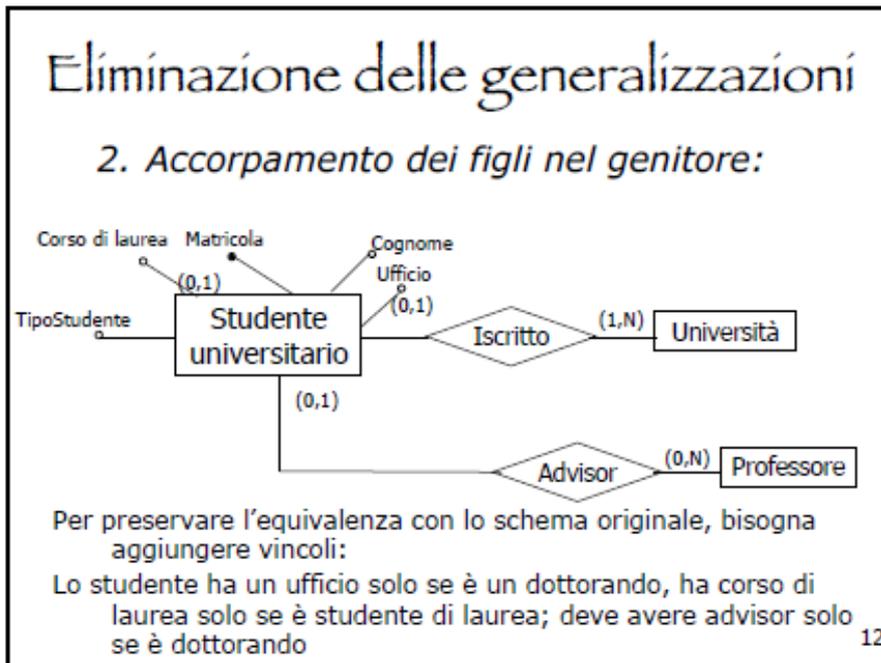
Le regole sono le seguenti:

1. Si aggiunge al genitore un attributo “tipo” che serve per indicare a quale entità figlia appartiene l’istanza  
**attenzione:** se la generalizzazione è “con sovrapposizione”, l’attributo tipo è multivalore.
2. Si aggiungono al genitore gli attributi e le associazioni dei figli, tali attributi diventano opzionali, quindi con cardinalità minima=0
3. Per gli attributi aggiunti si specificano dei vincoli, ossia delle regole di validità dei dati. Tali vincoli possono essere indicati con delle note nel digramma E/R.

Esempio:



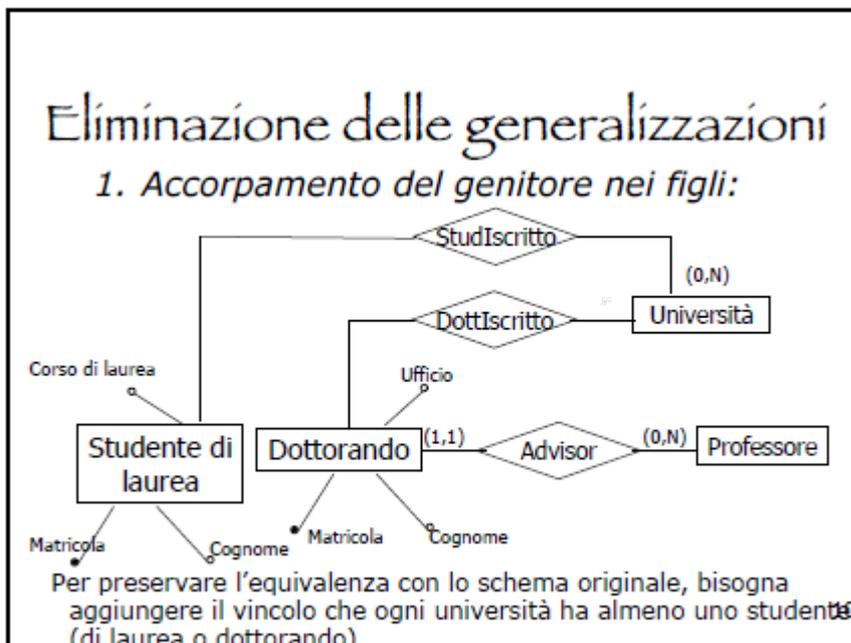
Semplificazione:



### Soluzione 2: “accorpamento del genitore nei figli”.

Le regole sono le seguenti:

1. E' possibile solo se la generalizzazione è **totale esclusiva**.
2. Si aggiungono ai figli gli attributi e le associazioni del genitore.



## I VINCOLI DI INTEGRITA'

In una base di dati i vincoli di integrità sono le condizioni che devono essere soddisfatte da ciascuna istanza presente nel database.

I vincoli si esprimono come una condizione (un predicato dell'algebra di Boole) che associa a ciascuna istanza un valore vero (se l'istanza la soddisfa) o falso (se non la soddisfa).

Nel database dovranno poter essere inserite solamente le istanze che soddisfano i vincoli.

Con la sintassi del diagramma E/R non si possono esprimere tutti i vincoli. Gli unici vincoli che abbiamo imparato ad esprimere sono:

- i vincoli sull'identificatore univoco (ossia, indicare che tale attributo non può ripetersi e non può assumere valore null), questo si rappresenta con il "pallino pieno" o la sottolineatura dell'attributo nel diagramma E/R
- i vincoli sulla cardinalità e obbligatorietà delle associazioni e degli attributi. Questi si rappresentano con i valori 0,1 o N accanto all'entità. Oppure con la linea tratteggiata (per la non obbligatorietà)
- I vincoli sulla cardinalità e l'obbligatorietà degli attributi. Questi si esprimono con due numeri fra parentesi accanto all'attributo nel caso sia necessario specificarli.

Altri eventuali vincoli possono essere scritti in linguaggio naturale in una tabella o con delle note, verranno poi formalizzati nelle fasi successive della progettazione. Ad esempio:

- Il voto dell'esame può avere la lode solo se è =30
- Lo stipendio di un dirigente non può essere inferiore a quello di un impiegato.
- Vincoli di dominio (Sesso può assumere solo i valori M o F)