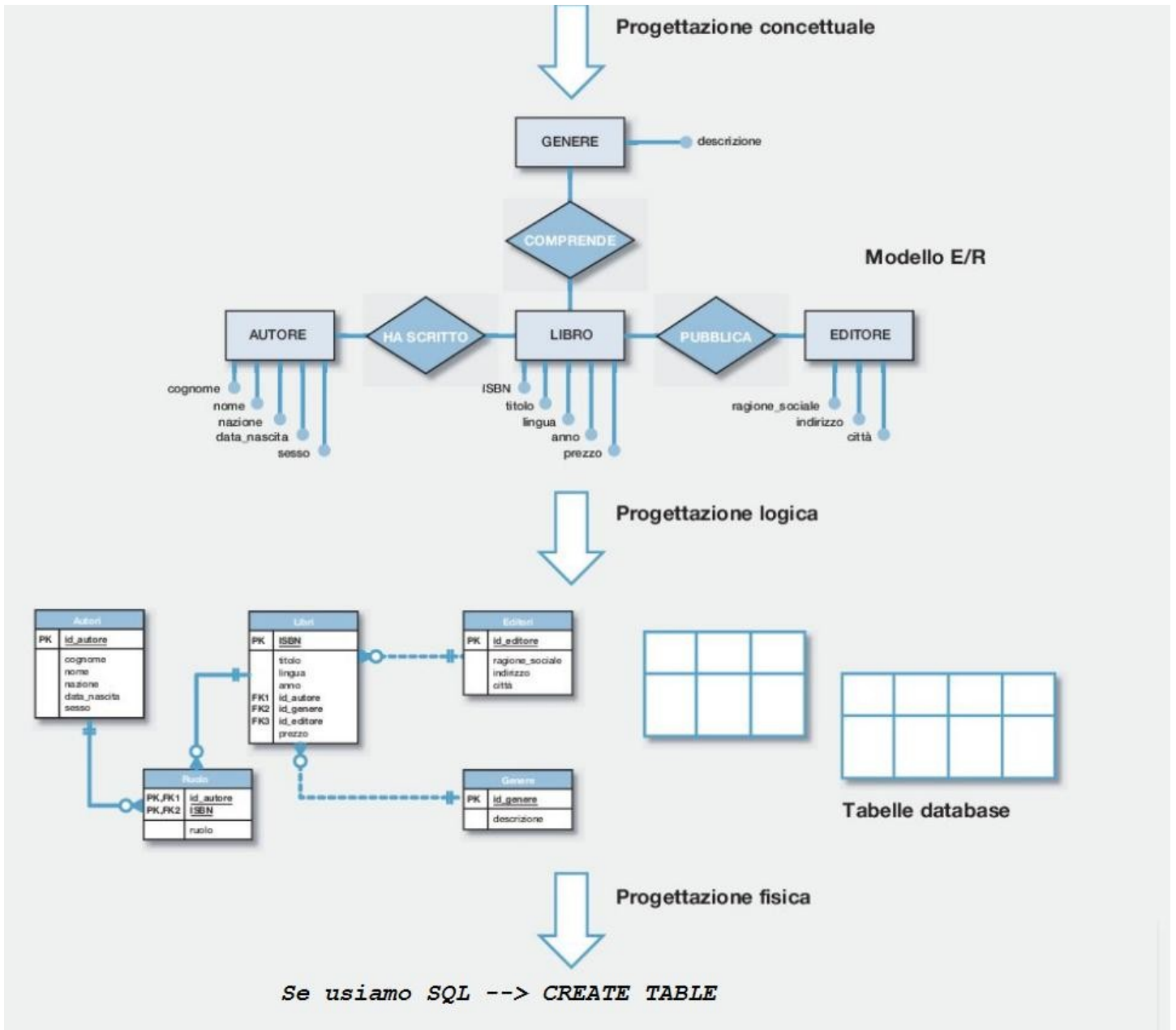


Modellizzazione Dati / Modello ER



Dr. Peter Chen (陳 品 山) - Nato 3 gennaio 1947 - [Taichung, Taiwan](#) È il creatore del **Modello di Entità-Relazione (Modello ER)**, che funge da fondamento di molte metodologie di analisi e progettazione dei sistemi, strumenti di ingegneria del software.



Dr. Peter Chen (陳 品 山) presso la [Louisiana State University](#) (LSU), dove è stato MJ Foster Distinguished Chair Professor of Computer Science dal 1983 al 2011. Il Prof. Peter Chen ha ricevuto il suo dottorato di ricerca dall'università di Harvard.

Il "Modello di Entità-Relazione (Modello ER)" e "Peter Chen" sono diventati termini comunemente utilizzati nei dizionari "online", nei libri, negli articoli, nelle pagine Web, nei programmi dei corsi e negli opuscoli dei prodotti commerciali.

Il suo lavoro ha iniziato un nuovo campo di ricerca e pratica: **Modellazione concettuale**.

Il documento originale sul modello Entity-Relationship del Dr. Peter Chen è **uno dei documenti più citati** nel campo del software per computer: è stato selezionato come **uno dei 38 documenti più influenti in Informatica** secondo un sondaggio di 1.000 professori universitari di informatica.

Il modello ER è stato adottato come meta modello per lo **standard ANSI** e l'approccio ER è stato classificato come **la migliore metodologia per la progettazione del database** e **una delle migliori metodologie nello sviluppo di sistemi**.

Il modello ER serve anche come fondamento di alcuni dei recenti lavori **sull'analisi orientata agli oggetti e sulle metodologie di progettazione**.

Il linguaggio di modellazione **UML** ha le sue radici nel modello ER.

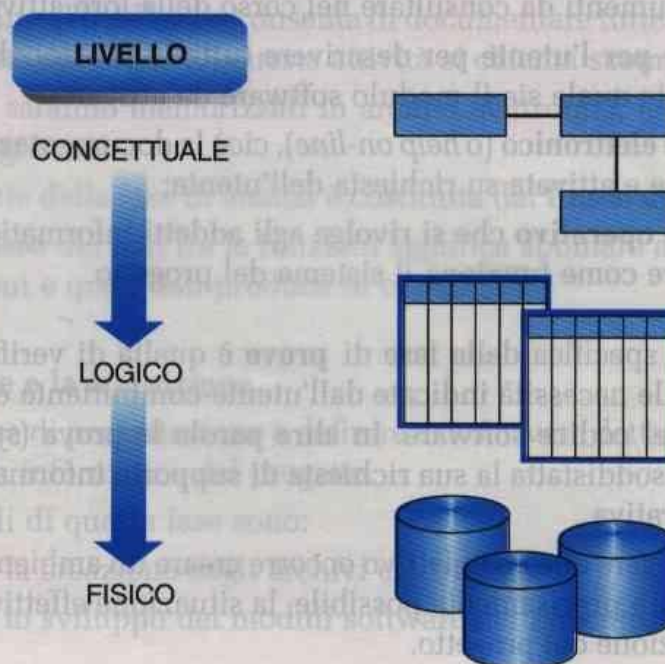
Il concetto di ipertesto, che rende il World Wide Web estremamente popolare, è **molto simile al concetto principale del modello ER**.

E' stato spesso invitato come esperto di diversi gruppi di lavoro XML del World Wide Web Consortium (W3C) . Il lavoro del Professor Peter Chen è citato in un libro pubblicato nel 1993 chiamato [Software Challenges](#) pubblicato da Time-Life Books.

Modellare i dati significa costruire una rappresentazione semplificata della realtà osservata o di un problema aziendale, individuandone gli elementi caratterizzanti e i legami intercorrenti tra essi.

La progettazione di un modello di dati avviene quindi a livelli diversi:

- ER->**
- il **livello concettuale** (o **esterno**) rappresenta la realtà dei dati e le relazioni tra essi attraverso uno schema.
 - il **livello logico** rappresenta il modo attraverso il quale i dati sono organizzati negli archivi elettronici: descrive quindi la composizione ed il formato dei dati nel loro aspetto di struttura logica di dati. Il livello logico viene derivato dal livello concettuale applicando alcune regole molto semplici.
 - il **livello fisico** rappresenta l'effettiva installazione degli archivi elettronici: esso indica l'ubicazione dei dati nelle memorie di massa (dischi). Il livello fisico è quindi l'implementazione del livello logico sui supporti per la registrazione fisica dei dati: partizioni, puntatori, blocchi fisici, cluster, indici.



L'attività di progettazione consente prima di tutto di costruire una rappresentazione astratta della realtà in modo indipendente dalla struttura dei dati.

Il **modello concettuale** viene definito attraverso lo **schema** dei dati, cioè una rappresentazione sintetica (di solito presentata in forma grafica) degli elementi fondamentali che caratterizzano la realtà osservata. Questa rappresentazione è indipendente da:

- i valori che verranno assegnati ai dati;
- le applicazioni degli utenti che utilizzano i dati;
- le visioni parziali dei dati da parte degli utenti.

Il modello concettuale rappresenta un patrimonio importante per le aziende, poiché descrive i dati esistenti in azienda: il suo valore informativo può essere utilizzato sia nel campo informatico sia nell'ambito gestionale e diventa un supporto per i diversi ruoli aziendali.

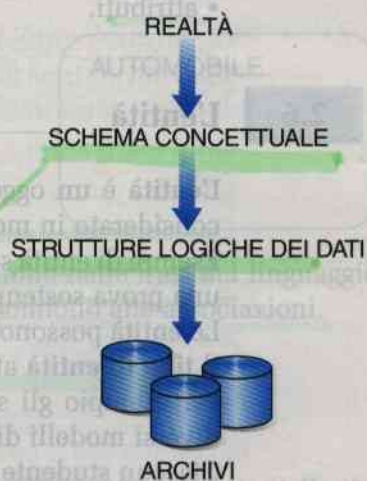
Con il passaggio al modello logico, l'insieme dei dati viene dotato di una struttura che deve facilitare:

- la **manipolazione** o il trattamento dei dati, cioè la possibilità di inserire, modificare e cancellare i dati;
- l'**interrogazione**, cioè la possibilità di ritrovare i dati, richiesti da un'applicazione, in modo semplice e veloce.

Queste strutture di dati vengono poi implementate sulle memorie di massa, realizzando in pratica il modello fisico rappresentato dai file registrati nei blocchi del disco.

Riassumendo, a partire dalla realtà considerata vengono individuati i dati che sono significativi, nel senso che sono caratterizzanti, e viene definito lo schema concettuale rappresentativo della realtà.

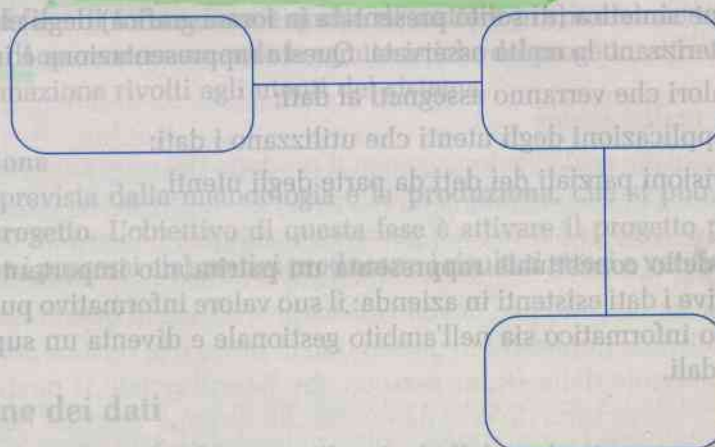
Le strutture logiche dei dati, derivate dallo schema concettuale, vengono implementate e memorizzate negli archivi su un supporto fisico di registrazione (memorie di massa).



2.5 Il modello E/R

Il modello entità/associazioni (in inglese **Entity/Relationship**), introdotto nel 1976 dal matematico Peter P. Chen, è uno strumento per analizzare le caratteristiche di una realtà in modo indipendente dagli eventi che in essa accadono, cioè per costruire un modello concettuale dei dati indipendente dalle applicazioni.

Il risultato di questo lavoro è la definizione di una rappresentazione grafica, detta **schema E/R (Entity/Relationship)**, che mette in evidenza gli aspetti fondamentali del modello concettuale con i dati caratterizzanti e le associazioni tra essi.



Esso diventa uno strumento molto utile nel realizzare la transizione dalla descrizione di un problema allo schema formale degli archivi. Il modello descrive lo schema concettuale di un problema o di una gestione aziendale e non si occupa dell'efficienza delle operazioni di manipolazione e ritrovamento dei dati sugli archivi fisici. Risulta di facile comprensione anche per persone che non si occupano di computer ed è sostenuto da alcuni concetti e regole che lo rendono preciso e rigoroso.

Gli elementi di un modello entità/associazioni sono:

- entità,
- associazioni,
- attributi.

2.6 L'entità

L'**entità** è un oggetto (concreto o astratto) che ha un significato anche quando viene considerato in modo isolato ed è di interesse per la realtà che si vuole modellare.

Esempi di entità sono: una persona, un modello di automobile, un movimento contabile, una prova sostenuta da uno studente.

Le entità possono essere classificate secondo un certo criterio di omogeneità definendo il **tipo di entità** attraverso un nome.

Per esempio gli studenti di una scuola sono classificabili nel tipo entità *Studente*, i diversi modelli di automobile sono classificabili nel tipo entità *Automobile*.

Ciascun studente rappresenta un'**istanza** dell'entità *Studente*.

Nella rappresentazione grafica le entità sono identificate con un rettangolo contenente all'interno il nome dell'entità.

STUDENTE

AUTOMOBILE

PERSONA

2.7

L'associazione

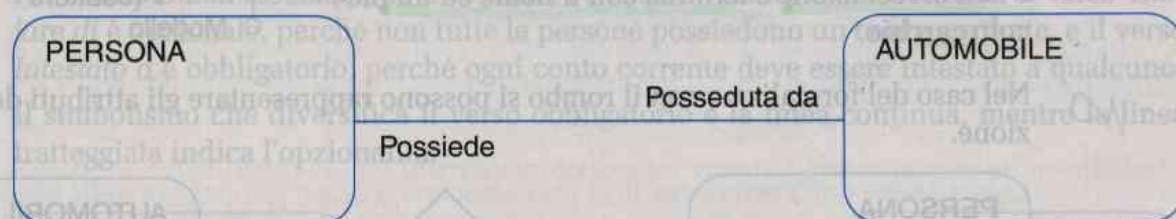
L'**associazione** (in inglese **relationship**) è un legame che stabilisce un'interazione tra le entità.

Ogni associazione ha due versi con specifici significati; ogni verso ha un'entità di partenza e una di arrivo; ogni verso inoltre ha una descrizione che consente di comprenderne il significato.

Per esempio tra l'entità *Persona* e l'entità *Automobile* esiste un'associazione che può essere descritta nel linguaggio naturale secondo due versi: una persona possiede una o più automobili e un'automobile è posseduta da una persona.

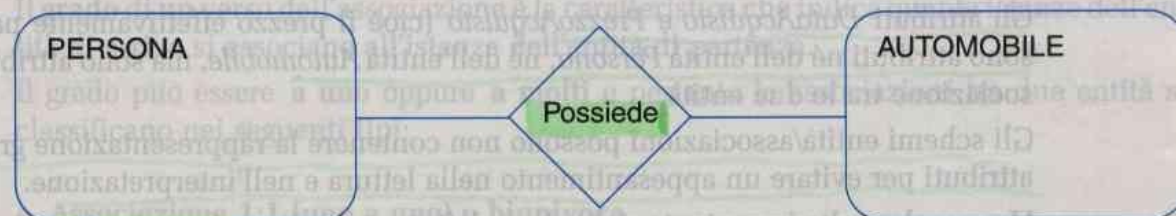
Quindi si può dire che tra l'entità *Persona* e l'entità *Automobile* esiste l'associazione *Possiede*; tra l'entità *Automobile* e l'entità *Persona* esiste l'associazione *Posseduta da*.

Il simbolo grafico convenzionalmente usato è la linea, la quale unisce le due entità interessate; la descrizione compare a fianco della linea e dell'entità di partenza del verso.



Il modello entità/associazioni è diffuso a livello internazionale con diverse rappresentazioni formali.

Un altro simbolismo usato per descrivere un'associazione è dato da una linea che unisce le due entità con l'aggiunta, a metà della linea, di un rombo che contiene la descrizione dell'associazione.



L'esempio mostra che solitamente i sostantivi che compaiono nelle frasi del linguaggio naturale corrispondono alle entità, mentre i verbi corrispondono alle associazioni.

2.8

Gli attributi

Le proprietà delle entità e delle associazioni vengono descritte attraverso gli **attributi**.

Esempi di attributi per l'entità *Automobile* sono: Modello, Produttore, Cilindrata, PrezzoListino.

Le caratteristiche di ogni attributo sono il formato, la dimensione e l'opzionalità:

- il formato di un attributo indica il tipo di valori che assume; i tre formati base sono: carattere, numerico, data/ora.
- la dimensione indica la quantità massima di caratteri o cifre inseribili.

- l'*opzionalità* indica la possibilità di non essere sempre valorizzato: l'attributo è obbligatorio se deve avere valore non nullo (per esempio il nome di una persona in un'anagrafica), facoltativo se sono accettabili valori nulli (per esempio il titolo di studio di una persona).

Il valore **nullo**, in inglese *Null*, (da non confondere con la stringa di caratteri blank o con un numero di valore zero) rappresenta un'informazione mancante, inapplicabile o sconosciuta.

I diversi valori assunti dagli attributi determinano le diverse istanze dell'entità. L'insieme dei possibili valori assunti da un attributo si chiama **dominio** dell'attributo. I valori appartenenti al dominio sono omogenei tra loro, cioè sono dello stesso tipo.

Il simbolo grafico convenzionalmente usato per rappresentare l'attributo è la linea che parte dall'entità o dall'associazione e termina con il nome ed un piccolo cerchio.



Gli schemi entità/associazioni possono non contenere la rappresentazione grafica degli attributi per evitare un appesantimento nella lettura e nell'interpretazione.

Una regola molto importante richiede di definire solo gli attributi elementari e quindi di non definire gli attributi che si ottengono con le elaborazioni, cioè gli **attributi derivati**. Il mancato rispetto della regola provoca l'inefficienza dovuta alle elaborazioni di aggiornamento di questo tipo di attributi. Per esempio l'età di una persona è un attributo derivato dall'attributo elementare della sua data di nascita; il saldo di un conto corrente è derivato dalla somma algebrica degli importi dei movimenti effettuati sul conto.

Si indica con il termine **chiave** o **chiave primaria** (*primary key*) l'insieme di uno o più attributi che consentono di distinguere un'istanza dall'altra per la stessa entità: esempi di chiavi sono il codice di un prodotto, la matricola di un dipendente, la chiave composta dal codice studente insieme alla data e al codice della materia per le prove scolastiche. Nella descrizione grafica, gli attributi chiave vengono evidenziati sottolineandone il nome oppure colorando il cerchietto dell'attributo.



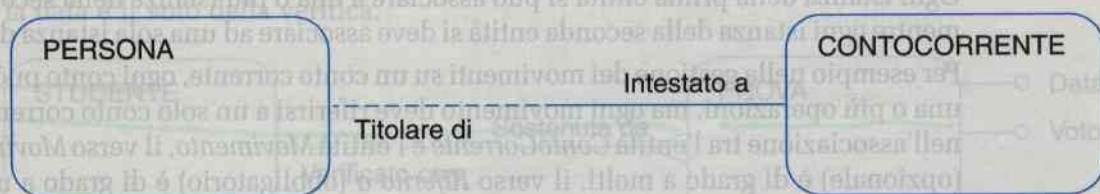
L'uso dei codici come chiave per identificare le istanze di un'entità è ormai abitudine consolidata nei moderni sistemi: ciò è dovuto anche al fatto che in modo sempre più esteso vengono previsti, nell'automazione dei sistemi informativi, strumenti di rilevazione dei dati diversi dalla tastiera (lettori di caratteri, scanner per codici a barre), più veloci e più affidabili nelle operazioni di input.

2.9 Le associazioni tra entità

Un'associazione tra le entità può essere obbligatoria oppure opzionale: **obbligatoria** quando il legame tra le entità *deve* essere sempre presente, **opzionale** quando *può* essere presente. Queste caratteristiche possono naturalmente riguardare anche i versi dell'associazione tra le entità.

Per esempio nell'associazione tra l'entità *Persona* e l'entità *ContoCorrente*, il verso *Titolare di* è opzionale, perché non tutte le persone possiedono un conto corrente, e il verso *Intestato a* è obbligatorio, perché ogni conto corrente deve essere intestato a qualcuno.

Il simbolismo che diversifica il verso obbligatorio è la linea continua, mentre la linea tratteggiata indica l'opzionalità.

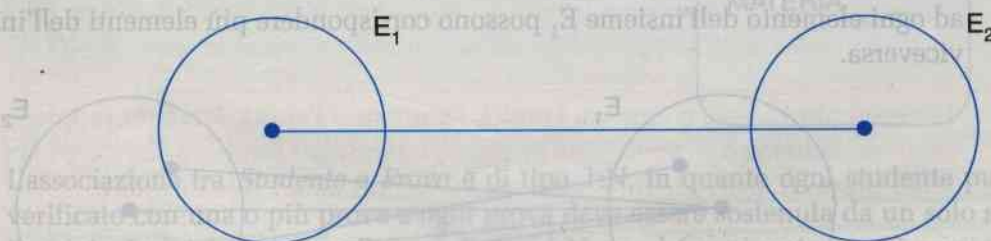


Il **grado** di un verso dell'associazione è la caratteristica che indica quante istanze dell'entità di arrivo si associano all'istanza dell'entità di partenza.

Il grado può essere **a uno** oppure **a molti** e pertanto le associazioni tra due entità si classificano nei seguenti tipi:

a. Associazione 1:1 (uno a uno) o biunivoca

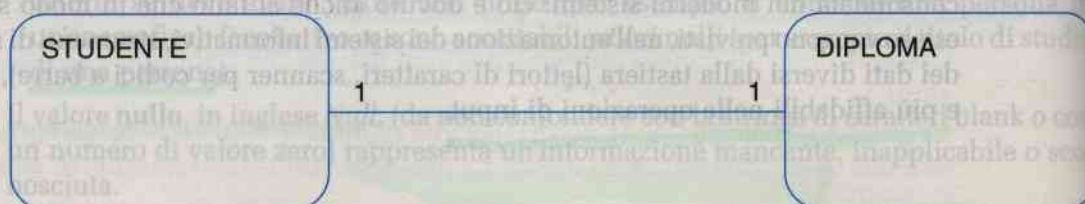
ad ogni elemento del primo insieme E_1 corrisponde uno e un solo elemento del secondo insieme E_2 , e viceversa.



Ogni istanza della prima entità si deve associare ad una sola istanza della seconda entità e viceversa.

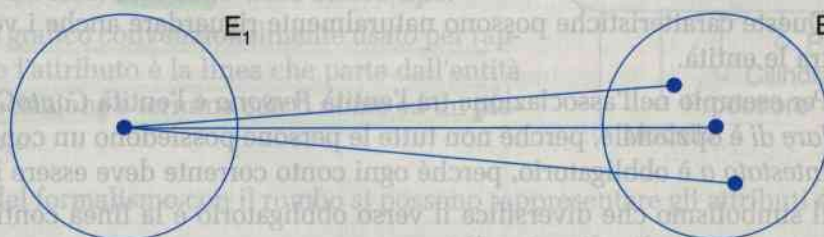
Per esempio l'associazione tra l'entità *Studente* e l'entità *Diploma*, in una scuola superiore, è biunivoca perché ad ogni studente corrisponde uno e un solo diploma.

Il simbolismo che indica il grado a uno nell'associazione tra le entità è la linea stessa.



b. Associazione 1:N (uno a molti) o semplice

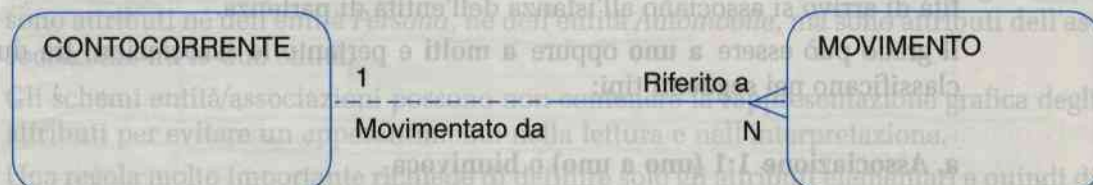
ad un elemento di E_1 possono corrispondere più elementi di E_2 , mentre ad ogni elemento di E_2 deve corrispondere uno e un solo elemento di E_1 .



Ogni istanza della prima entità si può associare a una o più istanze della seconda entità, mentre ogni istanza della seconda entità si deve associare ad una sola istanza della prima.

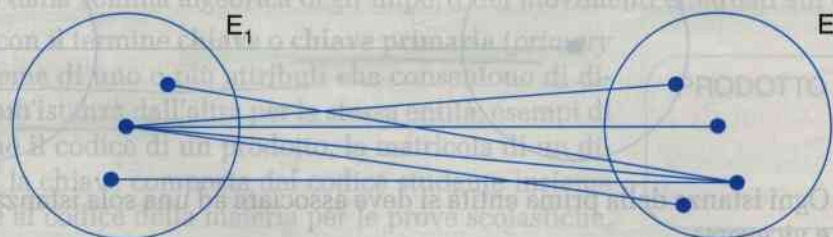
Per esempio nella gestione dei movimenti su un conto corrente, ogni conto può effettuare una o più operazioni, ma ogni movimento deve riferirsi a un solo conto corrente. Quindi nell'associazione tra l'entità *ContoCorrente* e l'entità *Movimento*, il verso *Movimentato da* (opzionale) è di grado a molti, il verso *Riferito a* (obbligatorio) è di grado a uno.

Il grado a molti si rappresenta con l'aggiunta di altre due linee in prossimità dell'entità di arrivo.



c. Associazione N:N (molti a molti) o complessa

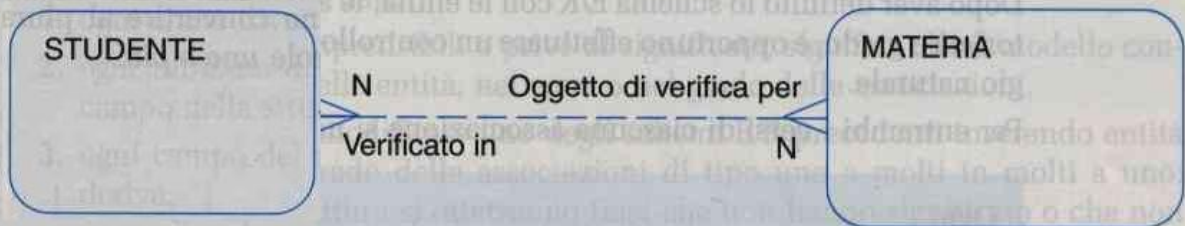
ad ogni elemento dell'insieme E_1 possono corrispondere più elementi dell'insieme E_2 e viceversa.



Ogni istanza della prima entità si può associare a una o più istanze della seconda entità e viceversa.

Per esempio nell'associazione tra l'entità *Studente* e l'entità *Materia*, uno studente può essere verificato su una o più materie, e una materia può essere oggetto di verifica di uno o più studenti.

Passando al modello logico non possiamo lasciare associazioni N ad N!

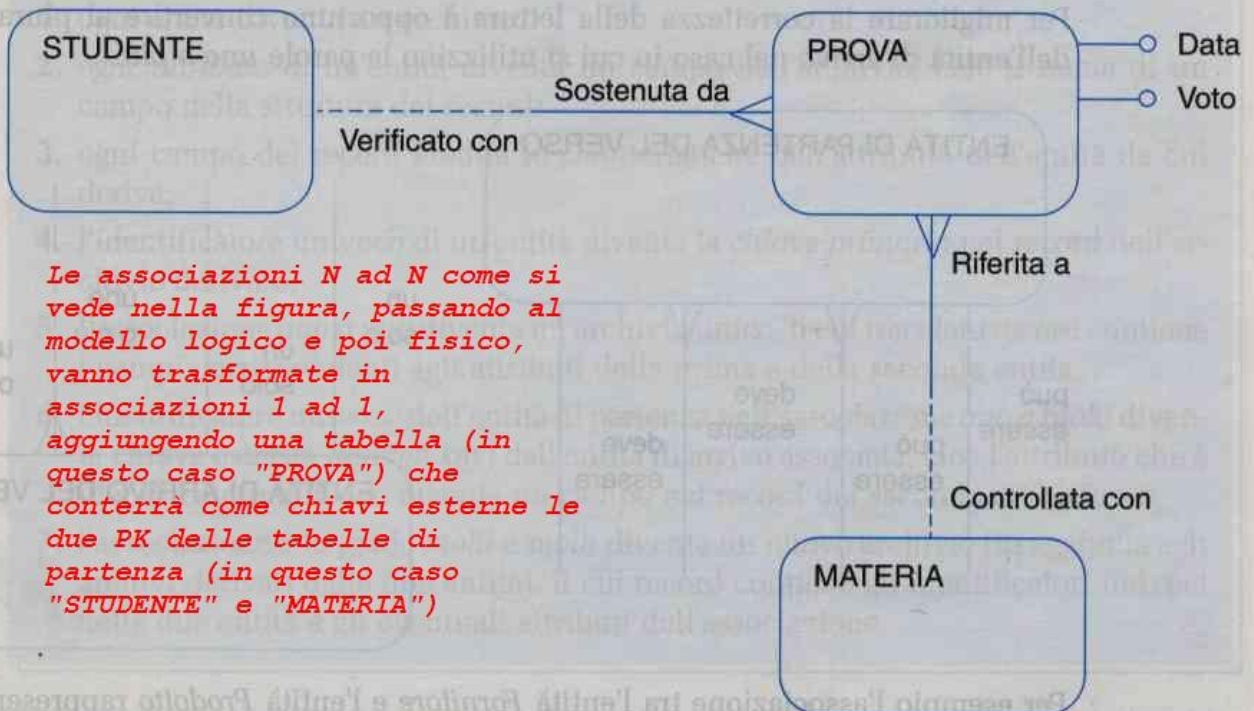


Occorre osservare che nella modellazione dei dati con l'approccio Entity/Relationship le associazioni 1:N sono molto più frequenti delle associazioni di tipo uno a uno e molti a molti.

L'associazione molti a molti può essere facilmente scomposta in due associazioni uno a molti, anche per consentire di rappresentare gli attributi dell'associazione.

Per esempio nell'associazione tra l'entità *Studente* e l'entità *Materia* la data della prova e il voto ottenuto dallo studente non sono attributi né dell'entità *Studente*, né dell'entità *Materia*.

Il modello diventa più chiaro introducendo una terza entità *Prova*, avente come attributi la data e il voto della verifica.



Le associazioni N ad N come si vede nella figura, passando al modello logico e poi fisico, vanno trasformate in associazioni 1 ad 1, aggiungendo una tabella (in questo caso "PROVA") che conterrà come chiavi esterne le due PK delle tabelle di partenza (in questo caso "STUDENTE" e "MATERIA")

L'associazione tra *Studente* e *Prova* è di tipo 1:N, in quanto ogni studente può essere verificato con una o più prove e ogni prova deve essere sostenuta da un solo studente; l'associazione tra *Materia* e *Prova* è di tipo 1:N, perché ogni materia può essere controllata con una o più prove e ogni prova deve essere riferita ad una sola materia.

L'associazione molti a molti è stata trasformata in due associazioni uno a molti, con l'aggiunta di una terza entità.

2.10 Regole di lettura

Dopo aver definito lo schema E/R con le entità, le associazioni, con opzionalità, obbligatorietà e grado, è opportuno effettuare un controllo del modello usando frasi del linguaggio naturale.

Per entrambi i versi di ciascuna associazione si usano le seguenti **regole di lettura**:

Ogni

<nome dell'entità di partenza>	{ deve essere può essere }
<nome del verso dell'associazione>	{ un solo uno o più }
<nome dell'entità di arrivo>.	

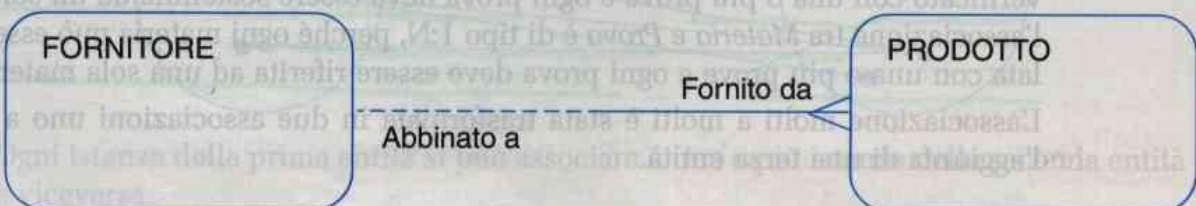
La scelta alternativa delle parole *deve essere* piuttosto che *può essere* dipende dalla linea continua o tratteggiata che inizia dall'entità di partenza del verso.

La scelta alternativa delle parole *un solo* piuttosto che *uno o più* dipende dalla linea unica o multipla che termina nell'entità di arrivo del verso.

Per migliorare la correttezza della lettura è opportuno convertire al plurale il nome dell'entità di arrivo nel caso in cui si utilizzino le parole *uno o più*.

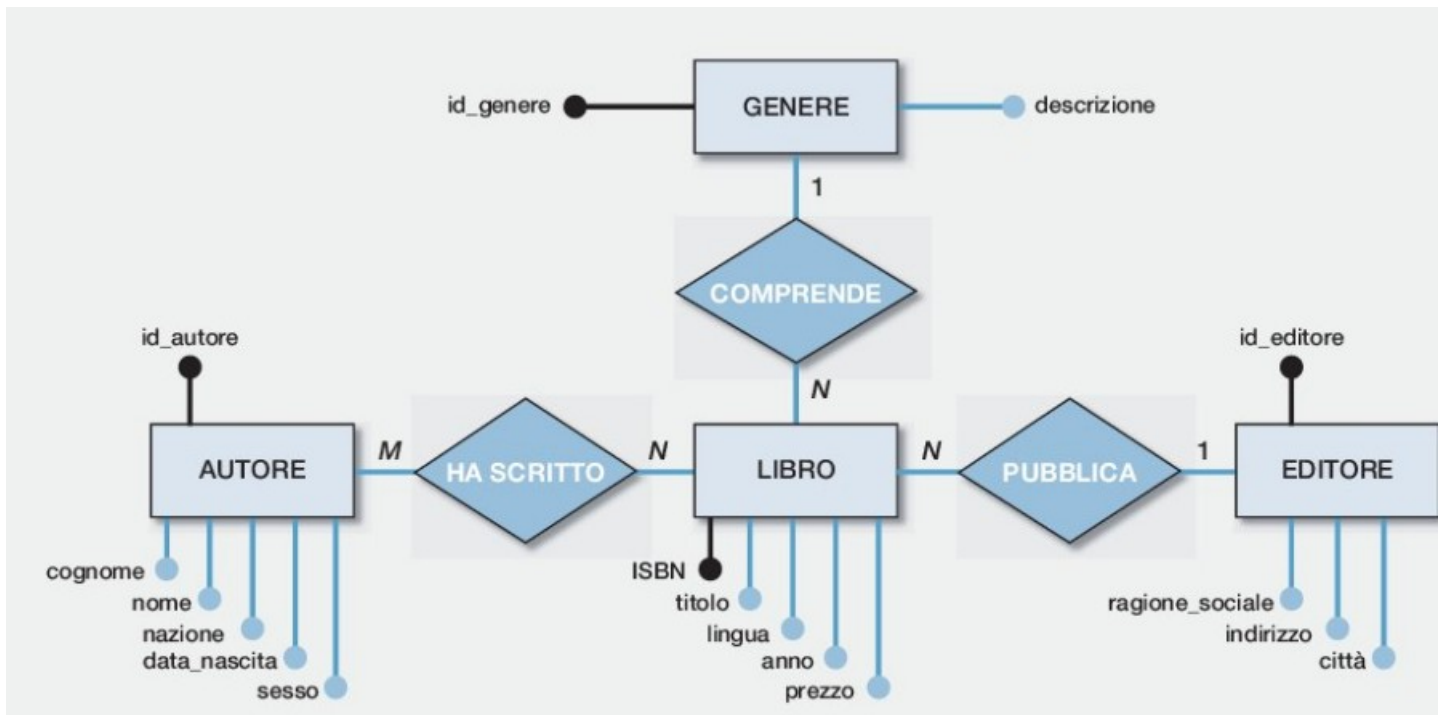


Per esempio l'associazione tra l'entità *Fornitore* e l'entità *Prodotto* rappresentata con il seguente schema E/R, viene letta in questo modo: ogni fornitore *può essere* abbinato a *uno o più* prodotti, ogni prodotto *deve essere* fornito da *un solo* fornitore.

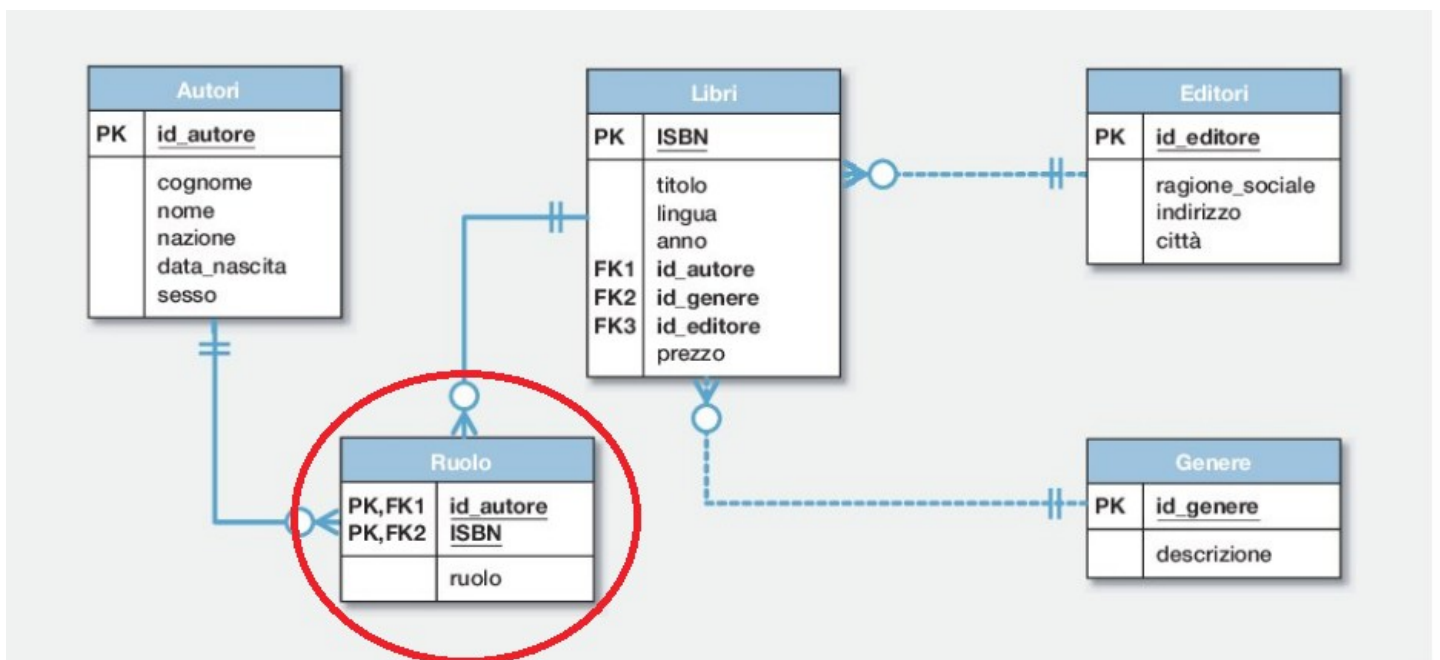


Esempi di modellizzazione:

Schematizzata una realtà con il modello ER:

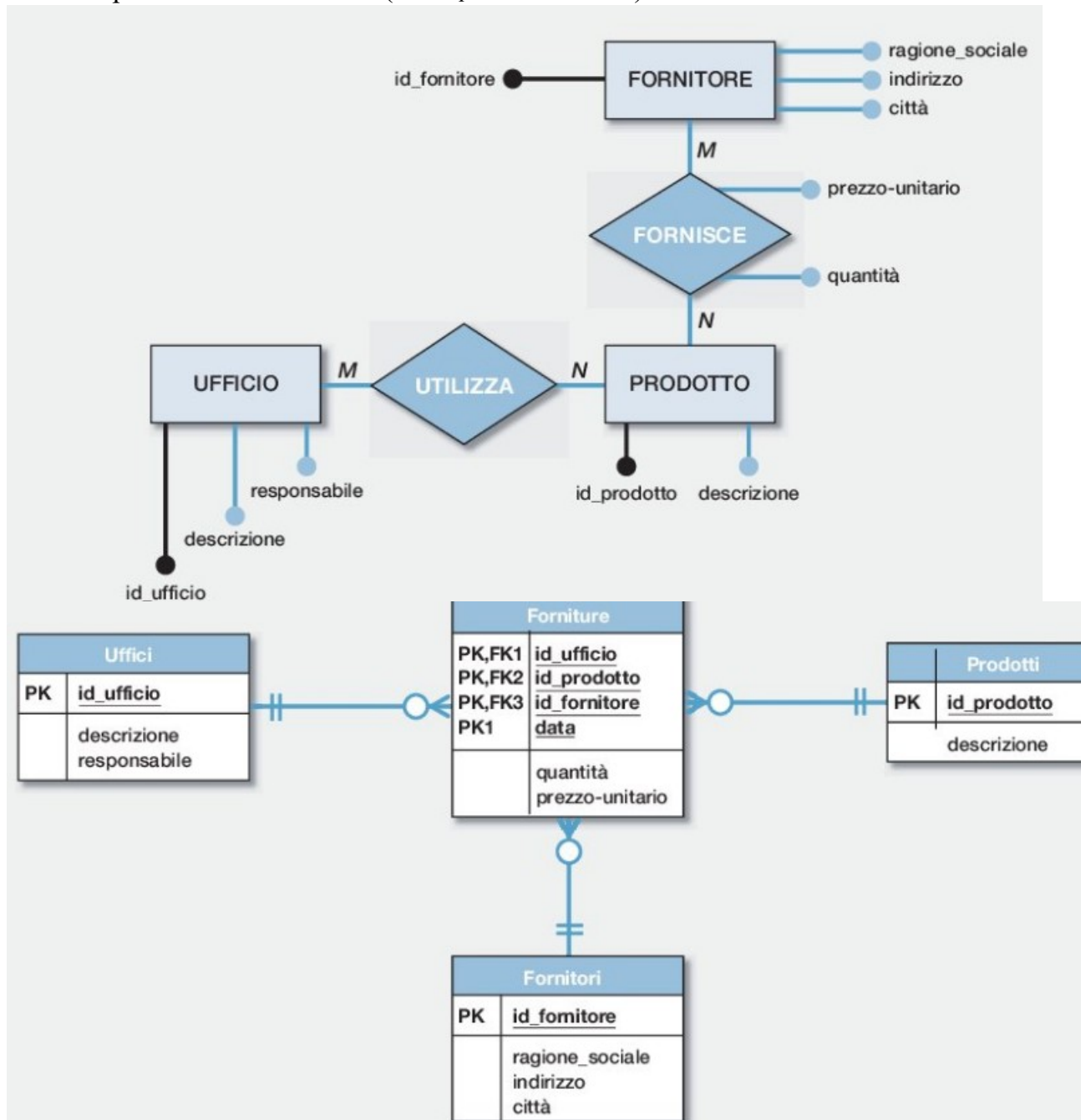


Passando al modello logico sistema le eventuali associazioni N ad N:



NB: Notare che l'associazione **AUTORE-LIBRO** (N a N) viene spezzata (aggiungendo una tabella) in 2 associazioni 1 ad N (**AUTORE-RUOLO** e **RUOLO-LIBRO**)

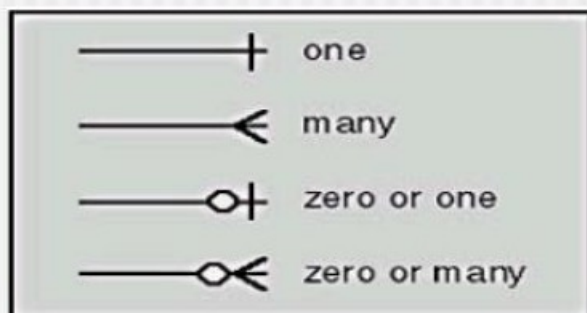
Altro esempio di modellizzazione (→ Risparmio di 1 tabella!)



Simbologia diagrammi E/R

■ Per le associazioni

(si può anche usare la seguente simbologia)



Il diagramma E/R di FIGURA 14 rappresenta la relazione esistente tra i vari impiegati di una certa azienda, che possono, o meno, essere colleghi, cioè lavorare nella stessa sede.

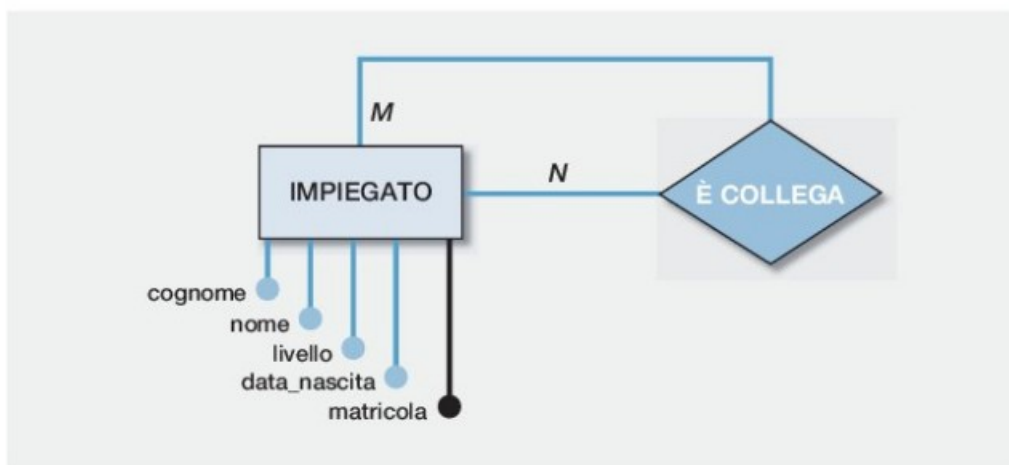


FIGURA 14

Il passaggio alla rappresentazione grafica della base di dati prevede l'inserimento di una nuova entità che implementi l'associazione di cardinalità $M:N$ tra impiegati (ogni istanza dell'entità *Colleghi* rappresenta una coppia di impiegati colleghi tra loro) (FIGURA 15).

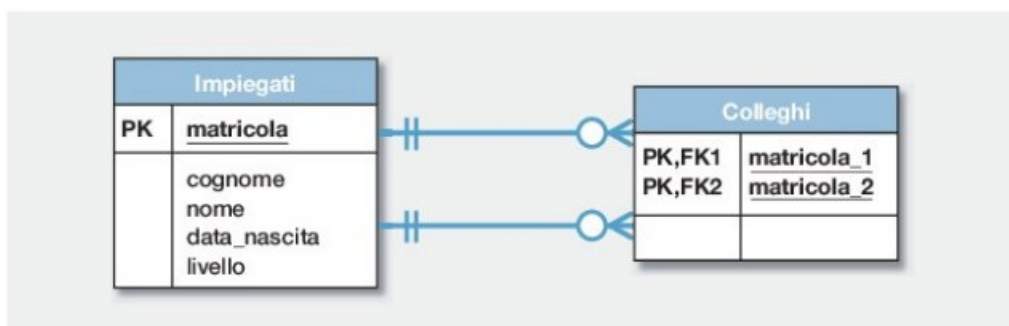
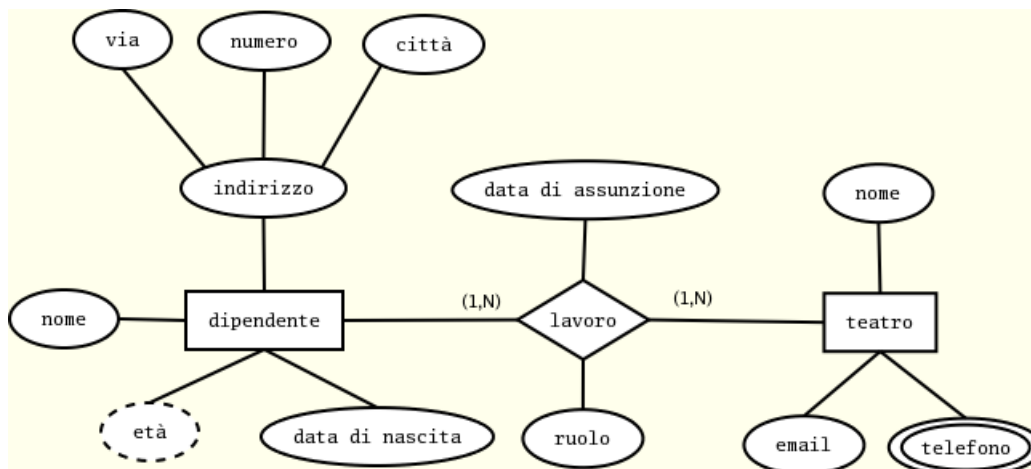


FIGURA 15

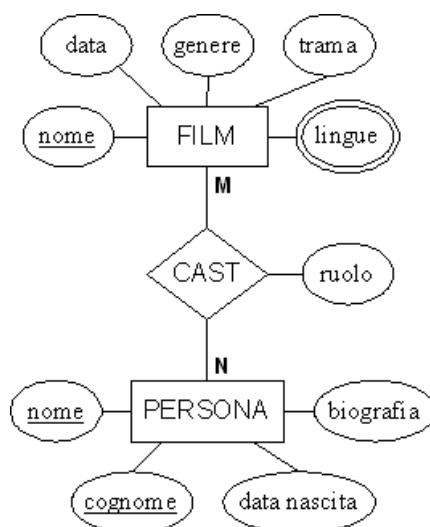
Altri esempi di simbologia usata nei diagrammi ER:

→ attributi disegnati con nomi “interni”, attributi scomponibili, attributi “ripetuti”

Si veda ad esempio:



Oppure:



Disegno ER:

Per la realizzazione di diagrammi ER / Logici in forma tabellare, si consiglia di usare la risorsa on line <https://draw.io> :

The screenshot shows the draw.io web application interface. The browser address bar displays <https://www.draw.io>, which is circled in red. The application title is "Untitled Diagram.xml". The menu bar includes File, Edit, View, Arrange, Extras, and Help. A notification bar states "Unsaved changes. Click here to save." The toolbar contains various icons for editing and saving. On the left, the "Entity Relation" option in the UML category is circled in red. The main canvas displays a table diagram titled "ER Table 1". The table has a header row "Table" and a primary key column "PK" with the value "uniqueid". The table contains three rows labeled "row 1", "row 2", and "row 3". A callout box points to the table with the text: "E' possibile salvare il grafico in file .xml oppure in formati immagine (es: .jpg)".

Table	
PK	<u>uniqueid</u>
	row 1
	row 2
	row 3

ER Table 1

E' possibile salvare il grafico in file .xml oppure in formati immagine (es: .jpg)