

---

# MODELLO E/R Esteso

---

Prof. Francesco Accarino

IIS Altiero Spinelli Sesto San Giovanni

# Attributi composti

Sono attributi che si ottengono aggregando altri (sotto) attributi, i quali presentano una forte affinità nel loro uso e significato

Es.: via, n. civico, città e CAP formano l'attributo composto indirizzo

Nel caso di presenza di più attributi multivalore, la creazione di un attributo composto può rendersi necessaria per evitare ambiguità

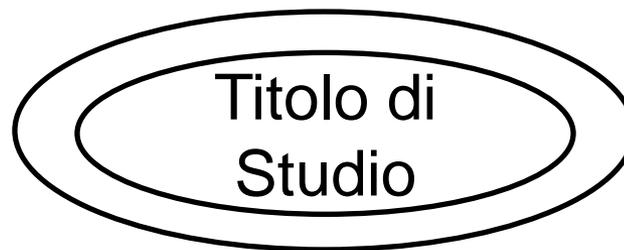
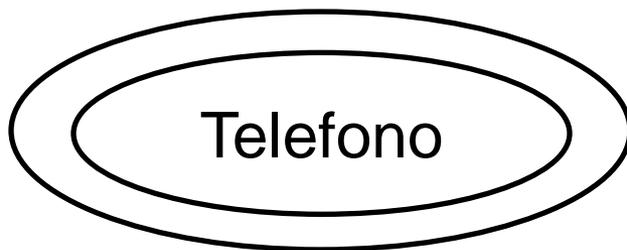


# Attributi Multipli

prevedono la possibilità di più valori

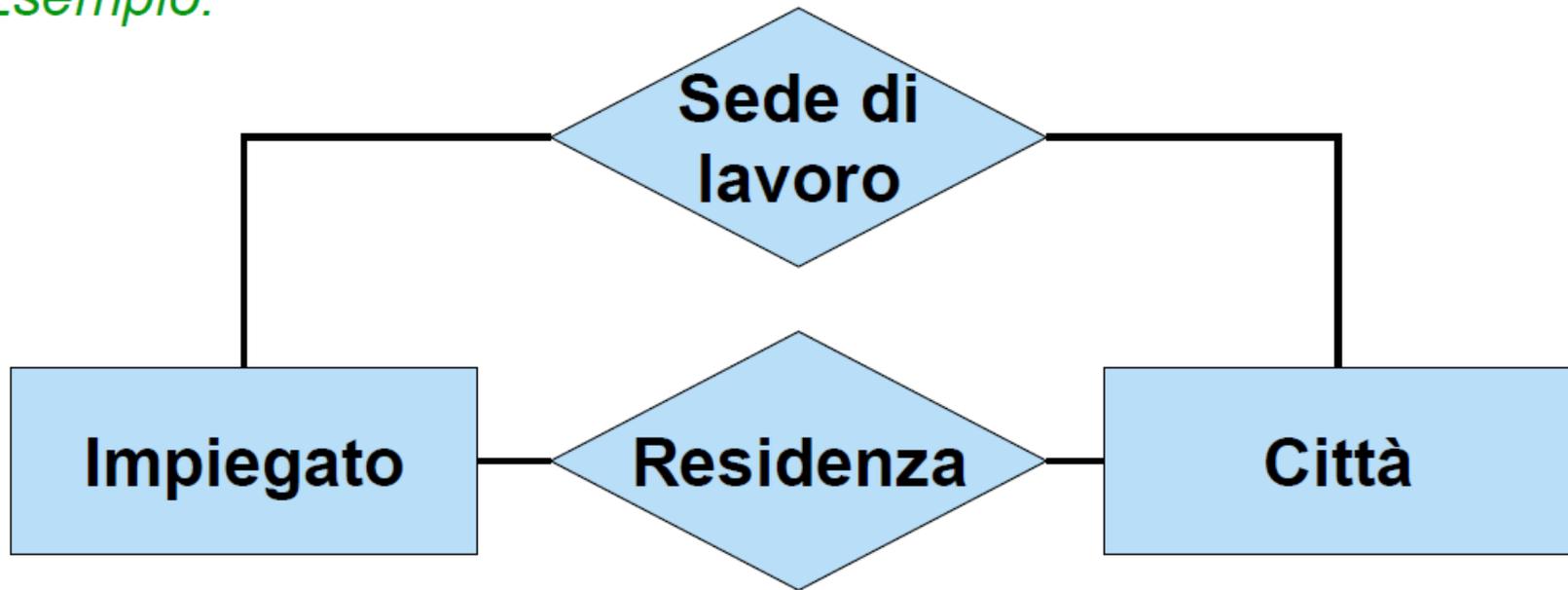
- es. l'attributo Telefono di un dipendente
- es. l'attributo TitoliDiStudio di un impiegato

vengono rappresentati tramite doppi ovali



# Due entità possono essere coinvolte in più associazioni

*Esempio:*

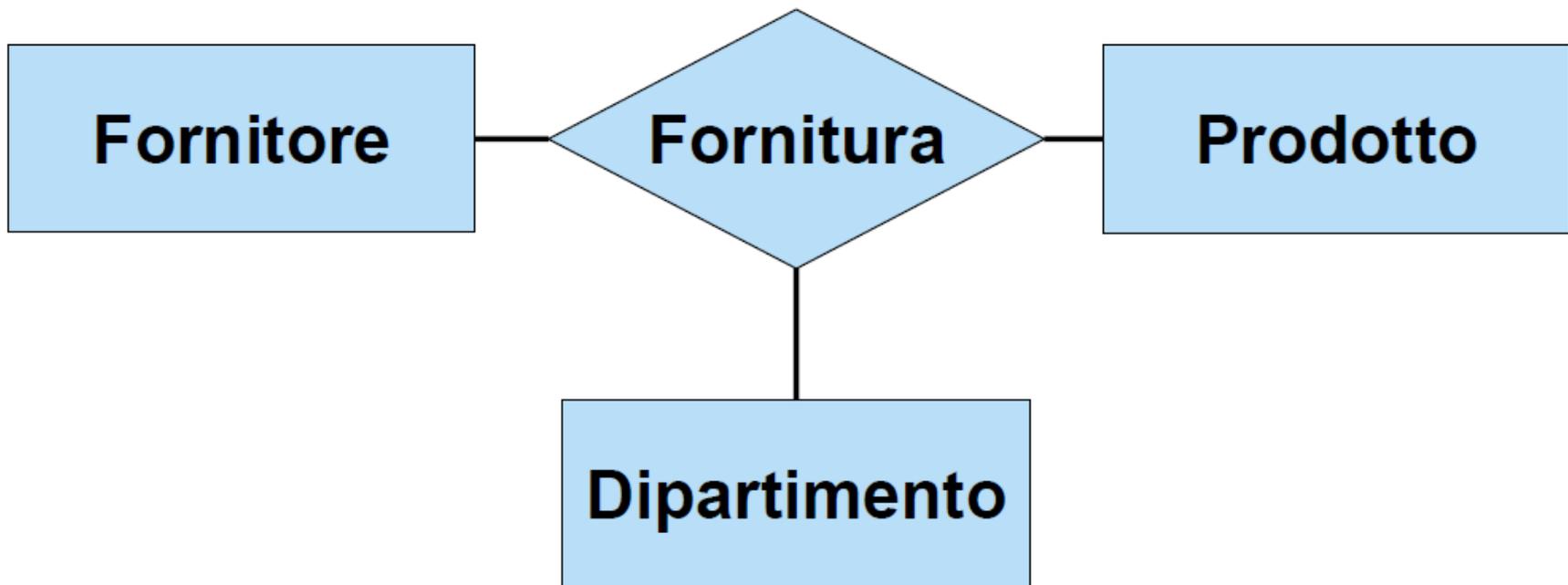


“Sede di Lavoro” e “Residenza” rappresentano due legami diversi tra le stesse entità “Impiegato” e “Città”.

# Associazioni n-arie (di grado maggiore di 2)

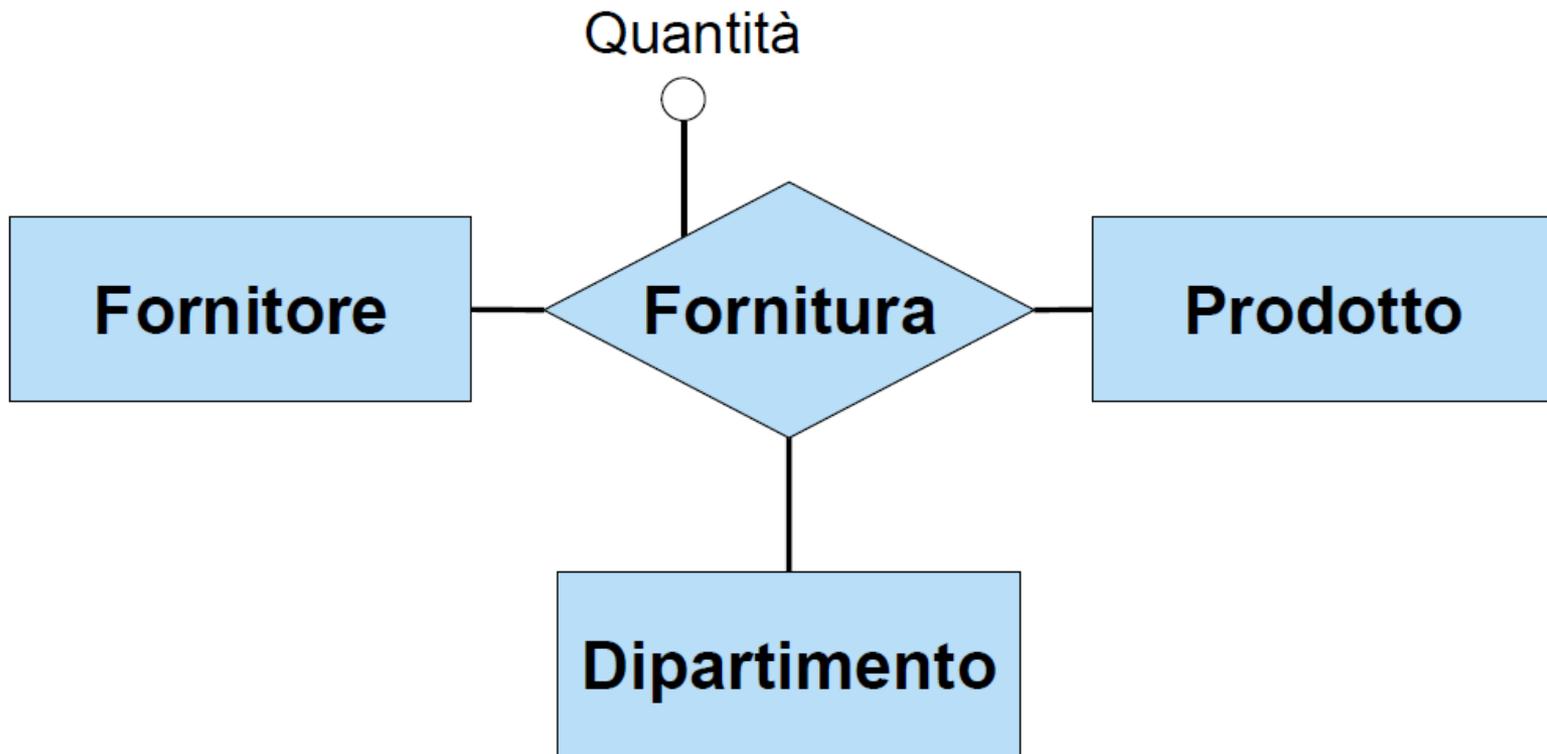
Una relazione di grado maggiore di 2 si dice **n-aria**.

*Esempio:*



# Associazioni n-arie con attributi

*Esempio di associazione n-aria con attributo:*



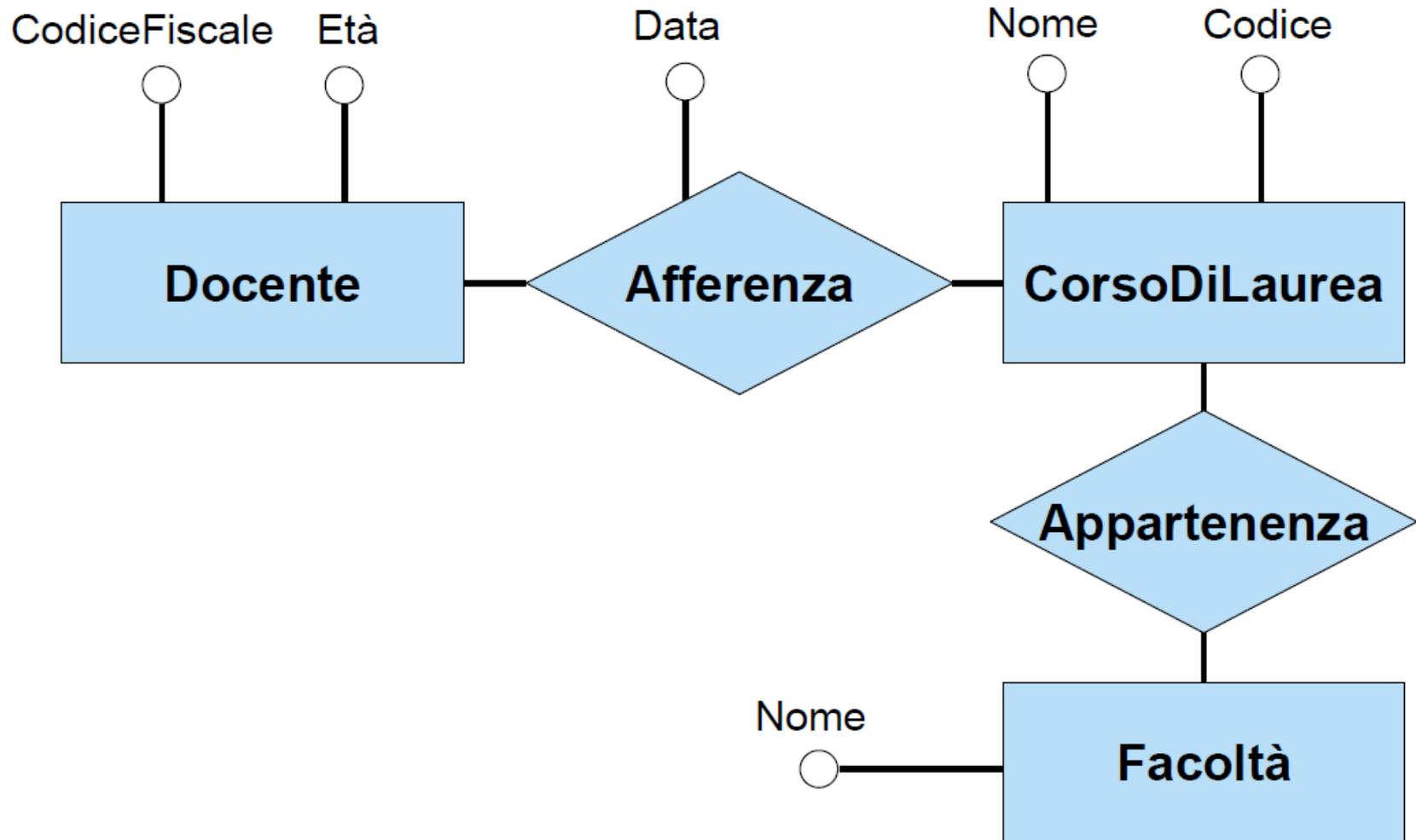
---

## Esercizio 1: un semplice schema concettuale

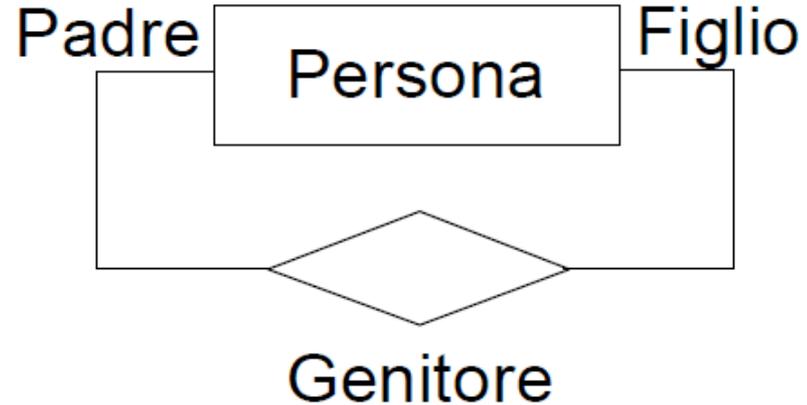
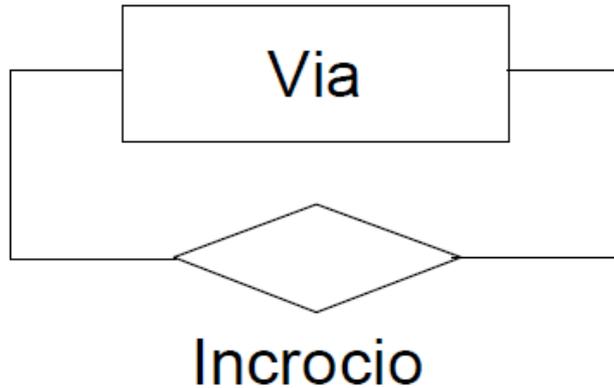
Descrivere lo schema concettuale della seguente realtà:

I docenti hanno un codice fiscale ed una età. I docenti operano nei corsi di laurea (si dice che afferiscono ai corsi di laurea). Interessa la data di afferenza dei docenti ai corsi di laurea. I corsi di laurea hanno un codice ed un nome, ed appartengono alle facoltà. Ogni facoltà ha un nome.

# Esercizio 1: soluzione

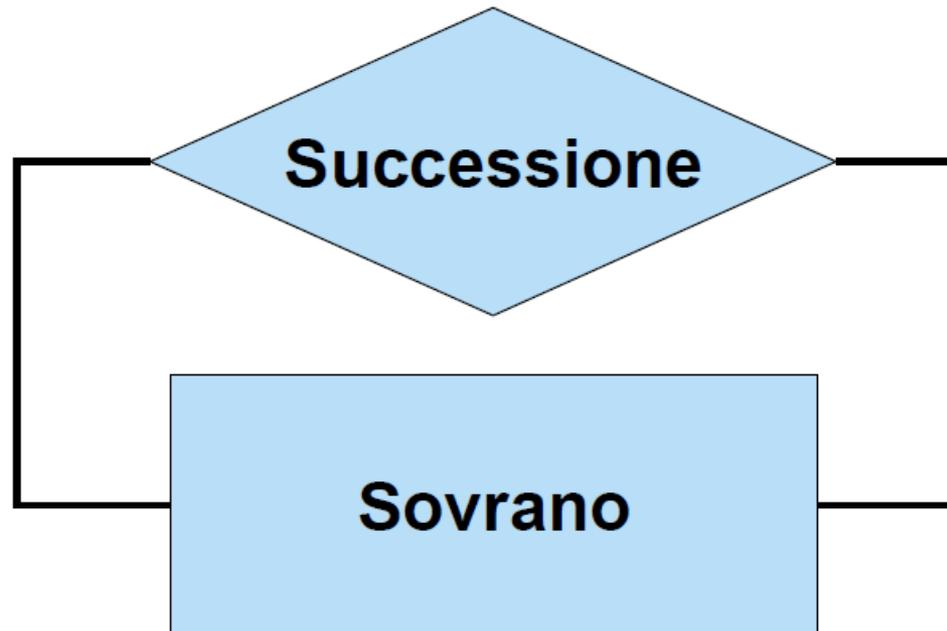


# Associazioni ricorsive o riflessive



Se l'associazione non è simmetrica, occorre definire i due **ruoli** dell'entità

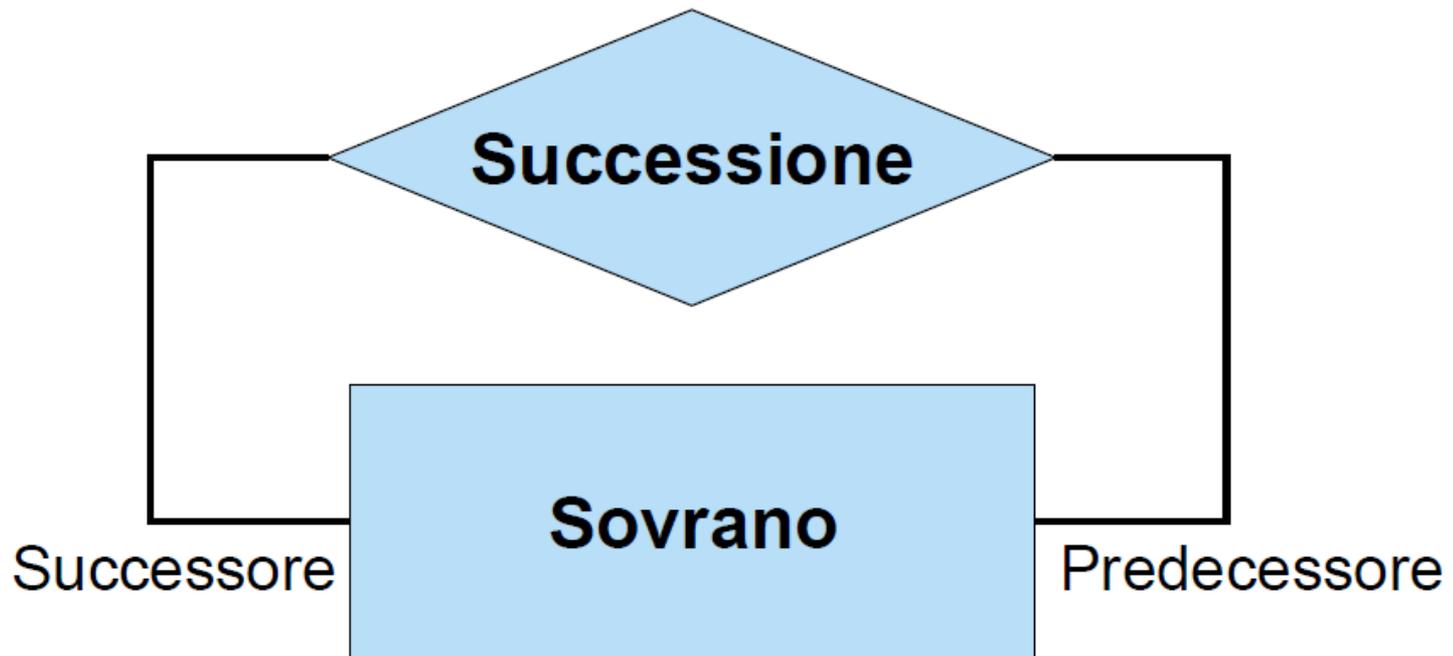
# Esempio



**Problema:** in una istanza di questo schema, data una coppia che è istanza di “Successione”, non si può individuare chi è il sovrano predecessore e chi il sovrano successore.

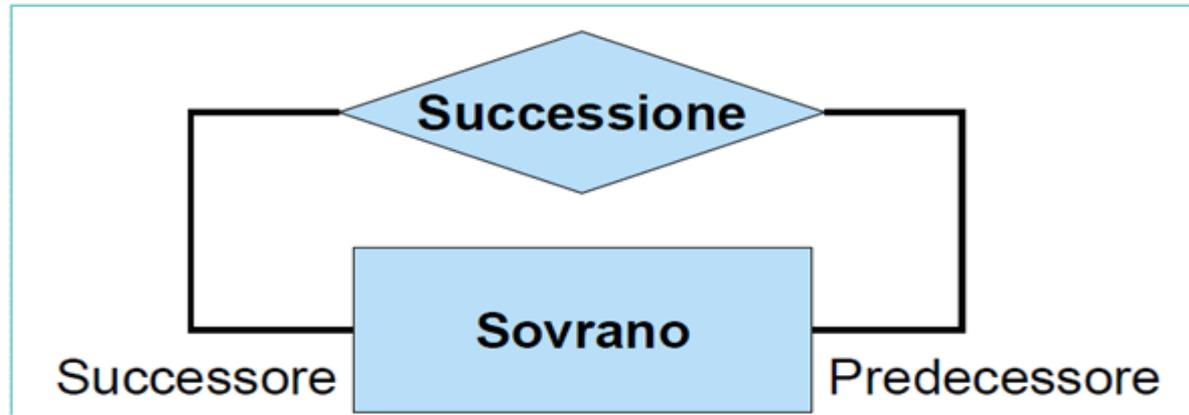
# Associazioni sulla stessa entità

Nelle associazioni non simmetriche è necessario aggiungere la specifica dei “**ruoli**”.



# Semantica dei ruoli: esempio

## Schema:



$istanze(Sovrano) = \{ romolo, numa, tullo, anco \}$

$istanze(Successione) = \{$   
     $(Predecessore:romolo, Successore:numa),$   
     $(Predecessore:numa, Successore:tullo),$   
     $(Predecessore:tullo, Successore:anco) \}$

---

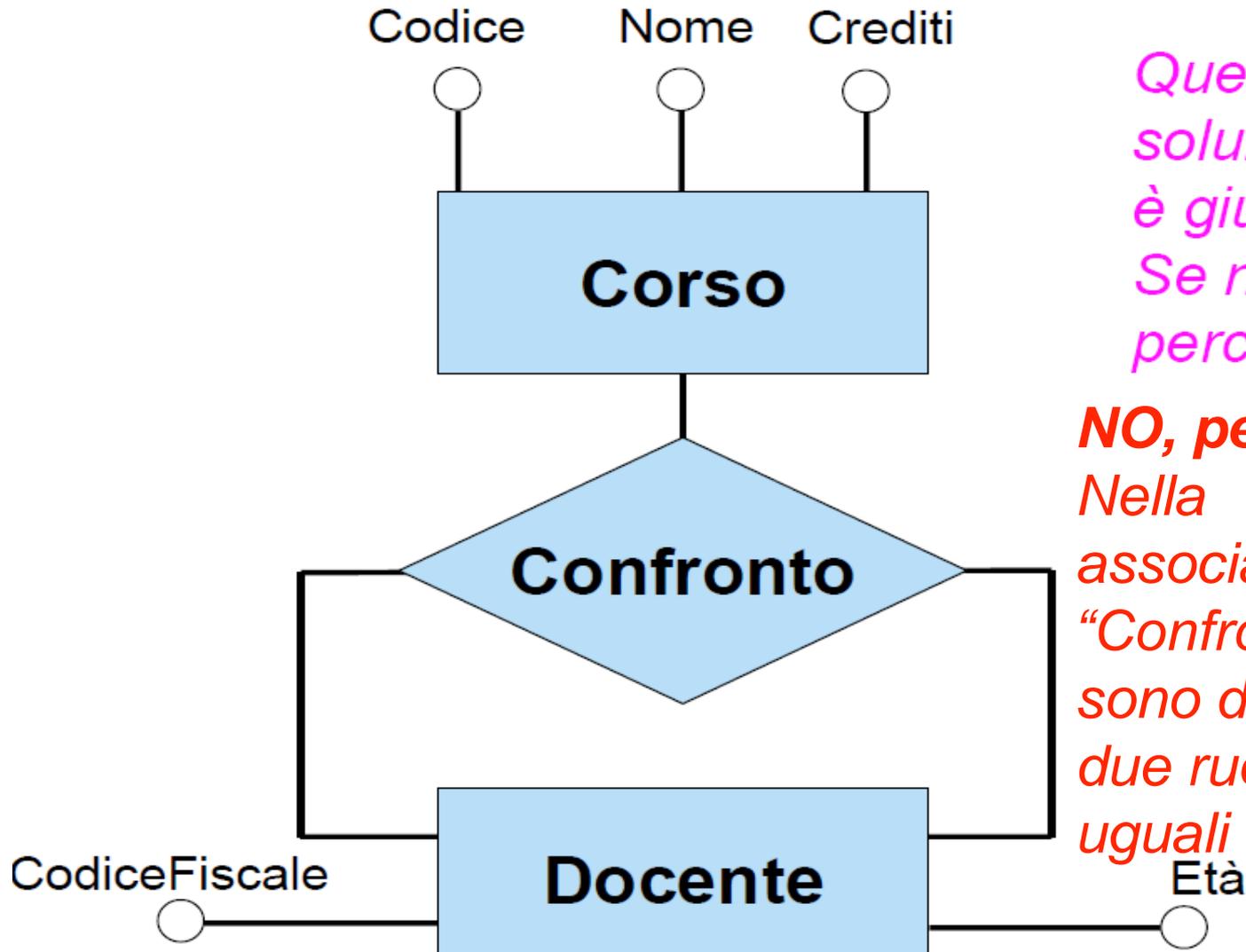
# Esercizio 2: schema concettuale

Descrivere lo schema concettuale della seguente realtà:

I docenti hanno un codice fiscale ed una età. I corsi hanno un codice identificativo, un nome, ed il numero di crediti.

Sfruttando i moduli di valutazione dei corsi e dei docenti da parte degli studenti, si vuole rappresentare nella base di dati l'informazione se un docente è migliore di un altro nell'insegnare un corso.

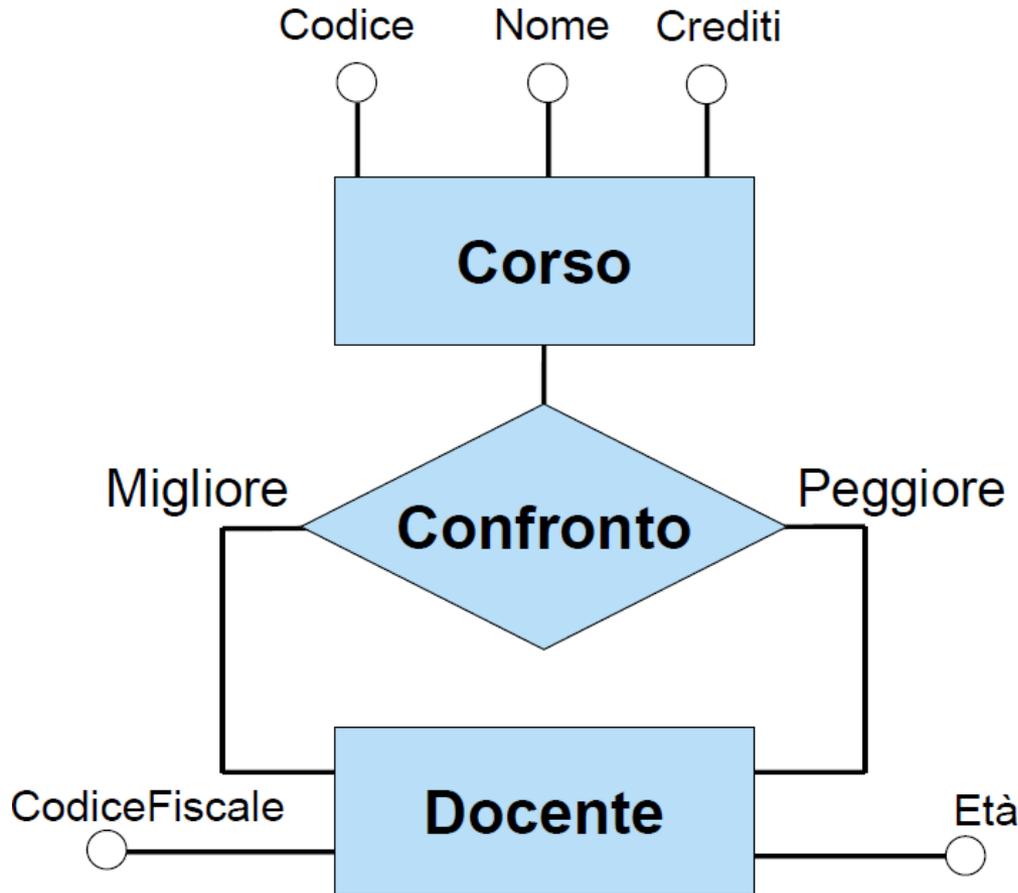
# Esercizio 2: soluzione 1



*Questa  
soluzione  
è giusta?  
Se no,  
perché ?*

***NO, perché**  
Nella  
associazione  
"Confronto"  
sono definiti  
due ruoli  
uguali*

# Esercizio 2: soluzione 2



*Questa soluzione è giusta? **SI'***  
*Quanti e quali ruoli ci sono nello schema ?*

***3: Corso, Migliore, Peggioro***

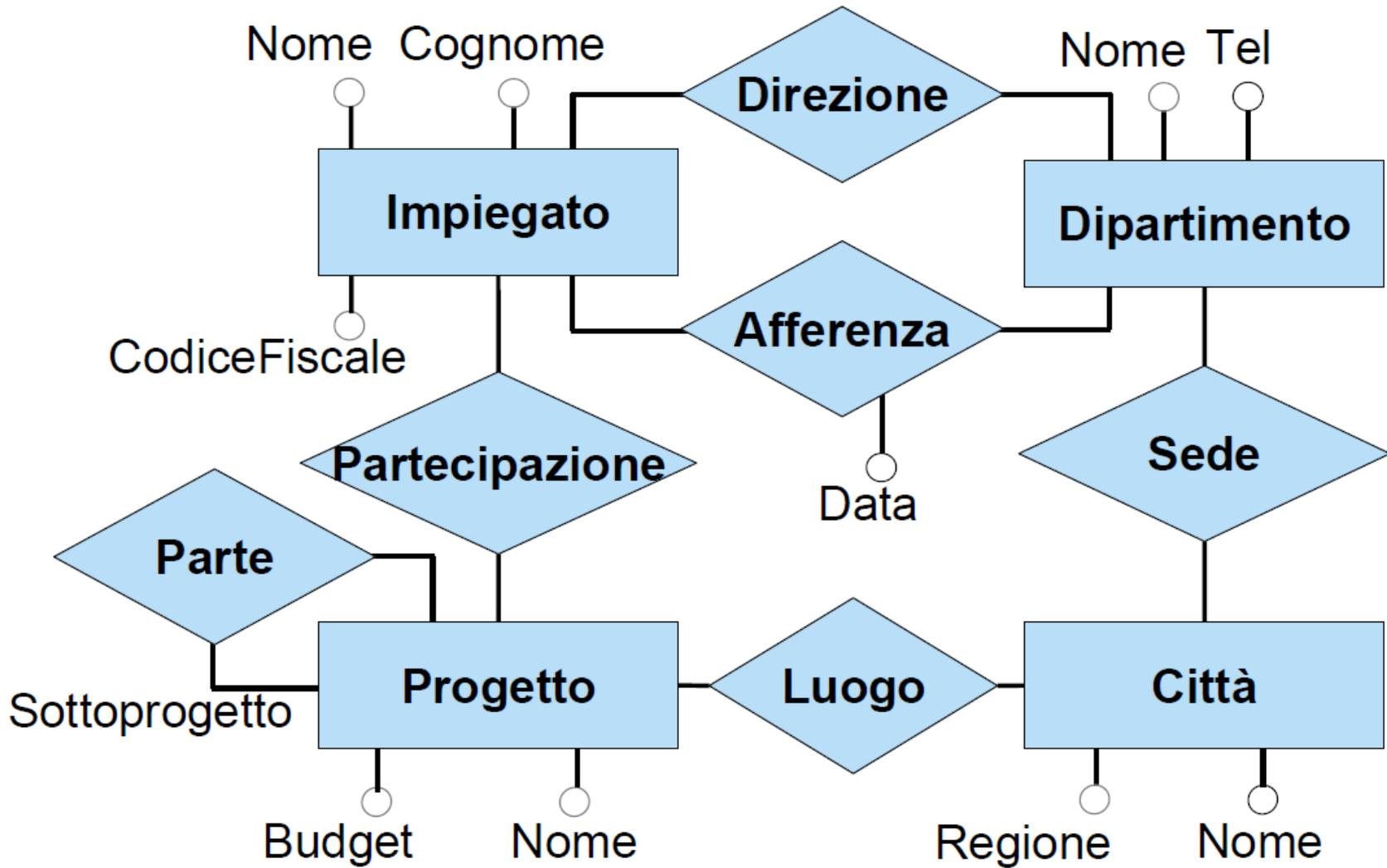
---

# Esercizio 3: schema concettuale

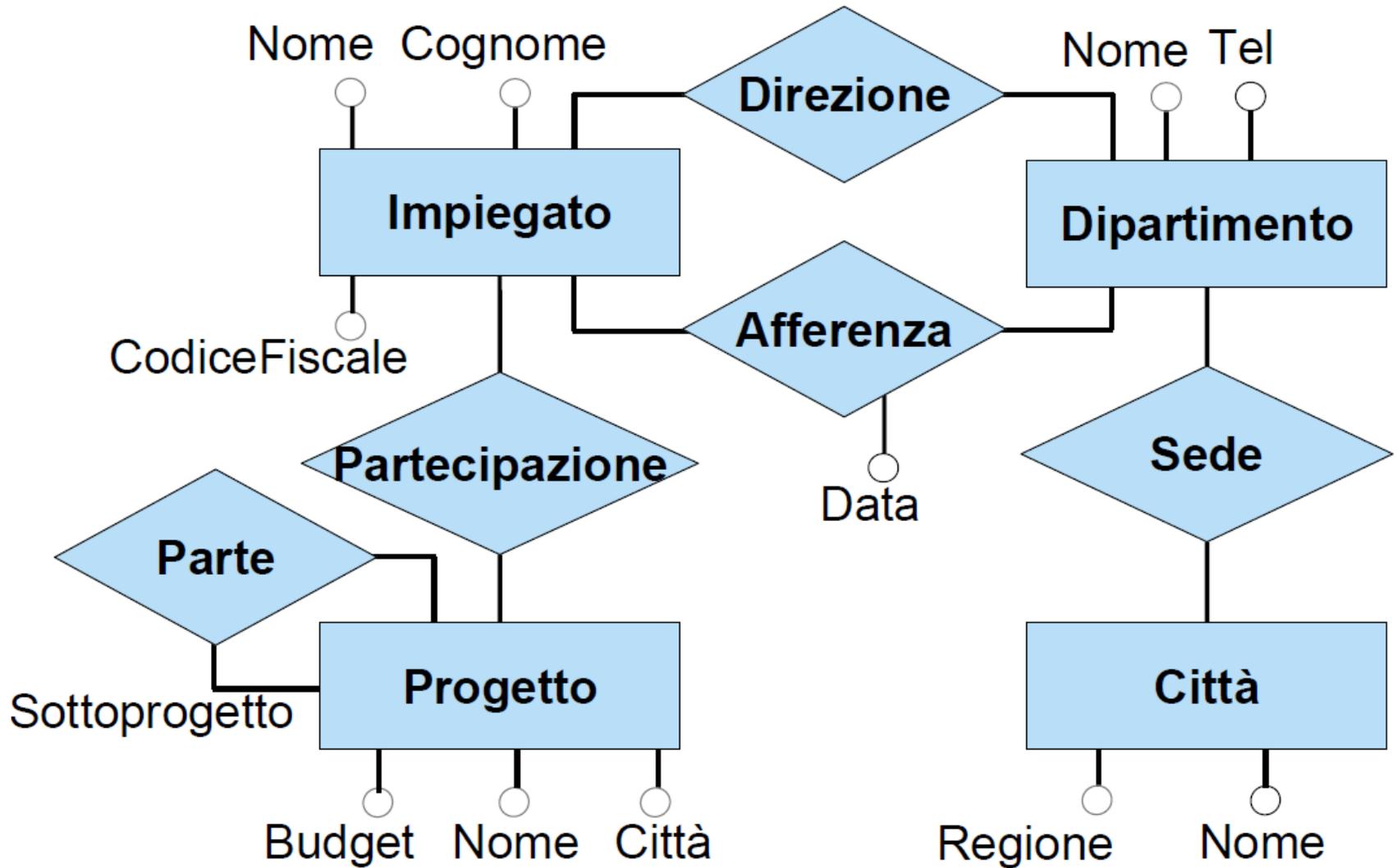
Descrivere lo schema concettuale della seguente realtà:

Degli impiegati interessa il codice fiscale, il nome, il cognome, i dipartimenti ai quali afferiscono (con la data di afferenza), ed i progetti ai quali partecipano. Dei progetti interessa il nome, il budget, e la città in cui hanno luogo le corrispondenti attività. Alcuni progetti sono parti di altri progetti, e sono detti loro sottoprogetti. Dei dipartimenti interessa il nome, il numero di telefono, gli impiegati che li dirigono, e la città dove è localizzata la sede. Delle città interessa il nome e la regione.

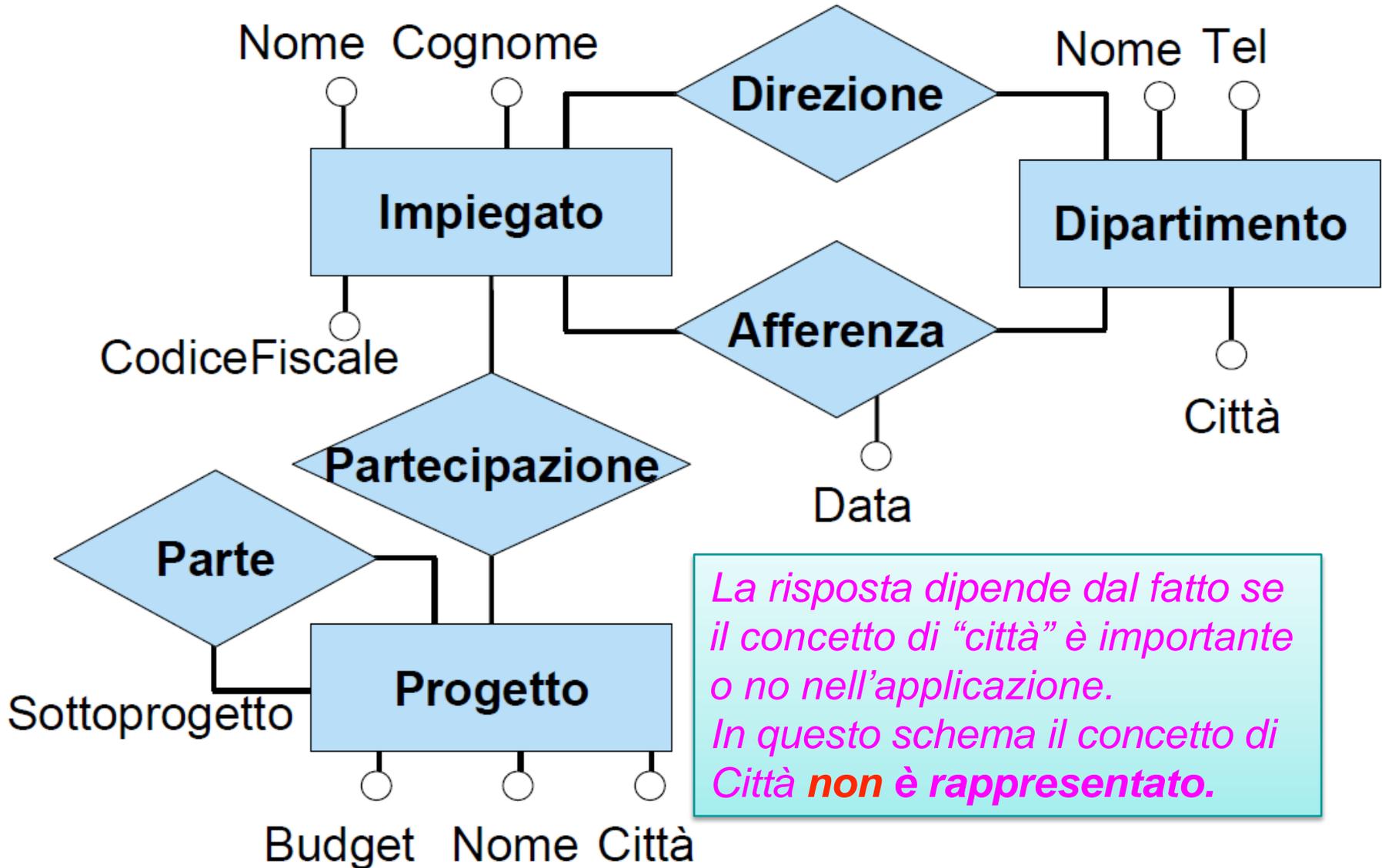
# Esercizio 3: soluzione



## Esercizio 4: qual è l'errore in questo schema?



# Esercizio 5: è corretto questo



*La risposta dipende dal fatto se il concetto di "città" è importante o no nell'applicazione. In questo schema il concetto di Città **non** è rappresentato.*

---

# Scelta tra entità e attributo

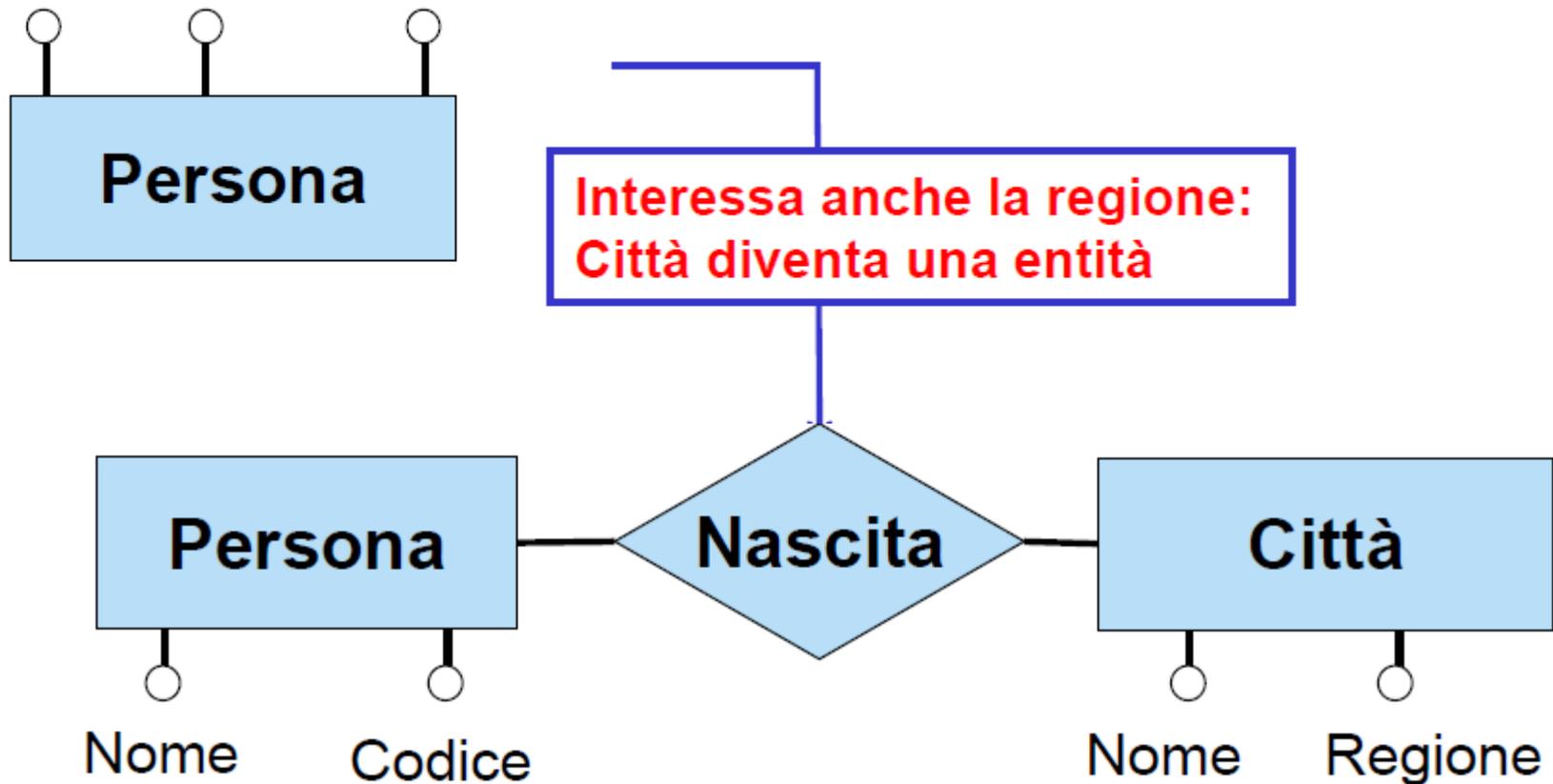
Un concetto verrà modellato come

- una **entità**
  - se le sue istanze sono concettualmente significative indipendentemente da altre istanze
  - se ha o potrà avere delle proprietà indipendenti dagli altri concetti
  - se il concetto è importante nell'applicazione
- un **attributo di una entità o associazione**
  - se le sue istanze non sono concettualmente significative
  - se non ha senso considerare una sua istanza indipendentemente da altre istanze
  - se serve solo a rappresentare una proprietà locale di un altro concetto

# Scelta tra attributo ed entità

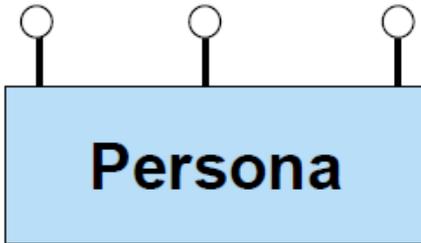
Le scelte possono cambiare durante l'analisi. *Esempio:*

Nome Codice CittàNascita

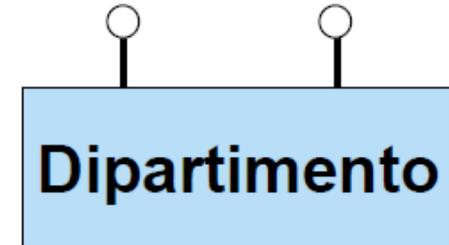


# Scelta tra attributo ed entità

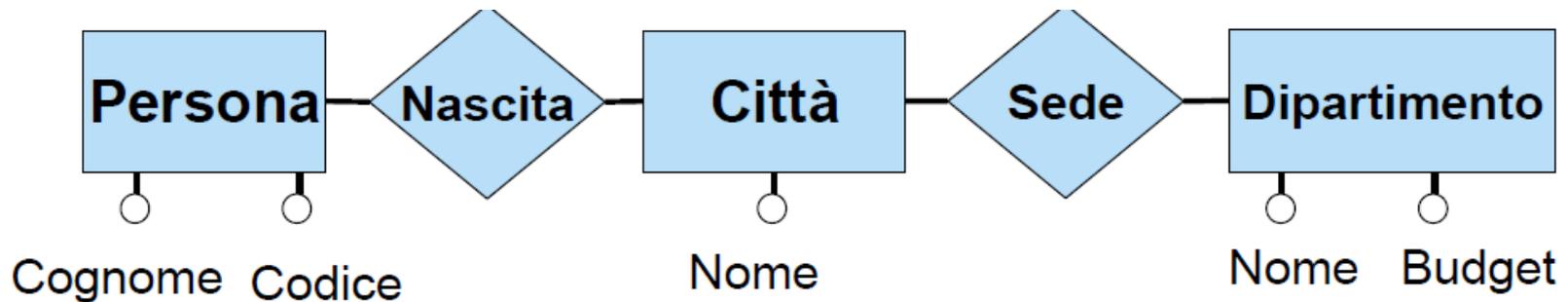
Cognome Codice CittàNascita



Nome Budget



Interessa anche la città in cui ha sede un dipartimento



---

# La nozione di associazione ISA

Fino ad ora non abbiamo detto nulla sul fatto se due entità possano o no avere istanze in comune.

E' facile verificare che, in molti contesti, può accadere che tra due classi rappresentate da due entità nello schema concettuale sussista la

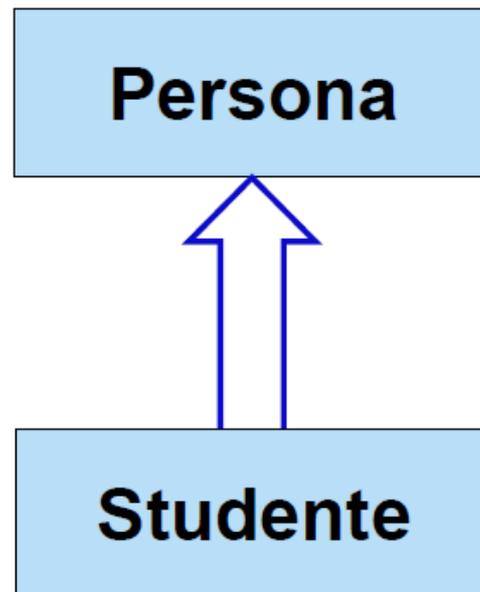
**associazione ISA (o associazione di sottoinsieme),**  
**e cioè** che ogni istanza di una sia anche istanza dell'altra.

La associazione ISA nel modello ER si può definire tra due entità, che si dicono “**entità padre**” ed “**entità figlia**” (o sottoentità, cioè quella che rappresenta un sottoinsieme della entità padre)

# rappresentazione grafica della associazione ISA

La associazione **ISA** si rappresenta nel diagramma dello schema concettuale mediante una freccia dalla sottoentità alla entità padre.

*Esempio:*

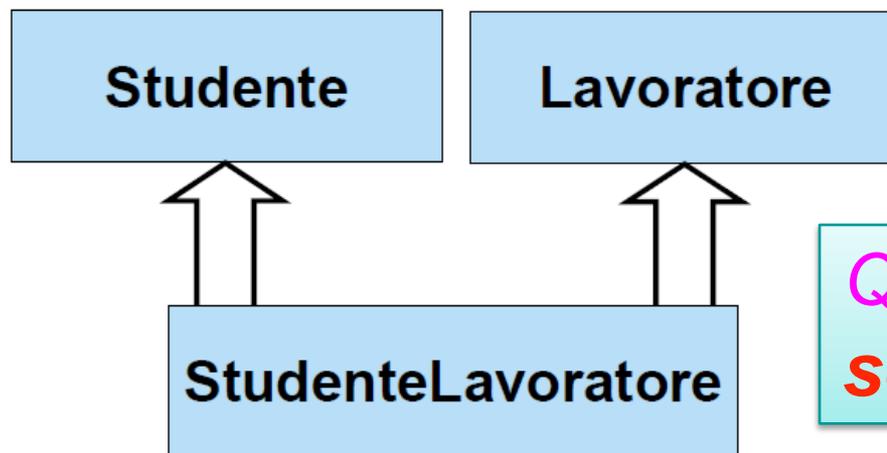


*Si dice che Studente è in relazione ISA con Persona, o, in alternativa, che **Studente ISA Persona***

# regole sulla relazione ISA

**ATTENZIONE:** vige la regola che una entità può avere al massimo una entità padre. In altre parole, il modello ER **non ammette ereditarietà multipla**

*Esempio:*

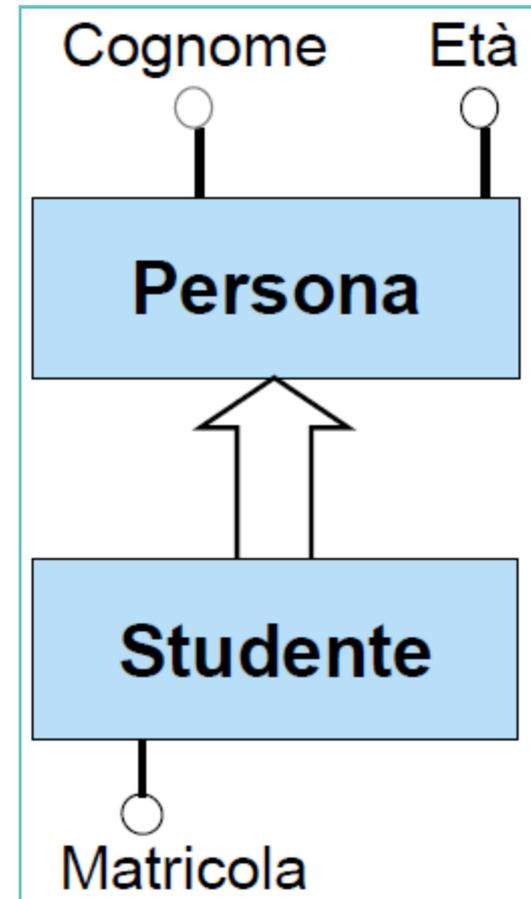


*Questo schema è  
**scorretto***

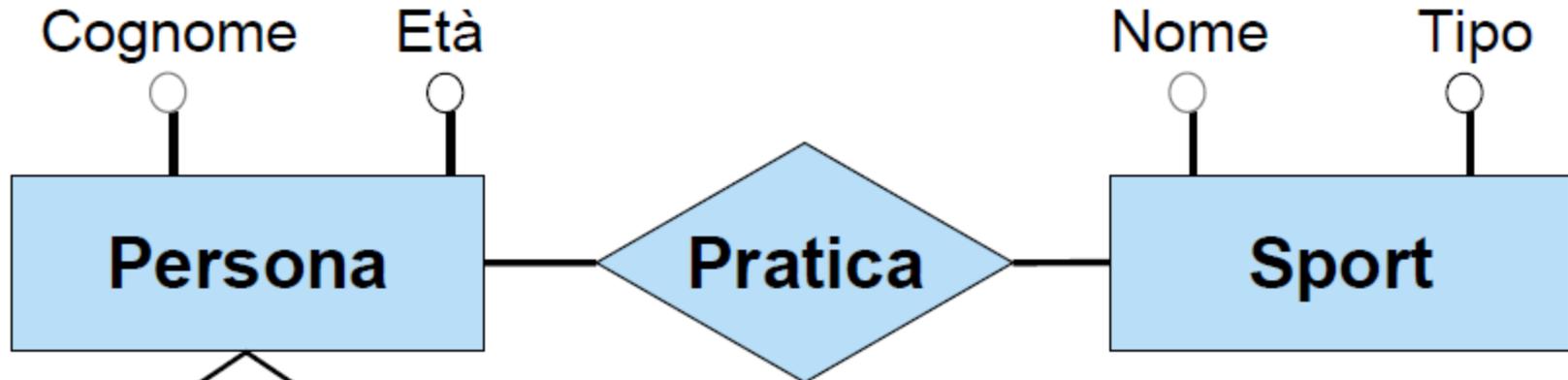
# Ereditarietà nel modello ER

Principio di ereditarietà: ogni proprietà dell'entità padre è anche una proprietà della sottoentità, e non si riporta esplicitamente nel diagramma. L'entità figlia può avere ovviamente ulteriori proprietà.

**Cognome** ed **Età** ereditati da **Persona**  
**Matricola** ulteriore proprietà



# Ereditarietà delle associazioni



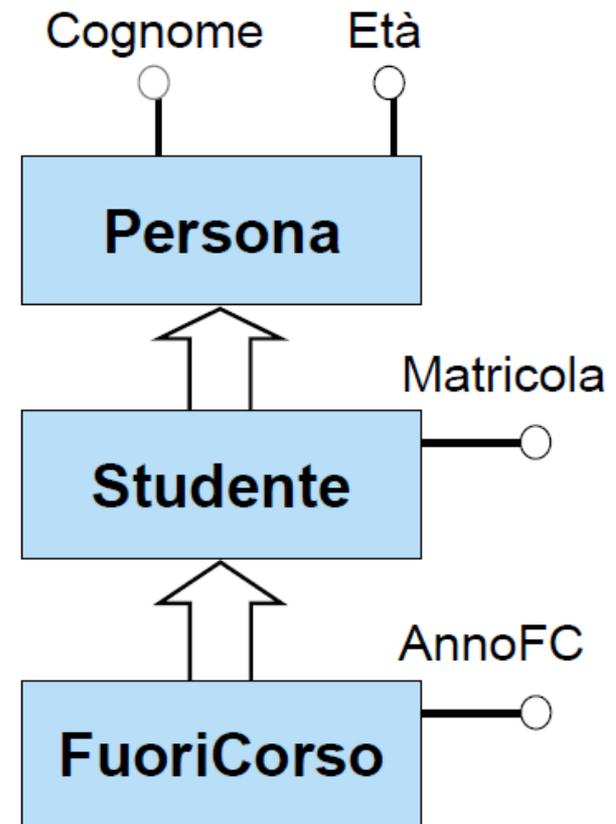
1. Ogni istanza di **Persona** può essere coinvolta in un numero qualunque di istanze della associazione **Pratica**
2. Ogni istanza di **Studente** è una istanza di **Persona**  
**quindi**
3. Ogni istanza di **Studente** può essere coinvolta in un numero qualunque di istanze della associazione **Pratica**

# Ereditarietà della associazione ISA: transitività

Principio di ereditarietà: anche la associazione ISA si eredita.  
Questo conferma che la associazione ISA è transitiva

## Dal fatto che

1. Ogni istanza di **Studente** è una istanza di **Persona**
  2. Ogni istanza di **FuoriCorso** è una istanza di **Studente**
- segue logicamente che**
3. Ogni istanza di **FuoriCorso** è una istanza di **Persona**



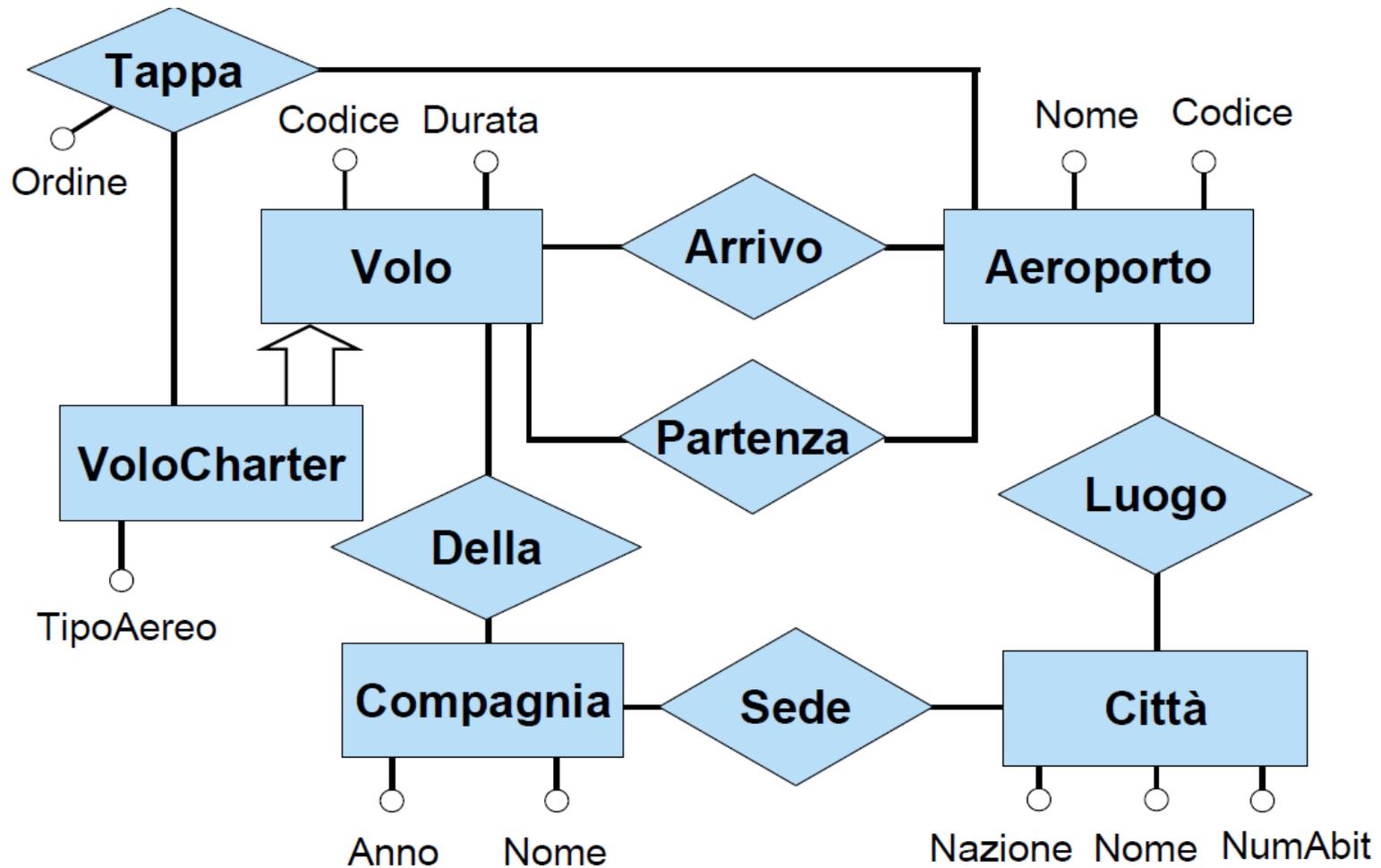
---

# Esercizio 6: schema concettuale

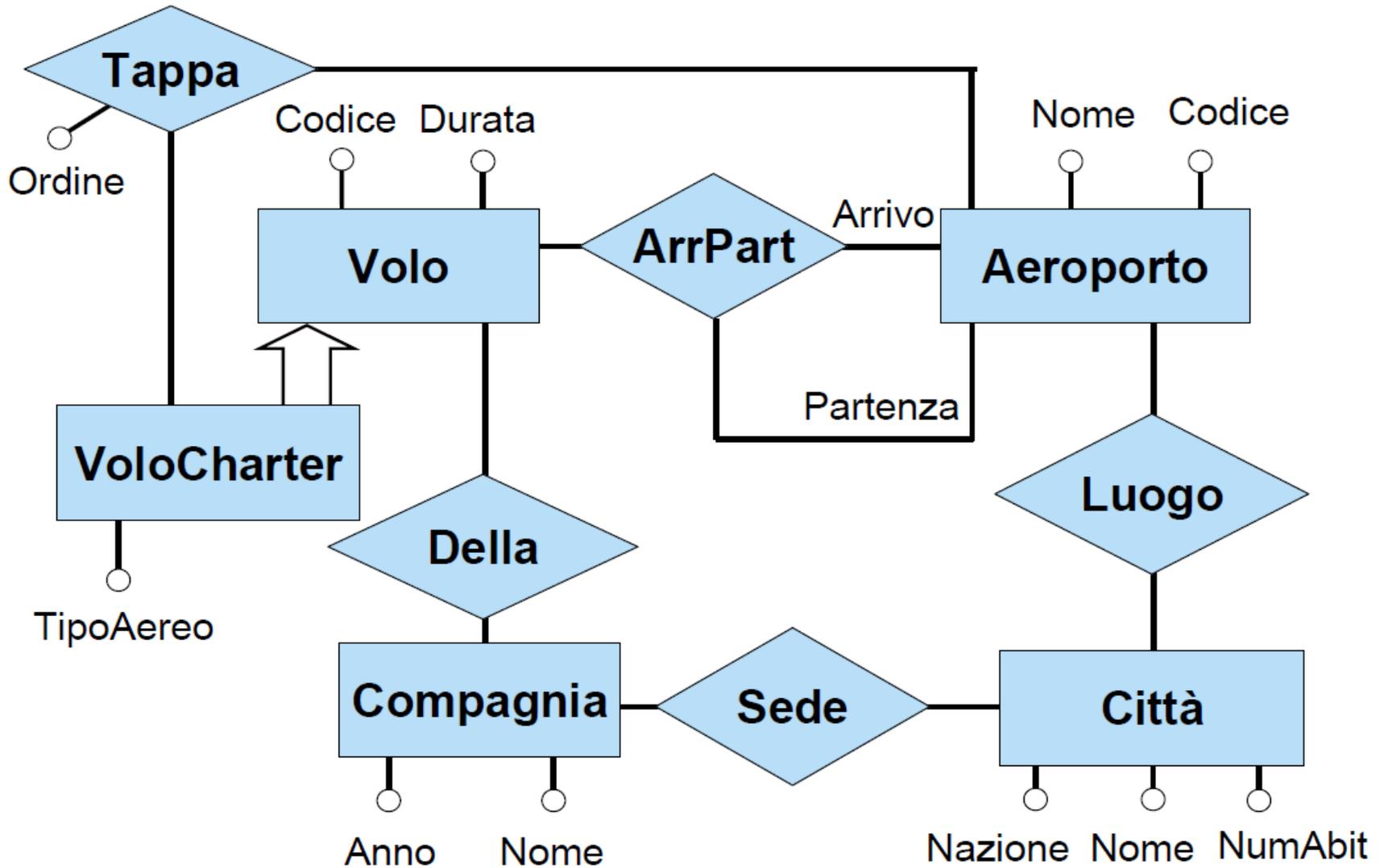
Descrivere lo schema concettuale corrispondente ad un'applicazione riguardante voli aerei, per la quale valgono le seguenti specifiche.

Dei voli interessa: codice, durata in minuti, compagnia aerea, aeroporto di partenza e aeroporto di arrivo. Degli aeroporti interessa: codice, nome, città (con nome e numero di abitanti) e nazione. Delle compagnie aeree interessa il nome, l'anno di fondazione, e la città in cui ha sede la direzione. I voli charter sono particolari voli, che possono prevedere tappe intermedie in aeroporti. Delle tappe intermedie di un volo charter interessa l'ordine con cui esse si susseguono (ad esempio, il volo 124, che parte da "Milano Linate" e arriva a "Palermo Punta Raisi", prevede prima l'aeroporto di Bologna e poi quello di Napoli come tappe intermedie). Infine, dei voli charter interessa anche il tipo di aereomobile utilizzato per il volo.

# Esercizio 6: soluzione



# Esercizio 6: altra soluzione



# La nozione di generalizzazione tra entità

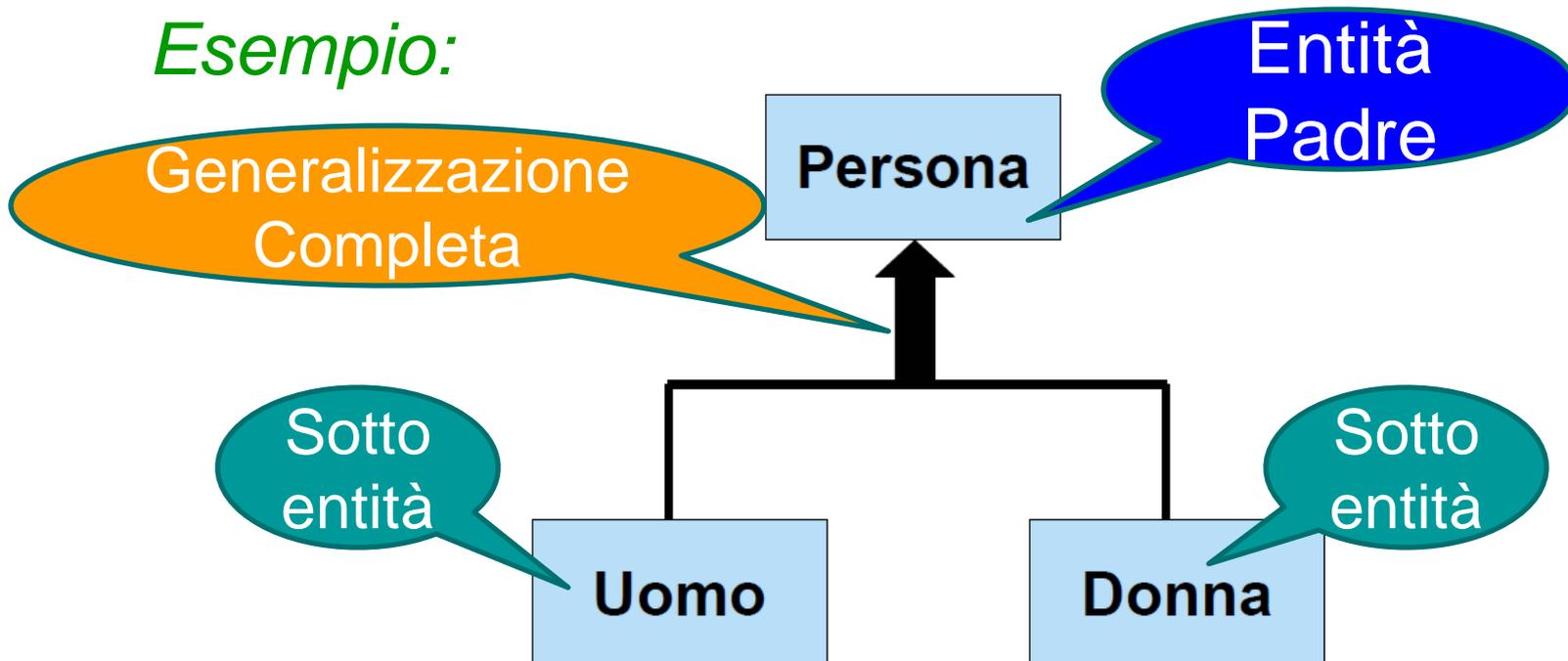
- Finora, abbiamo considerato la relazione ISA che stabilisce che l'entità padre è più generale della sottoentità.
- Talvolta, però, l'entità padre può generalizzare diverse sottoentità rispetto ad un unico criterio. In questo caso si parla di **generalizzazione**.
- Nella generalizzazione, le **sottoentità hanno insiemi di istanze disgiunti a coppie** (anche se in alcune varianti del modello ER, si può specificare se due sottoentità della stessa entità padre sono disgiunte o no).
- Una generalizzazione può essere di due tipi:
  - **completa**: l'unione delle istanze delle sottoentità è uguale all'insieme delle istanze dell'entità padre
  - **non completa**

# rappresentazione della generalizzazione

La generalizzazione si indica collegando mediante un arco le sottoentità, e collegando con una freccia tale arco alla entità padre.

La freccia è **annerita** se la generalizzazione è **completa**.

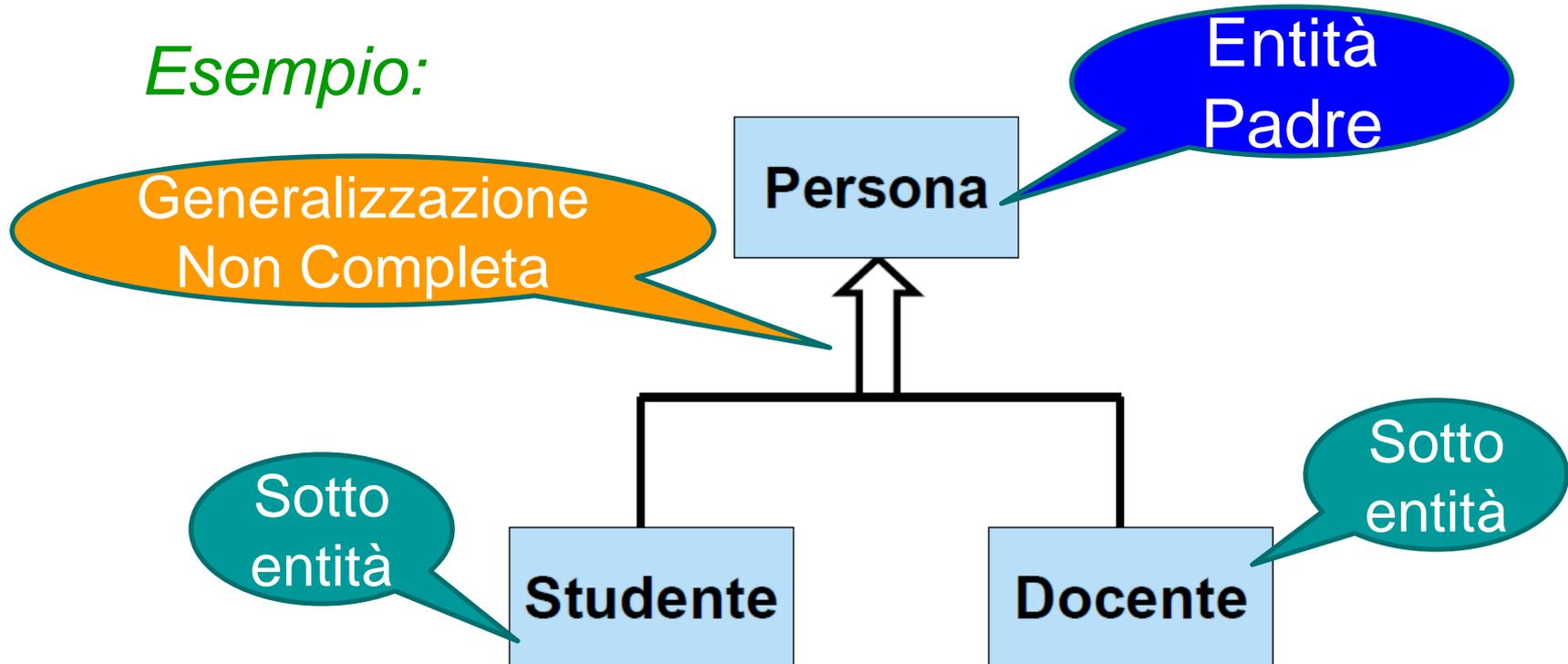
*Esempio:*



# rappresentazione della generalizzazione

La freccia è **non annerita** se la generalizzazione **non è completa**.

*Esempio:*

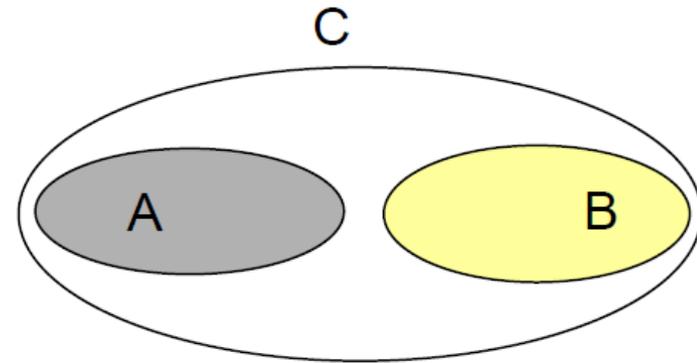
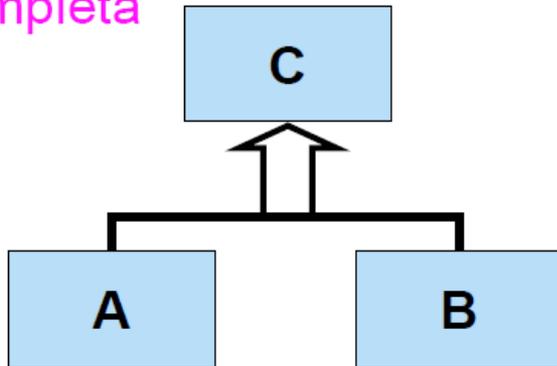


# Generalizzazioni a livello estensionale

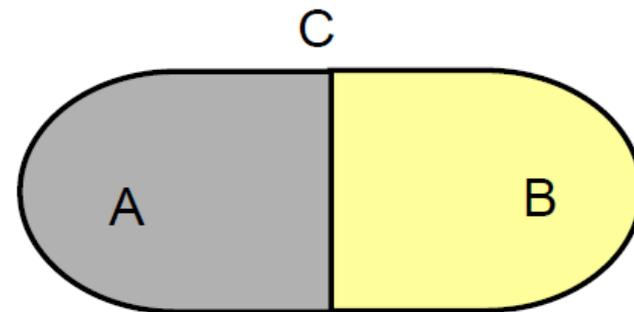
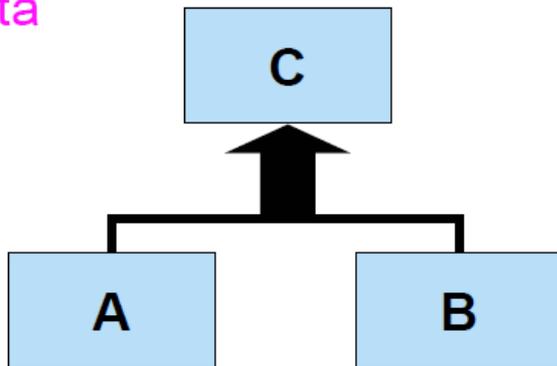
Livello intensionale

Livello estensionale

non completa



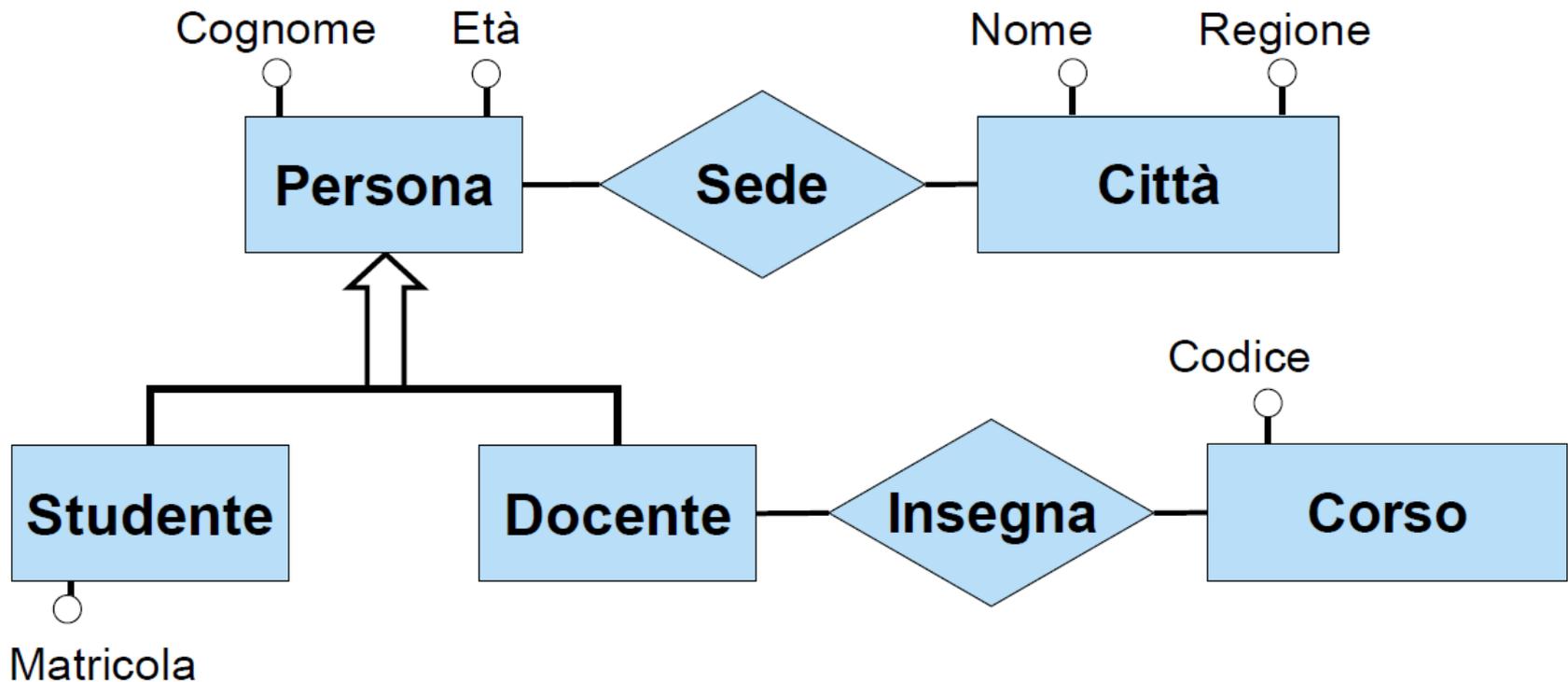
completa



# Generalizzazioni ed ereditarietà

Il principio di ereditarietà vale anche per le generalizzazioni:

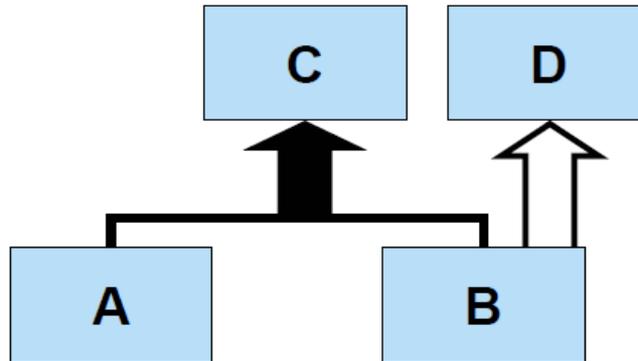
- ogni proprietà dell'entità padre è anche una proprietà della sottoentità, e non si riporta esplicitamente nel diagramma
- l'entità figlia può avere ovviamente ulteriori proprietà.



# Regole sulla generalizzazione

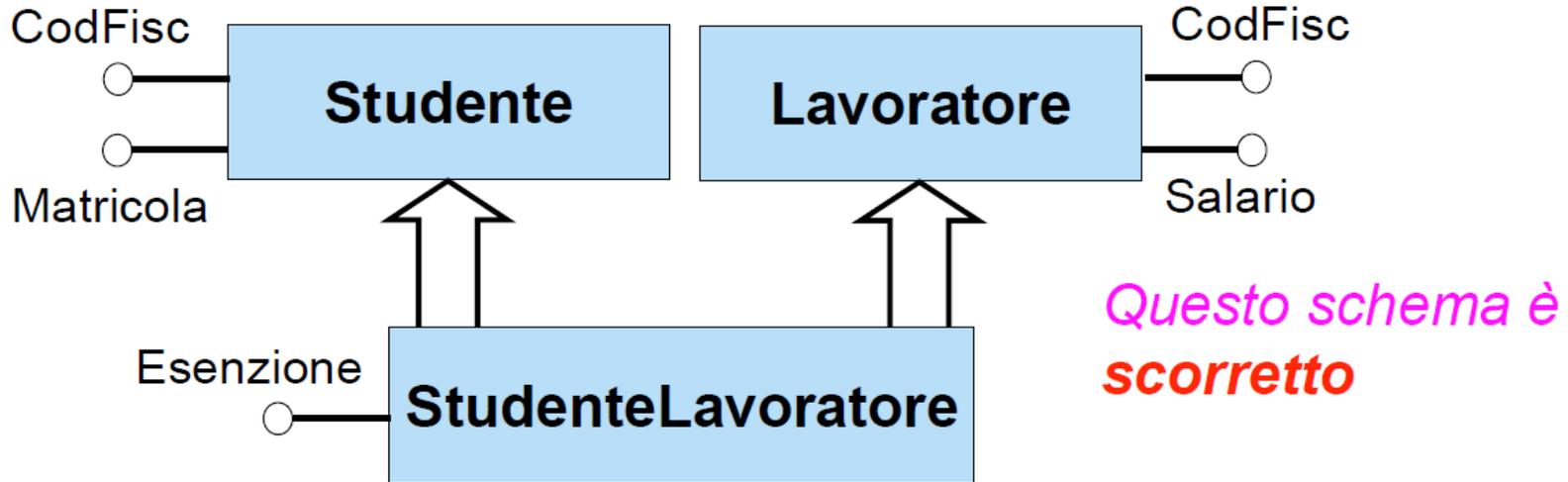
**ATTENZIONE:** continua a valere la regola che una entità può avere al massimo una entità padre (tenendo conto sia della relazione ISA sia delle generalizzazioni)

*Esempio:*



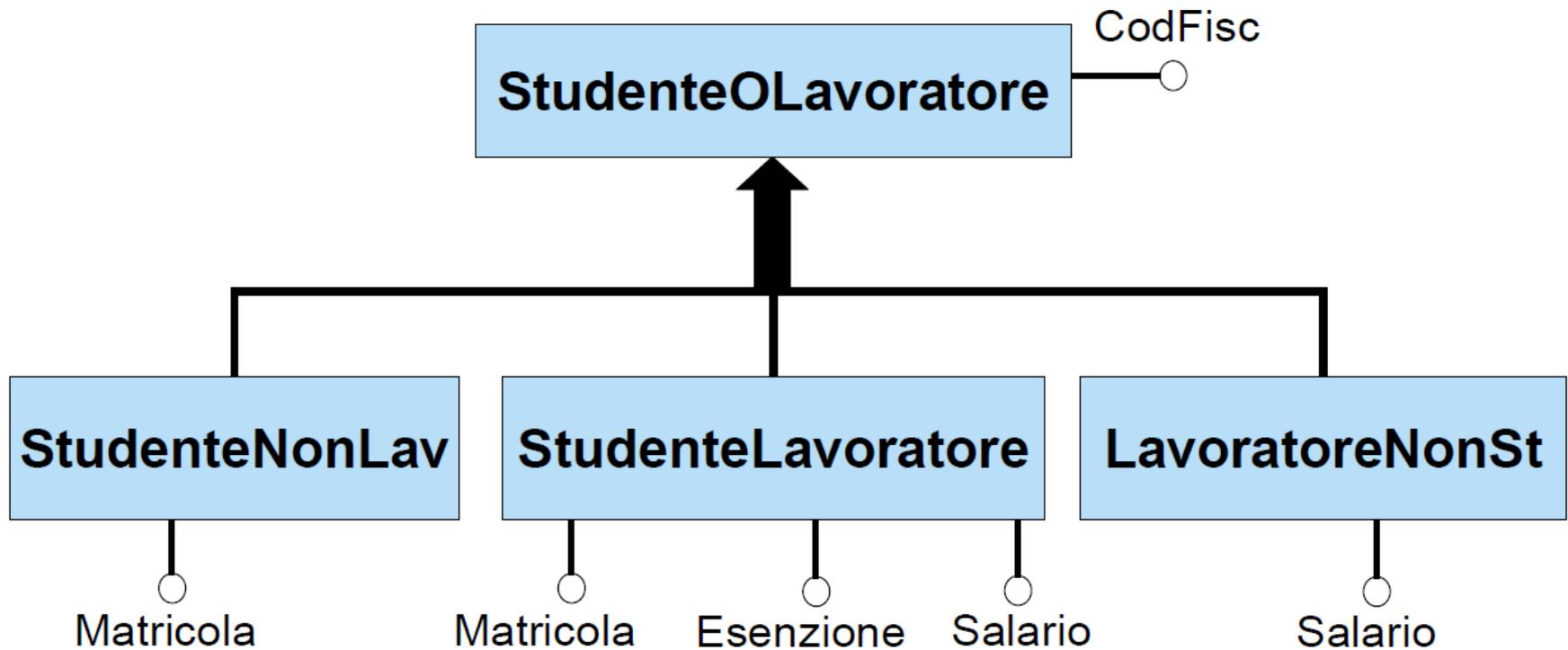
*Questo schema è*  
**scorretto**

# relazione ISA e generalizzazioni

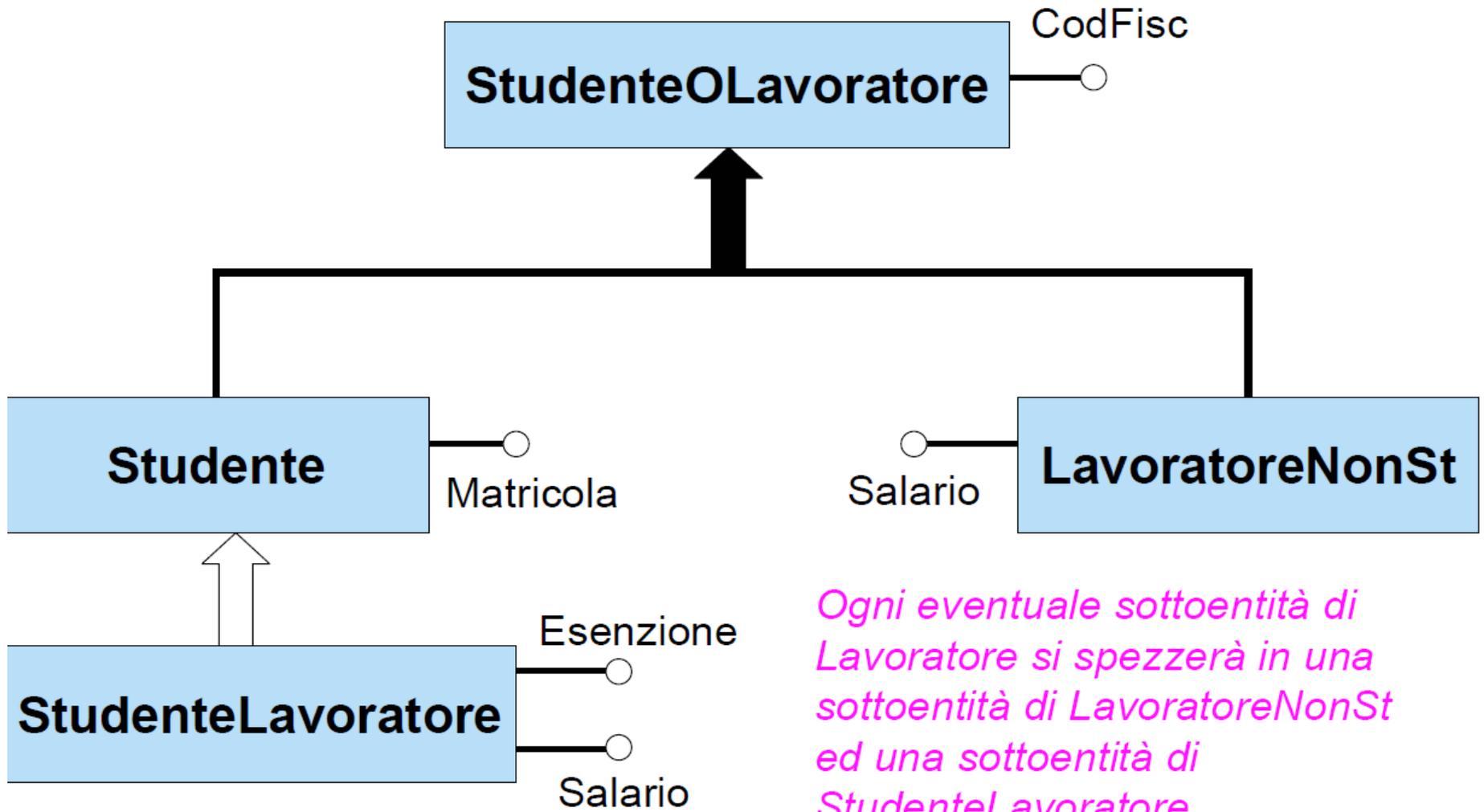


Si può ristrutturare lo schema in modo che lo schema risultante sia corretto, e colga sostanzialmente la stessa Significatività?

# Soluzione 1

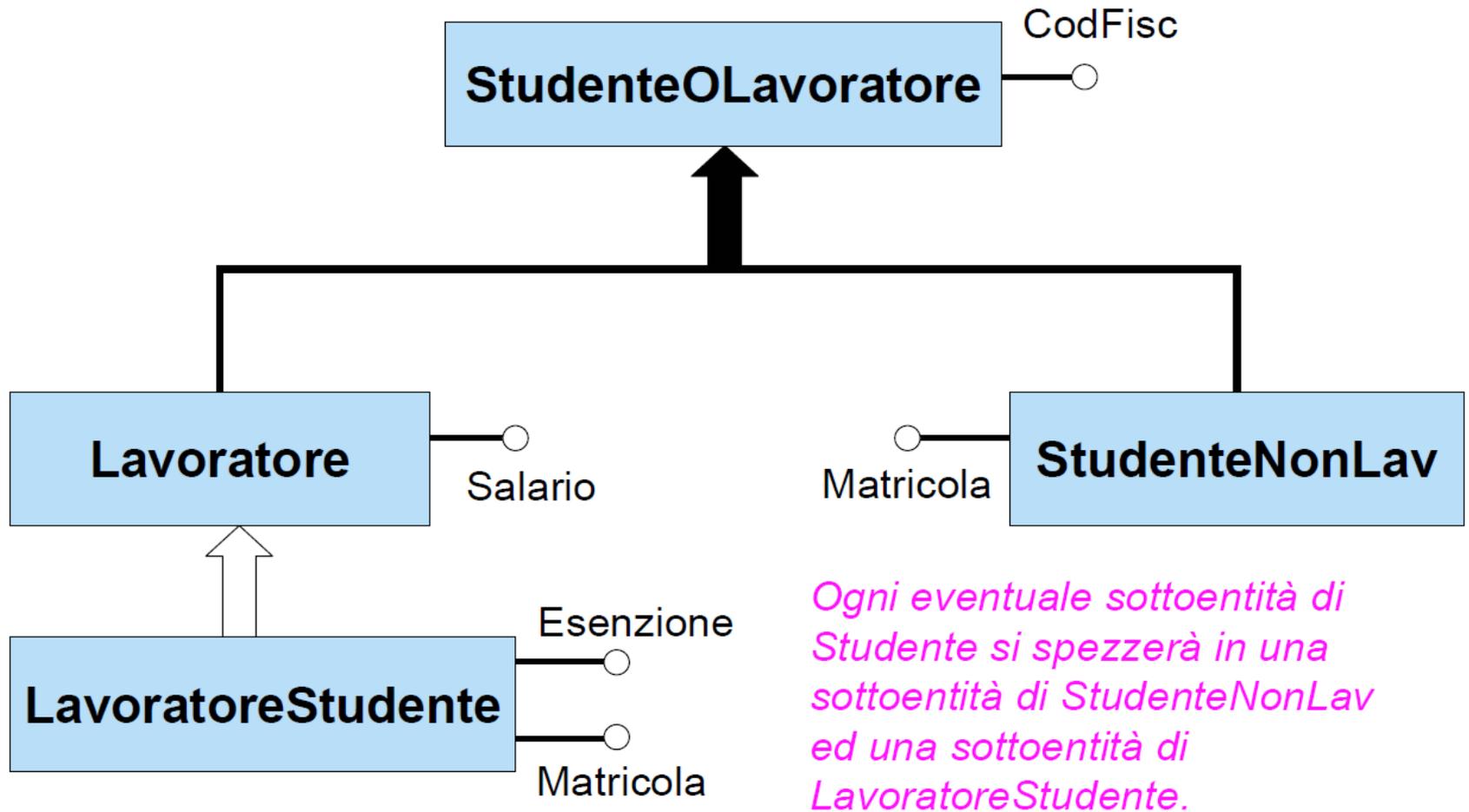


# Soluzione 2



*Ogni eventuale sottoentità di  
Lavoratore si spezzerà in una  
sottoentità di LavoratoreNonSt  
ed una sottoentità di  
StudenteLavoratore.*

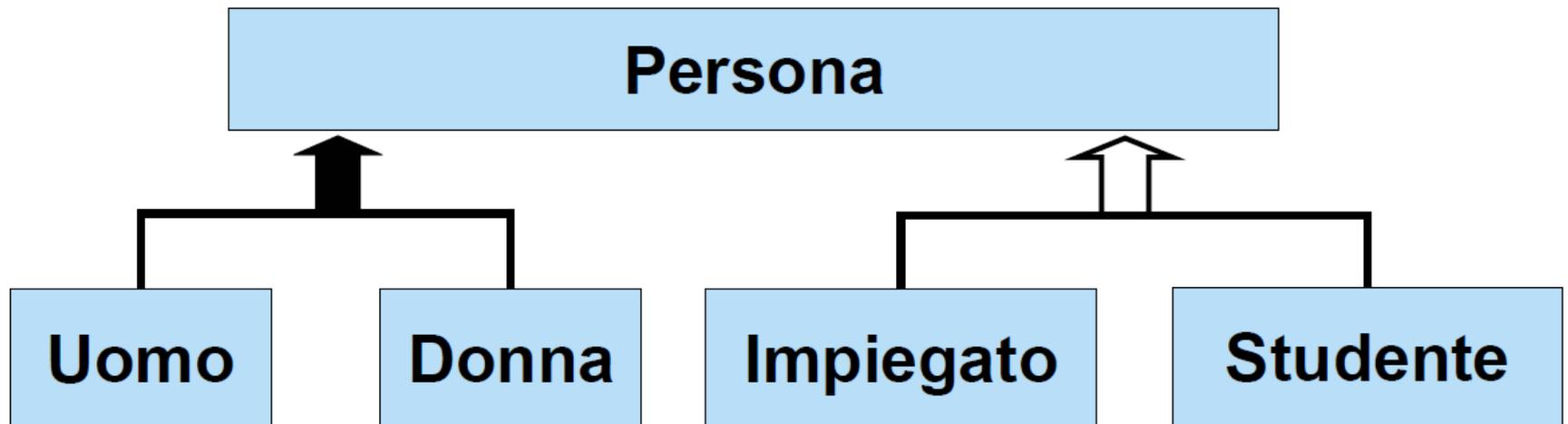
# Soluzione 3



*Ogni eventuale sottoentità di Studente si spezzerà in una sottoentità di StudenteNonLav ed una sottoentità di LavoratoreStudente.*

# Diverse generalizzazioni della stessa entità

La stessa entità può essere padre in diverse generalizzazioni.



Concettualmente, non c'è alcuna correlazione tra due generalizzazioni diverse, perché rispondono a due criteri diversi di classificare le istanze della entità padre.

---

# Esercizio 7: generalizzazione

Descrivere lo schema concettuale corrispondente alle seguenti specifiche.

Le persone hanno un codice fiscale ed una età.

Gli uomini anche la posizione militare, e le donne anche il numero di maternità. Gli impiegati hanno lo stipendio e possono essere o segretari, o direttori o progettisti. Alcuni progettisti sono responsabile di progetto.

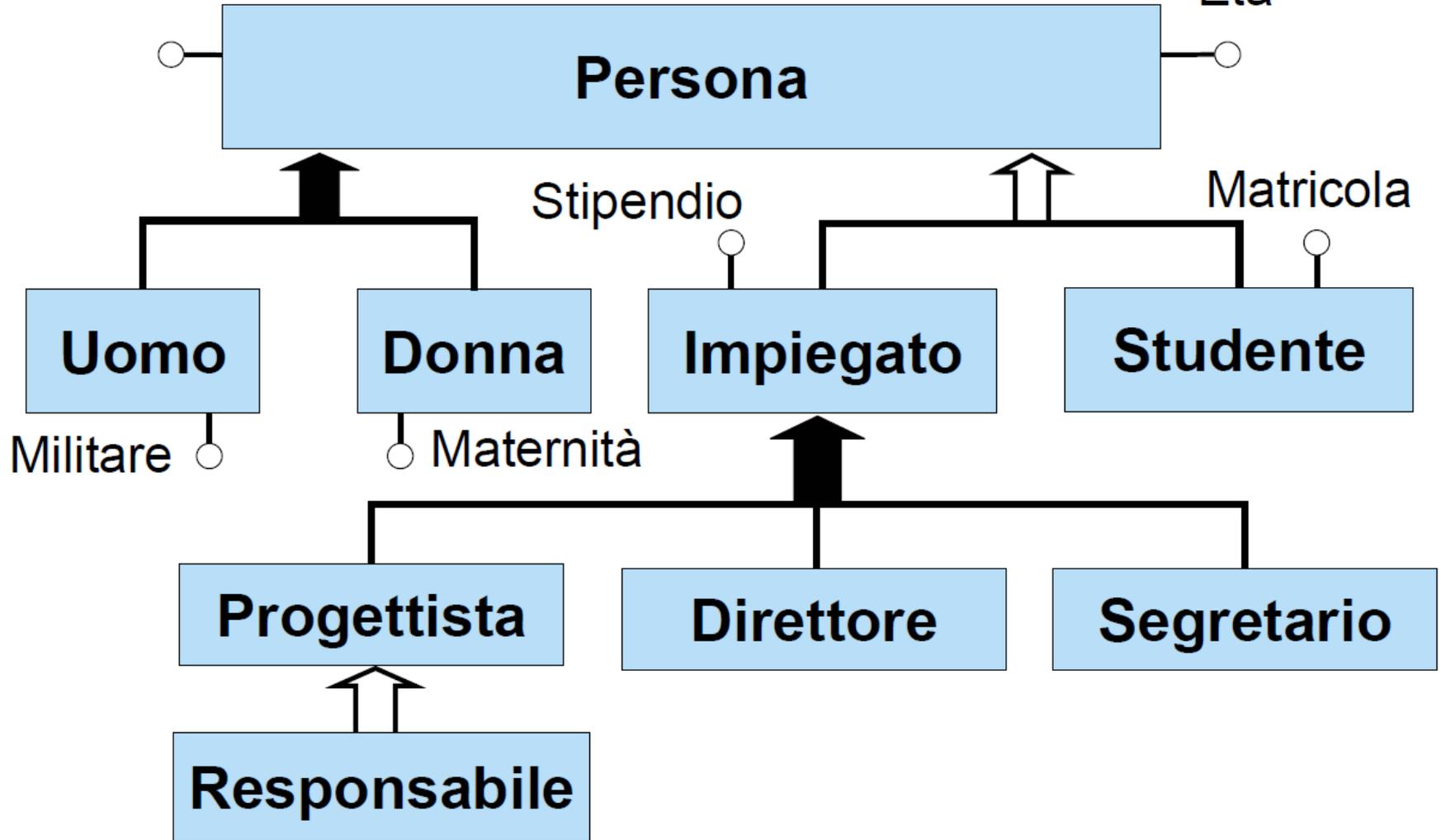
Gli studenti (che non possono essere impiegati) hanno un numero di matricola.

Esistono persone che non sono né impiegati né studenti.

# Esercizio : soluzione

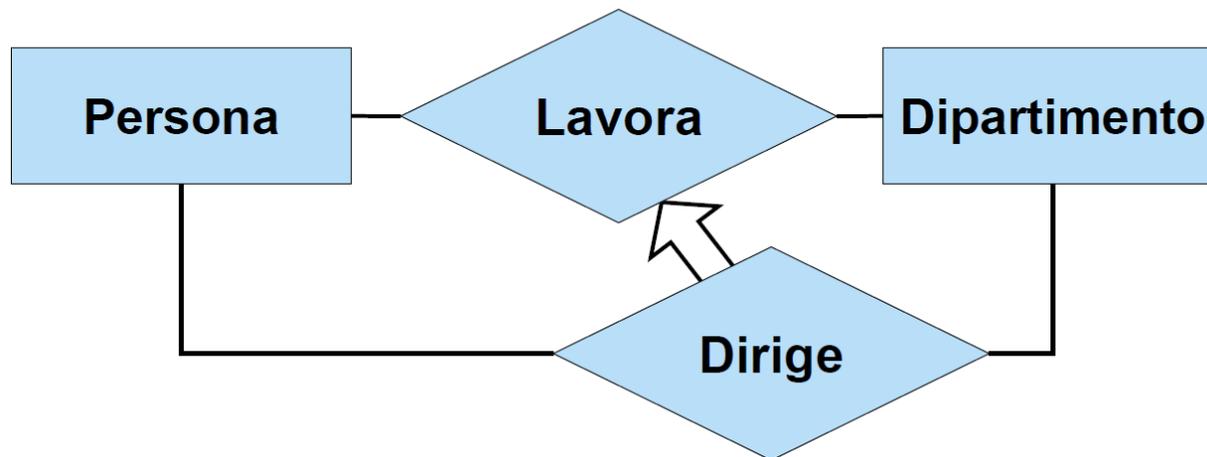
CodiceFiscale

Età



# Relazione ISA e generalizzazioni tra associazioni

- La relazione ISA può essere definita anche tra associazioni, ma con la seguente **regola**: si può definire la relazione ISA tra la associazione F (associazione figlia) e la associazione P (associazione padre) in uno schema S solo se F e P
  - hanno lo stesso grado
  - hanno gli stessi ruoli
  - per ogni ruolo U, l'entità corrispondente ad U in F è un'entità antenata dell'entità corrispondente ad U in P.

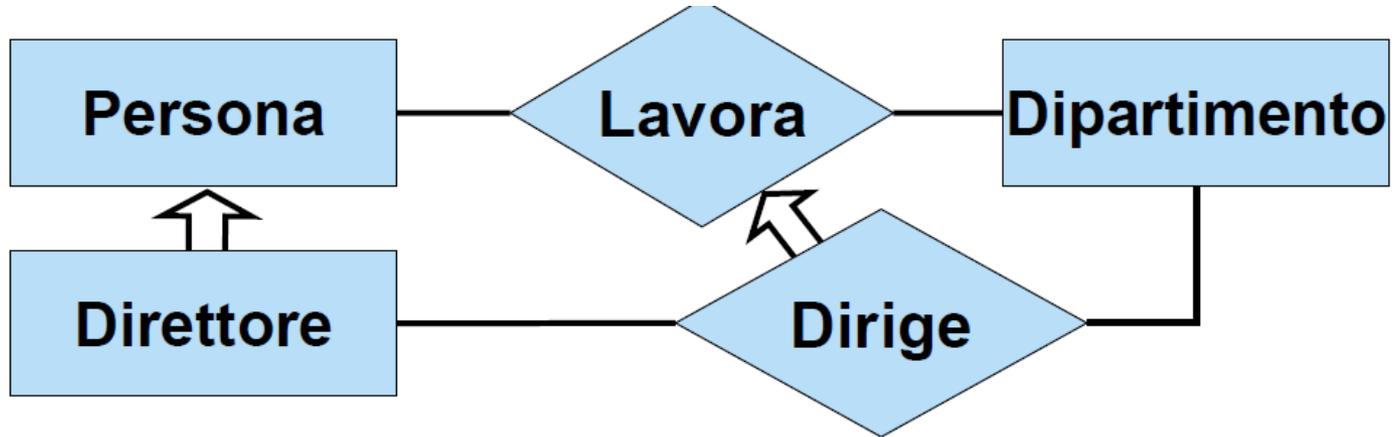


In Pratica ogni  
Dirigente ISA  
Lavoratore

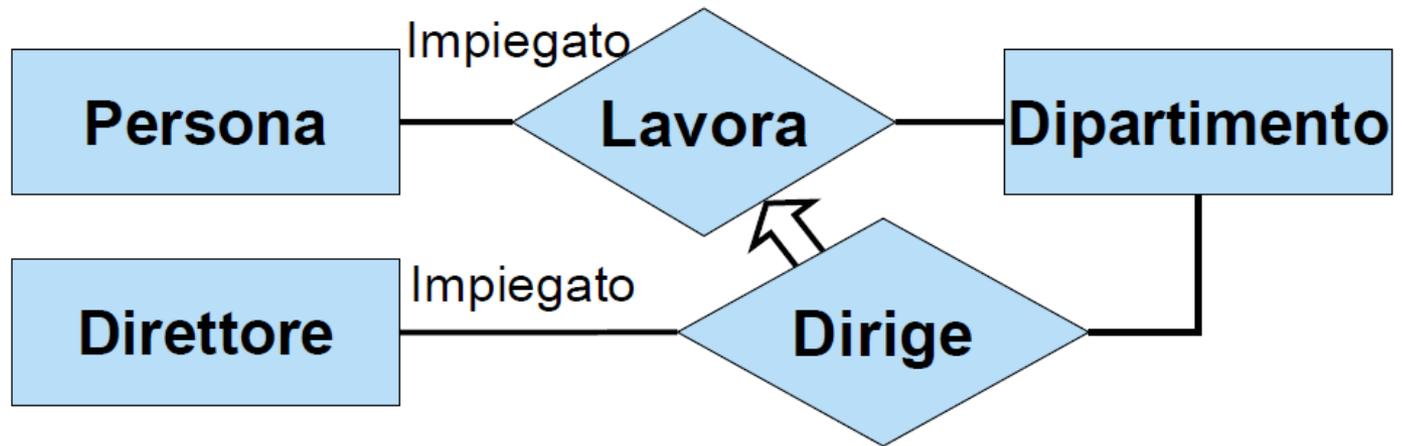


# Esempi di schemi non corretti

*Ruoli diversi  
nelle due  
relazioni*



*Ruoli uguali  
ma entità non  
in relazione  
ISA*



# Vincoli di integrità nel modello ER

Un **vincolo di integrità** è una regola che si esprime sullo schema (livello intensionale), ma che specifica una condizione che deve valere **per ogni istanza** dello schema (livello estensionale).

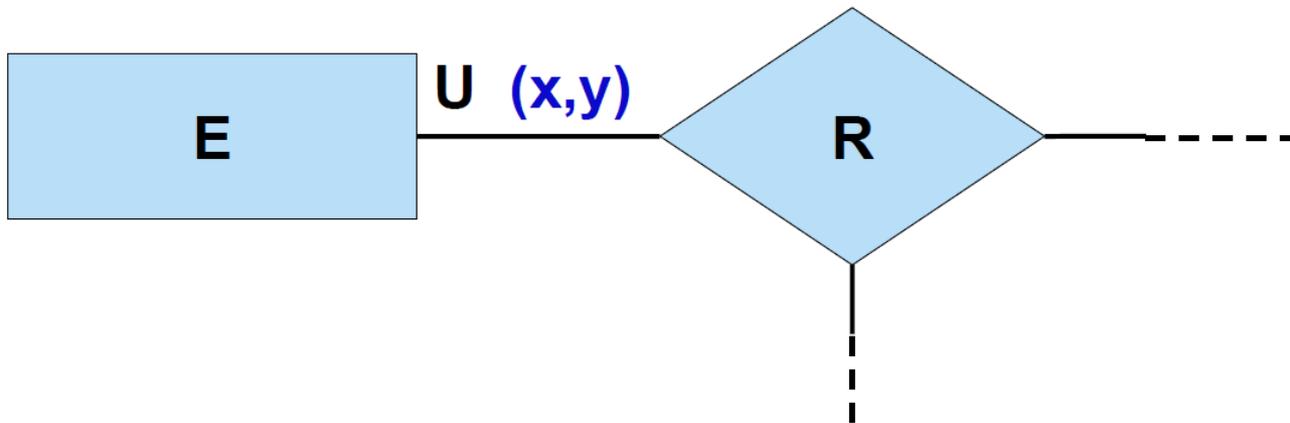
Classificazione dei vincoli di integrità nel modello ER:

- vincoli di cardinalità sulle associazioni
- vincoli di cardinalità sugli attributi
- vincoli di identificazione d'entità
- altri vincoli (esterni)

# vincoli di cardinalità

Un vincolo di cardinalità si esprime mediante **una coppia (x,y) associata al ruolo U della relazione R**, dove:

- **x** è la cardinalità minima, cioè un **intero  $\geq 0$**
- **y** è la cardinalità massima, che è
  - “**n**”, oppure
  - un **intero positivo  $\geq x$**



# Esempio di vincolo di cardinalità

- Ad ogni impiegato sono assegnati da 1 a 5 incarichi.
- Ogni incarico è assegnato ad al più 50 impiegati.



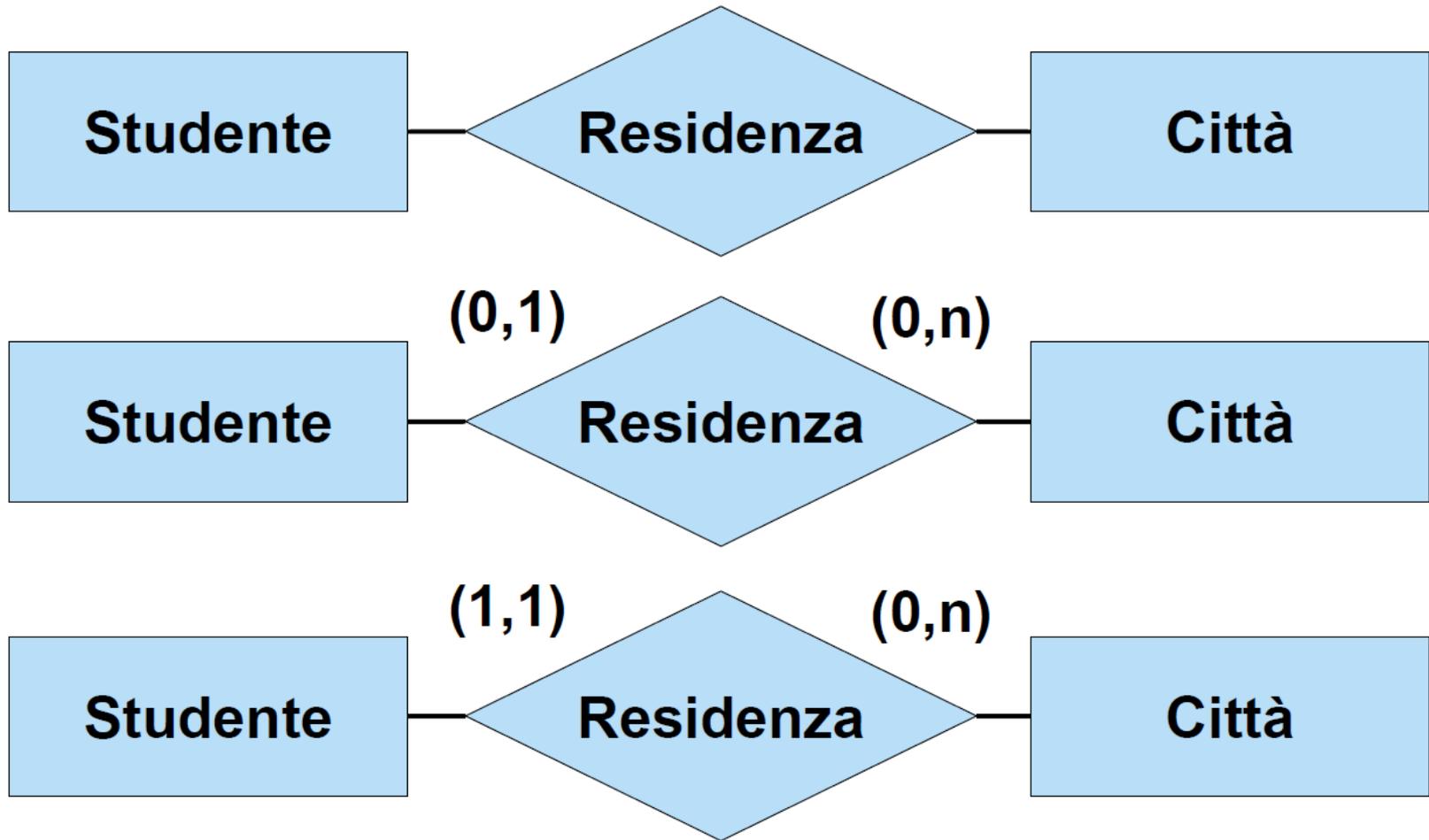
## Istanza:

$istanze(Impiegato) = \{ a, b, c \}$

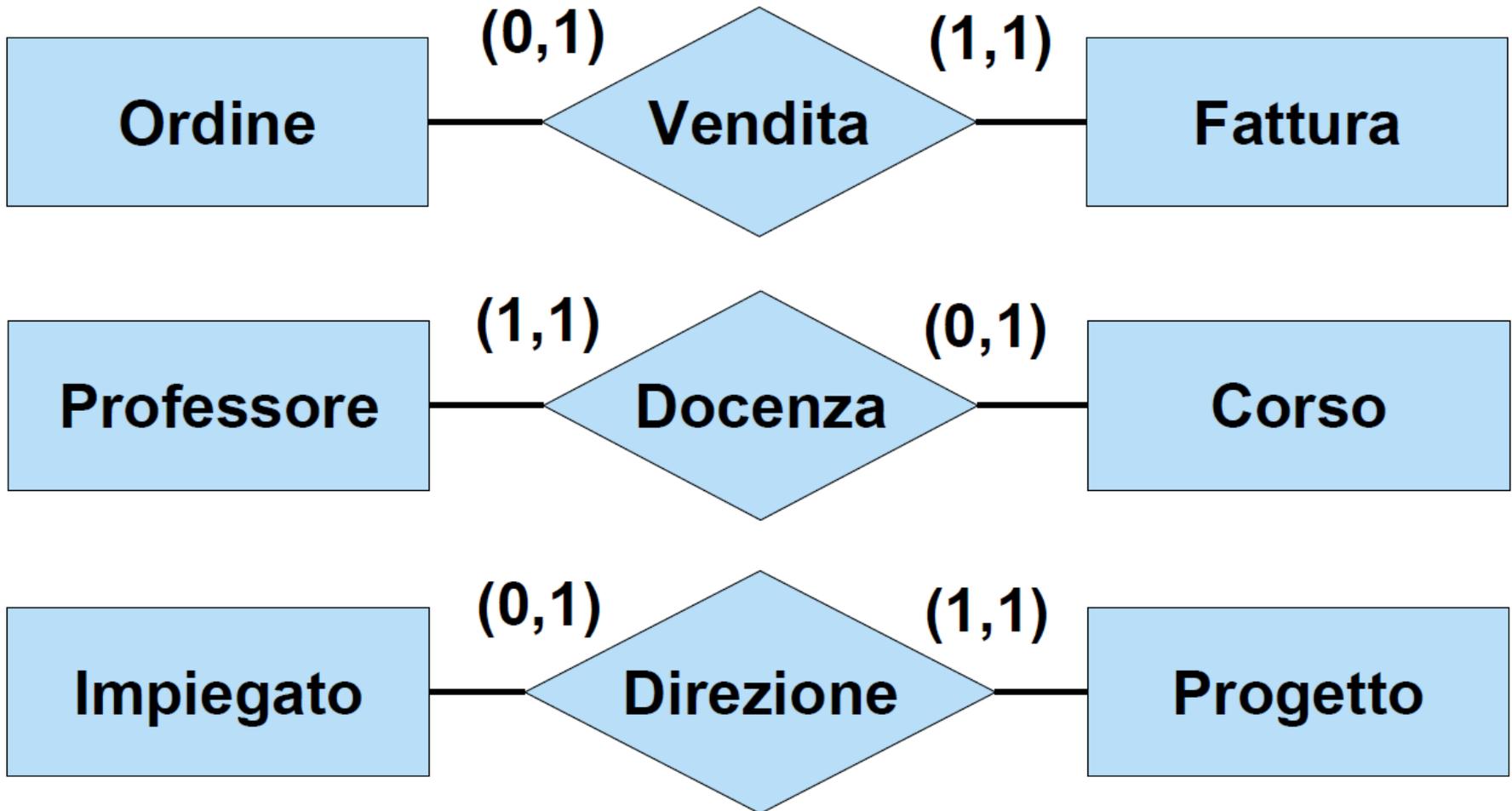
$istanze(Incarico) = \{ x, y, v, w, z \}$

$istanze(Assegnazione) = \{ (a, w), (b, v), (b, w), (c, y), (c, w), (c, z) \}$

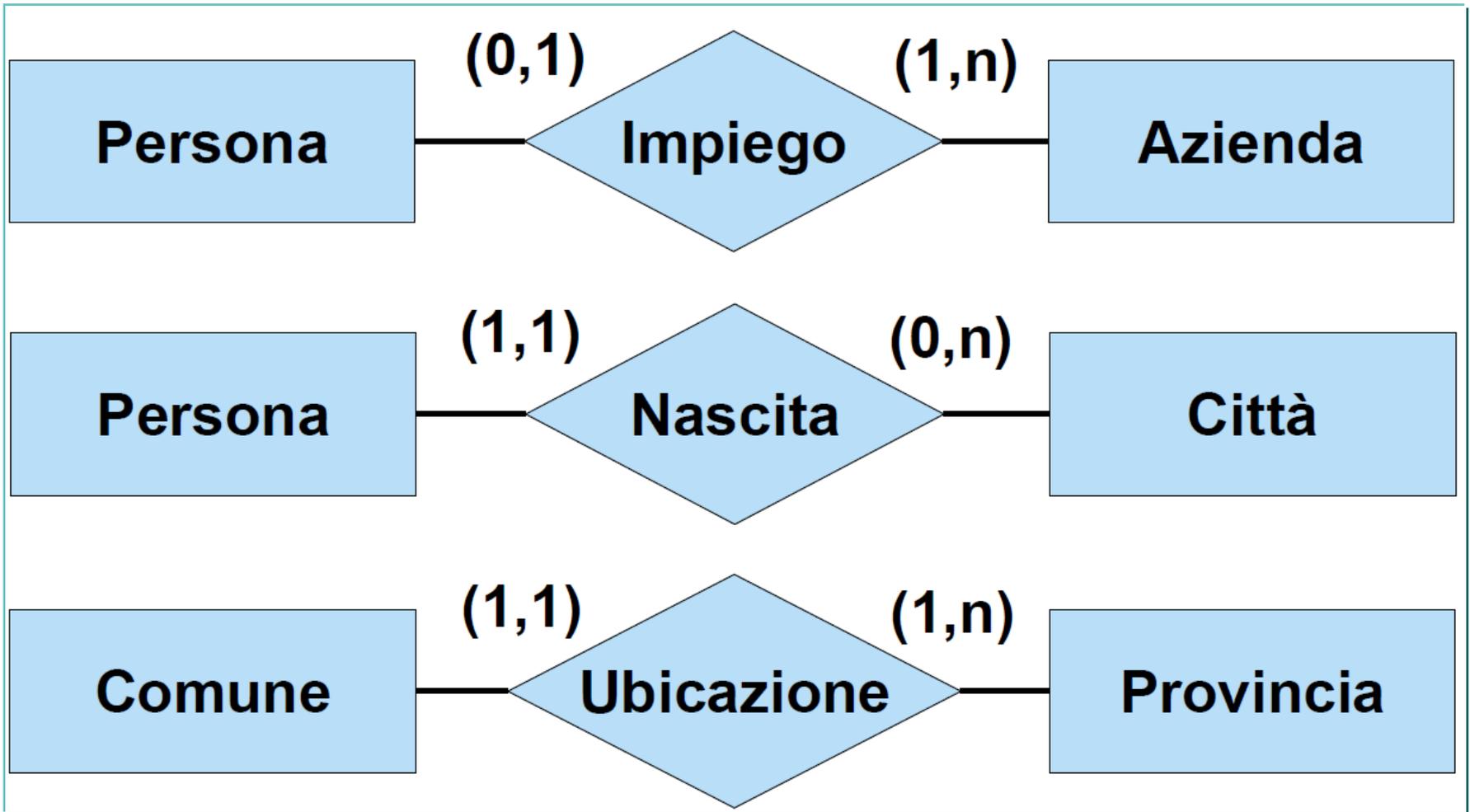
# Esempi di vincolo di cardinalità



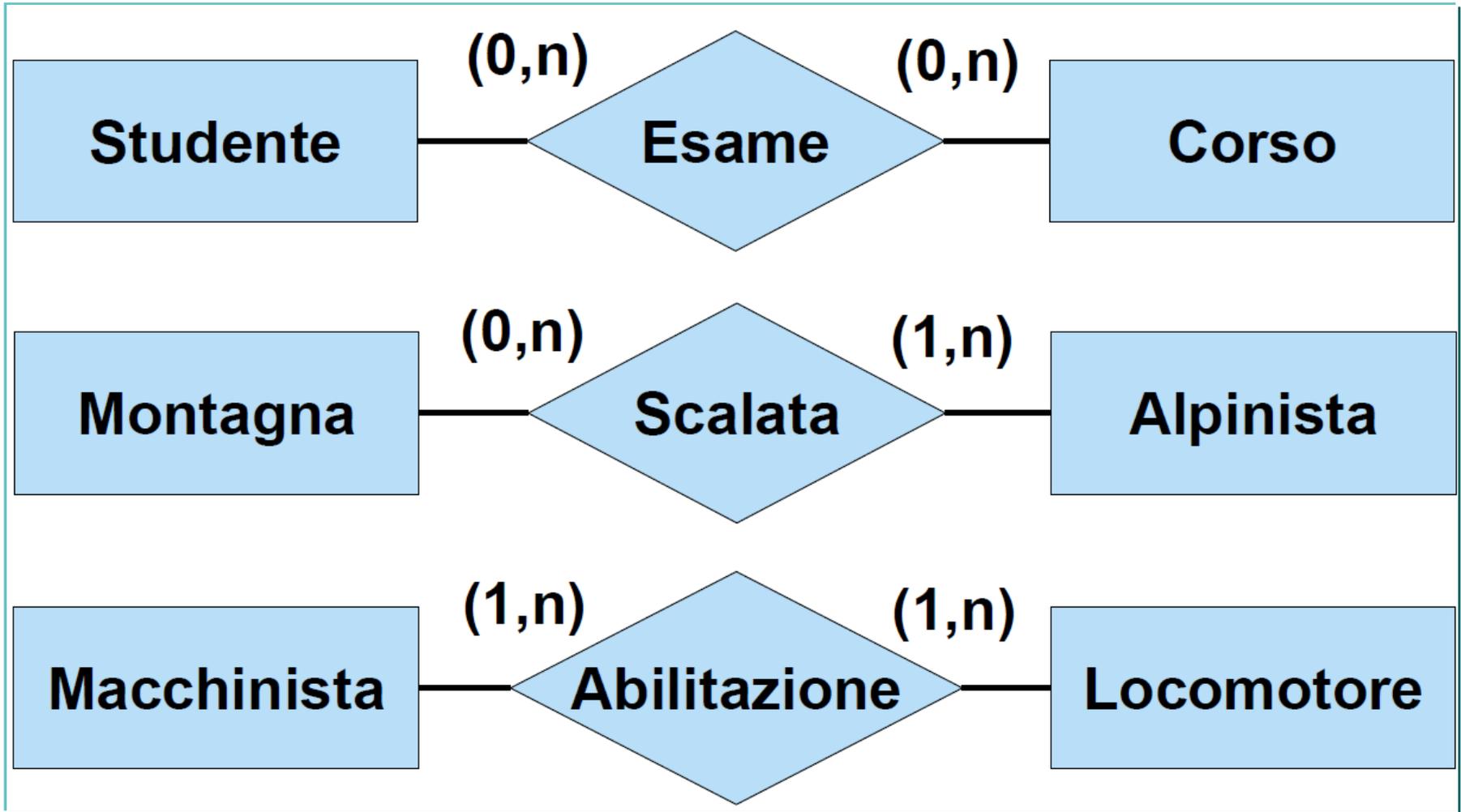
# Associazioni binarie “uno a uno”



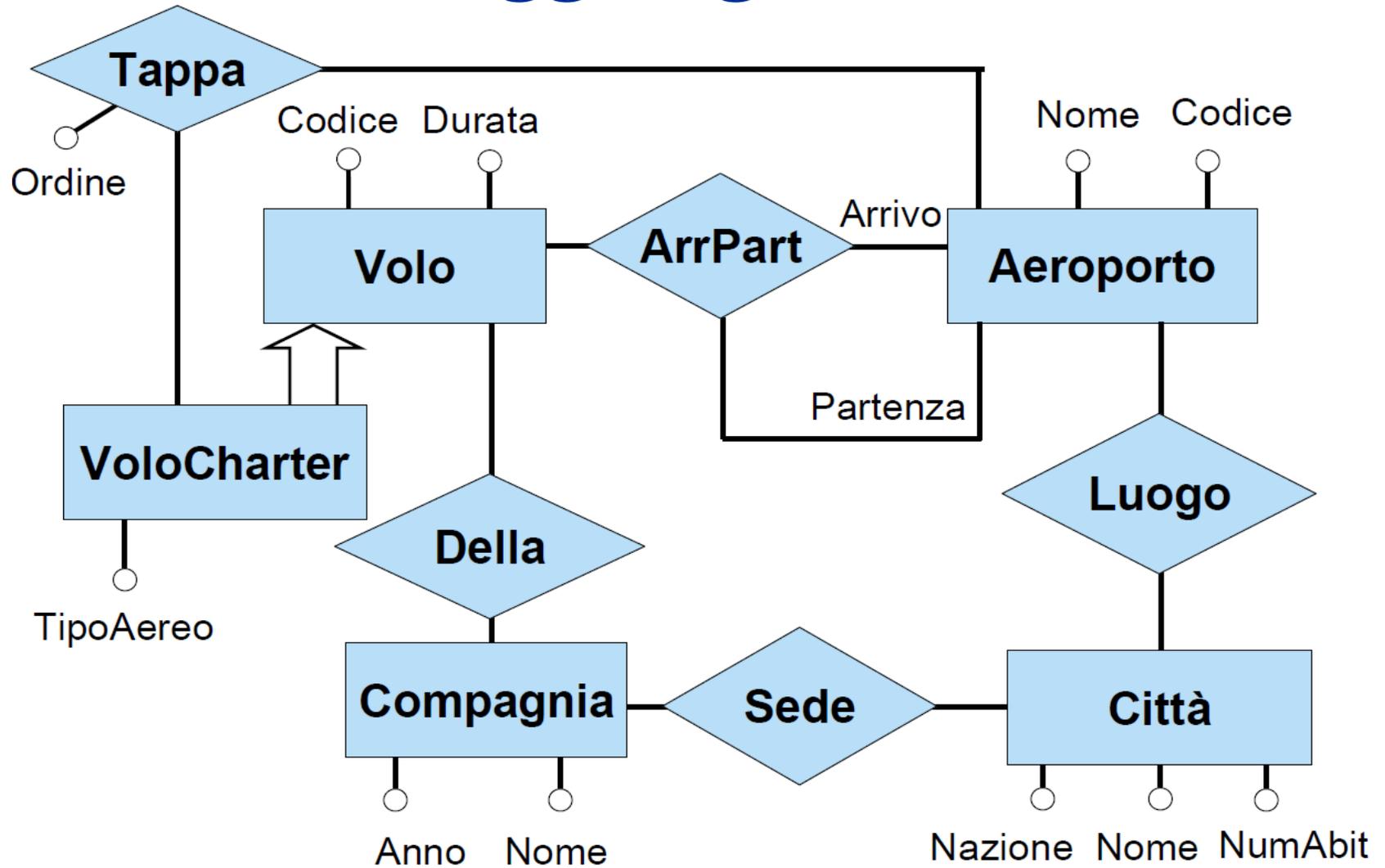
# Associazioni binarie “uno a molti”



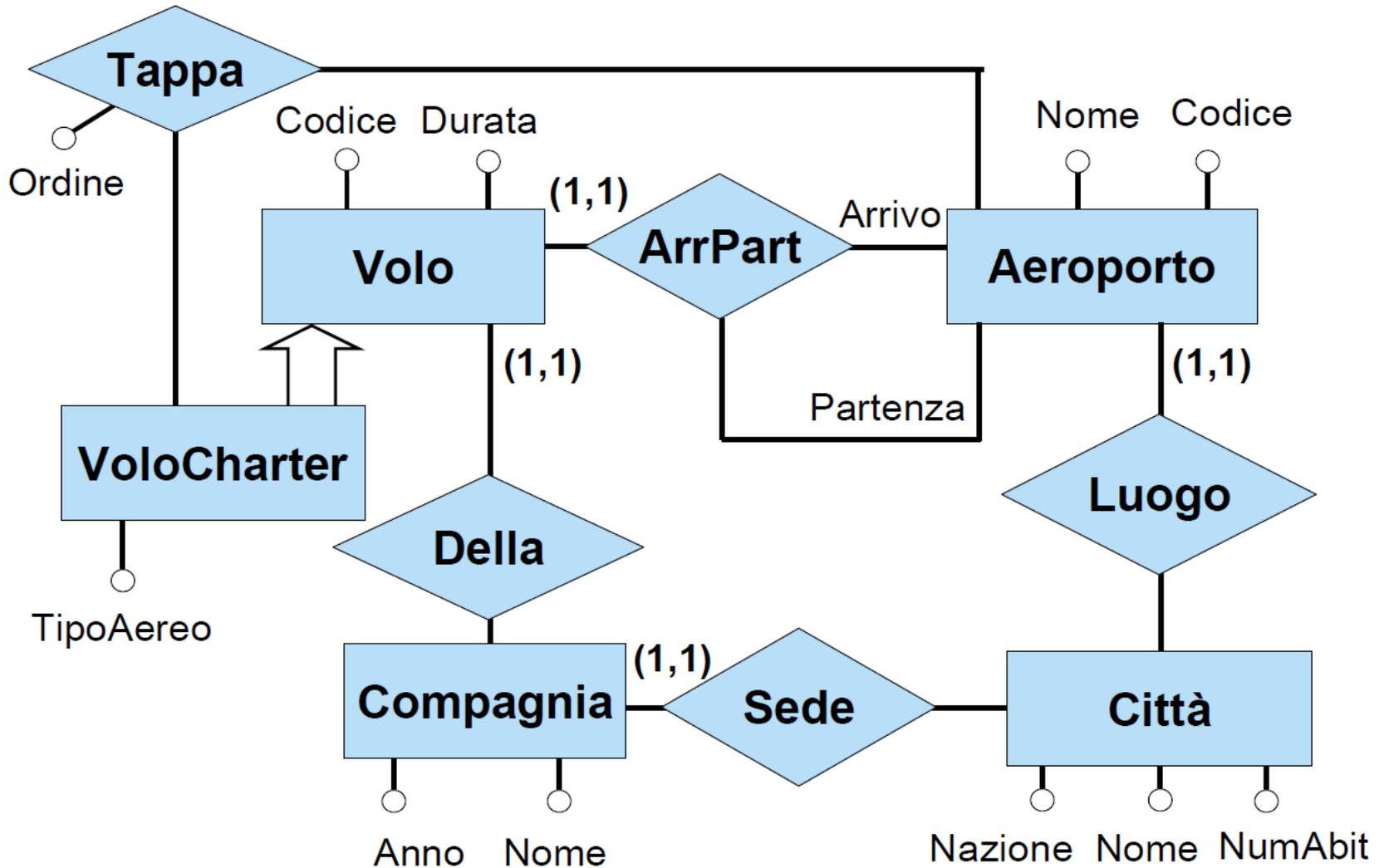
# Associazioni binarie “molti a molti”



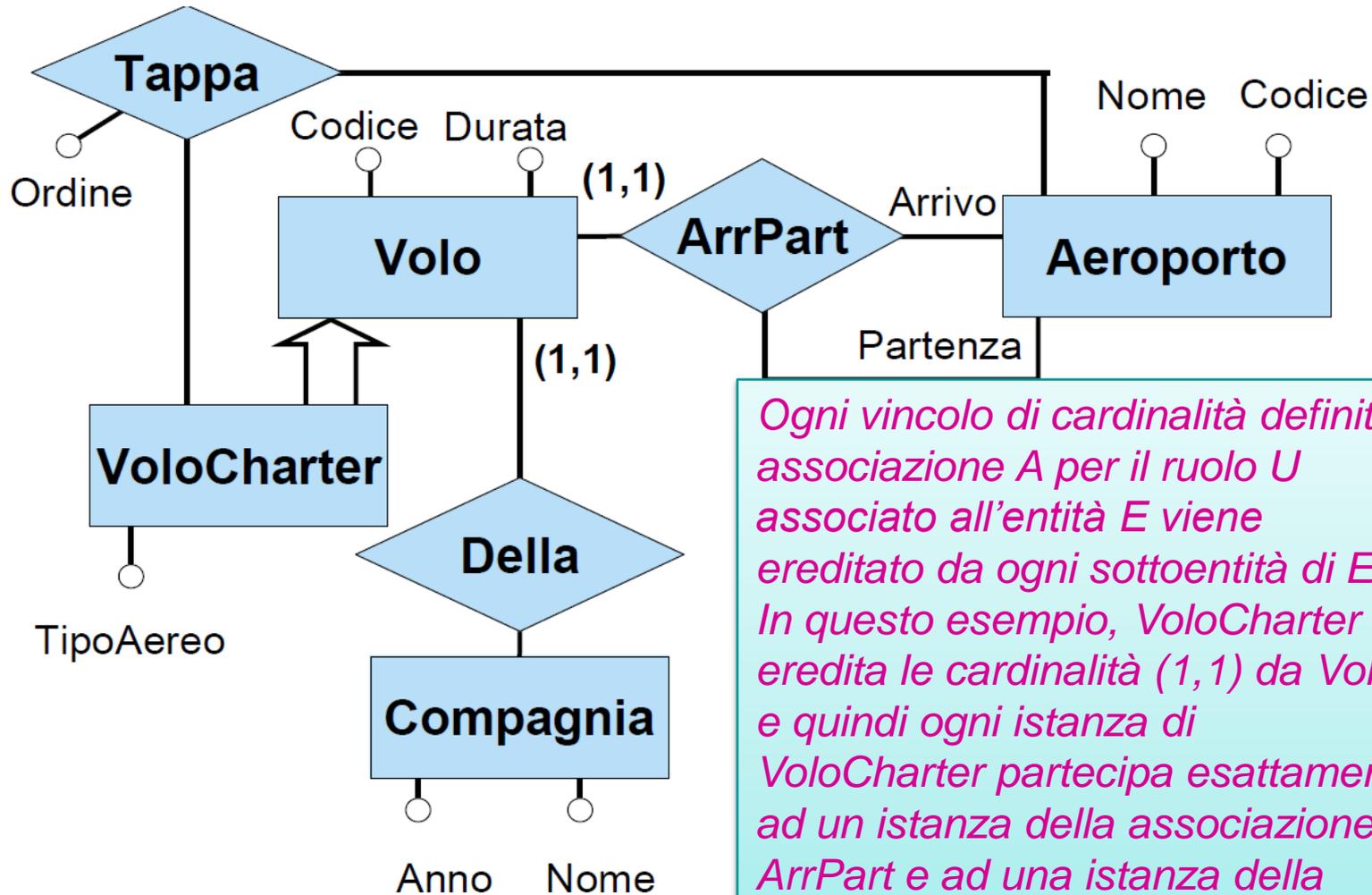
# Esercizio 8: aggiungere le cardinalità



# Esercizio 8: soluzione



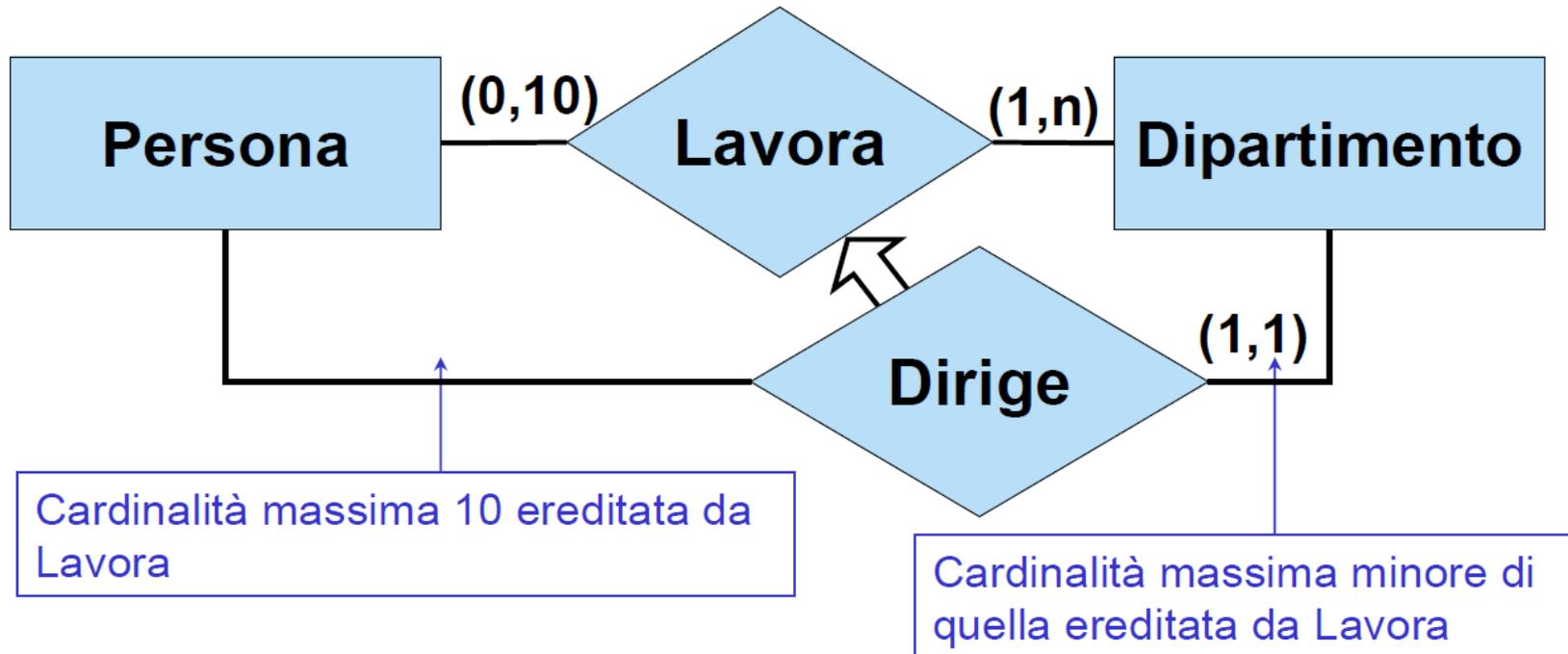
# Vincoli di cardinalità ed ereditarietà su entità



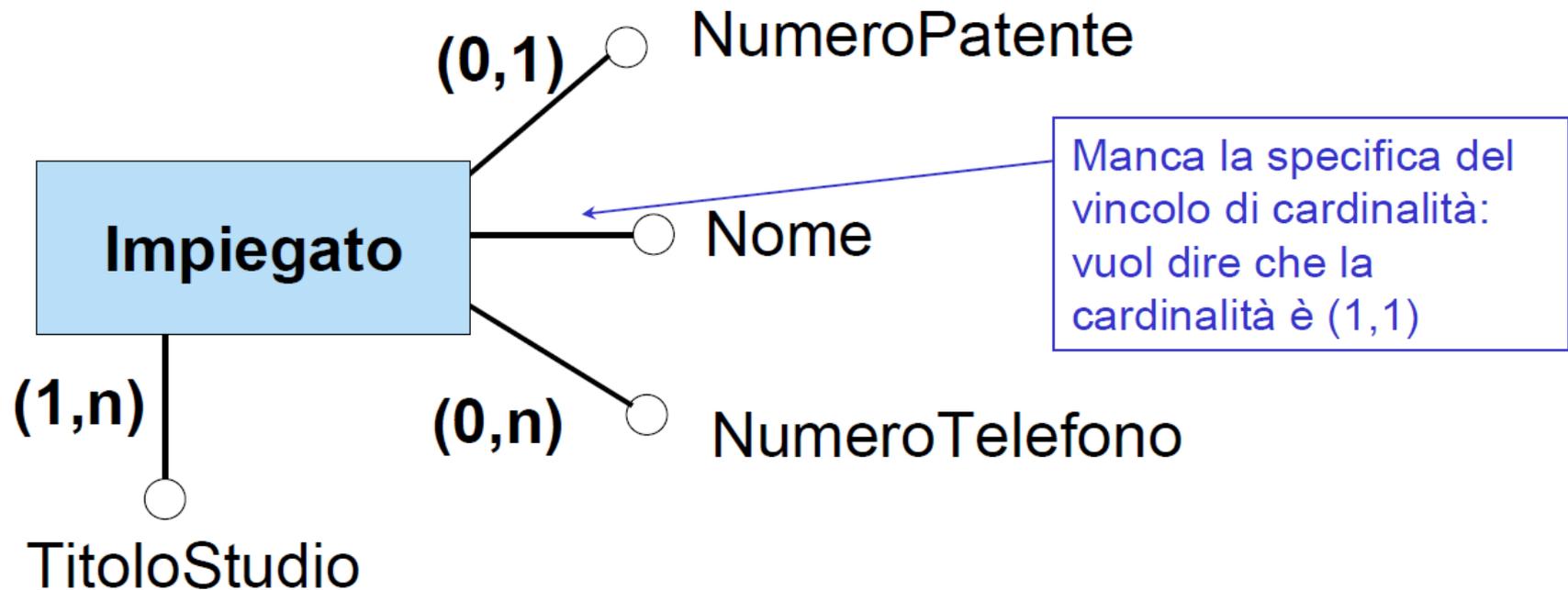
*Ogni vincolo di cardinalità definito sulla associazione A per il ruolo U associato all'entità E viene ereditato da ogni sottoentità di E. In questo esempio, VołoCharter eredita le cardinalità (1,1) da Voło, e quindi ogni istanza di VołoCharter partecipa esattamente ad un'istanza della associazione ArrPart e ad una istanza della Associazione Della.*

## Vincoli di cardinalità ed ereditarietà su associazioni

Se  $Q$  ISA  $A$ , ogni vincolo di cardinalità **massima definito sulla** associazione  $A$  (per il ruolo  $U$ ) viene ereditato dalla associazione  $Q$  (per lo stesso ruolo  $U$ ), che può però avere cardinalità massima più stringente di quella ereditata, ovvero **cardinalità massima minore**.

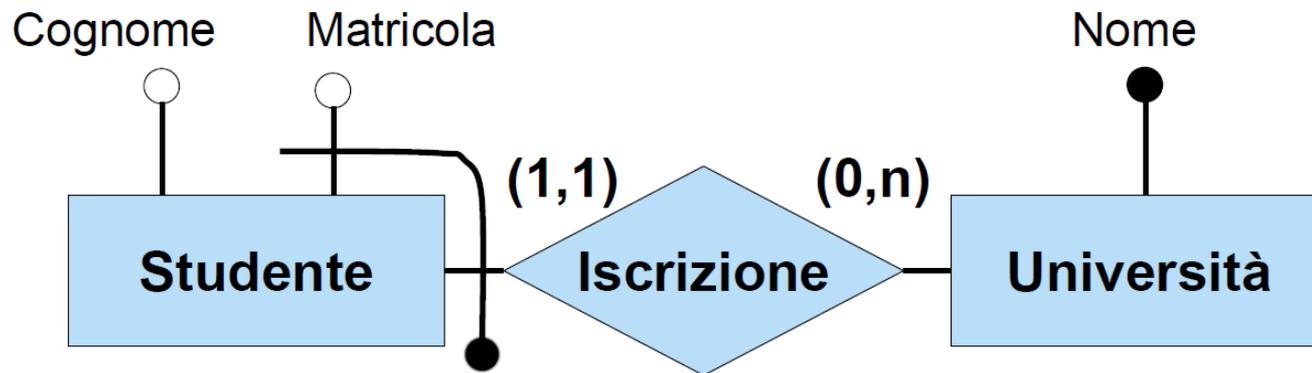
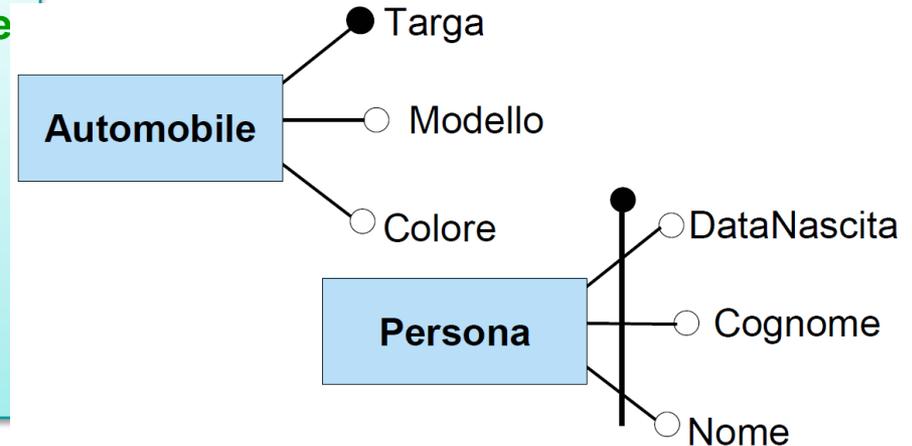


# Rappresentazione grafica dei vincoli di cardinalità sugli attributi



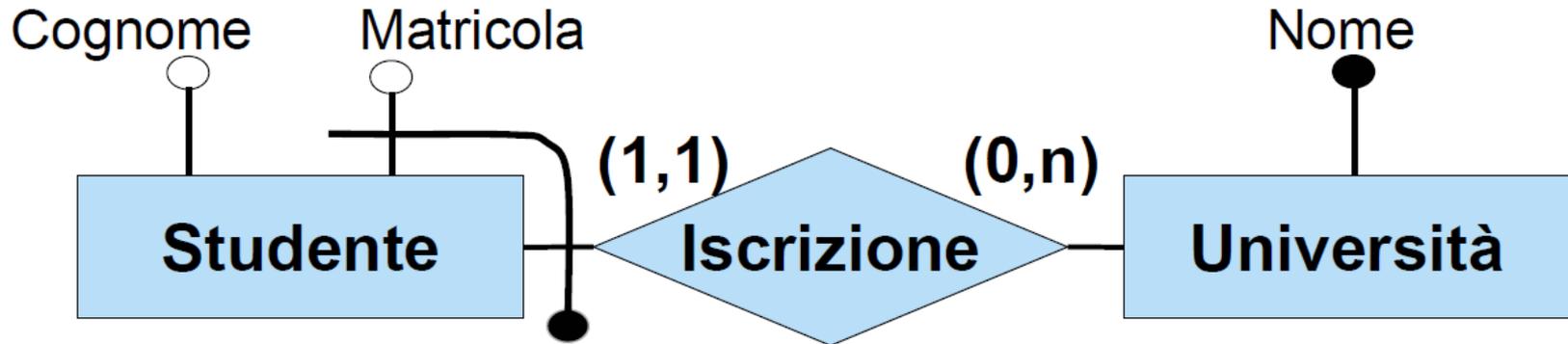
# Vincoli di identificazione di entità

- Un **identificatore** di una entità è un **insieme di proprietà** (attributi o associazioni) che permettono di identificare univocamente le istanze di un'entità. In altre parole non esistono due istanze di una data entità che assumono lo stesso valore per tutte le proprietà che formano l'identificatore.



Un'entità che ha un identificatore esterno viene detta **entità debole**.

# Identificatore esterno: livello estensionale



## Istanza I:

$istanze(Studente) = \{ a, b, c \}$

$istanze(Università) = \{ v, z \}$

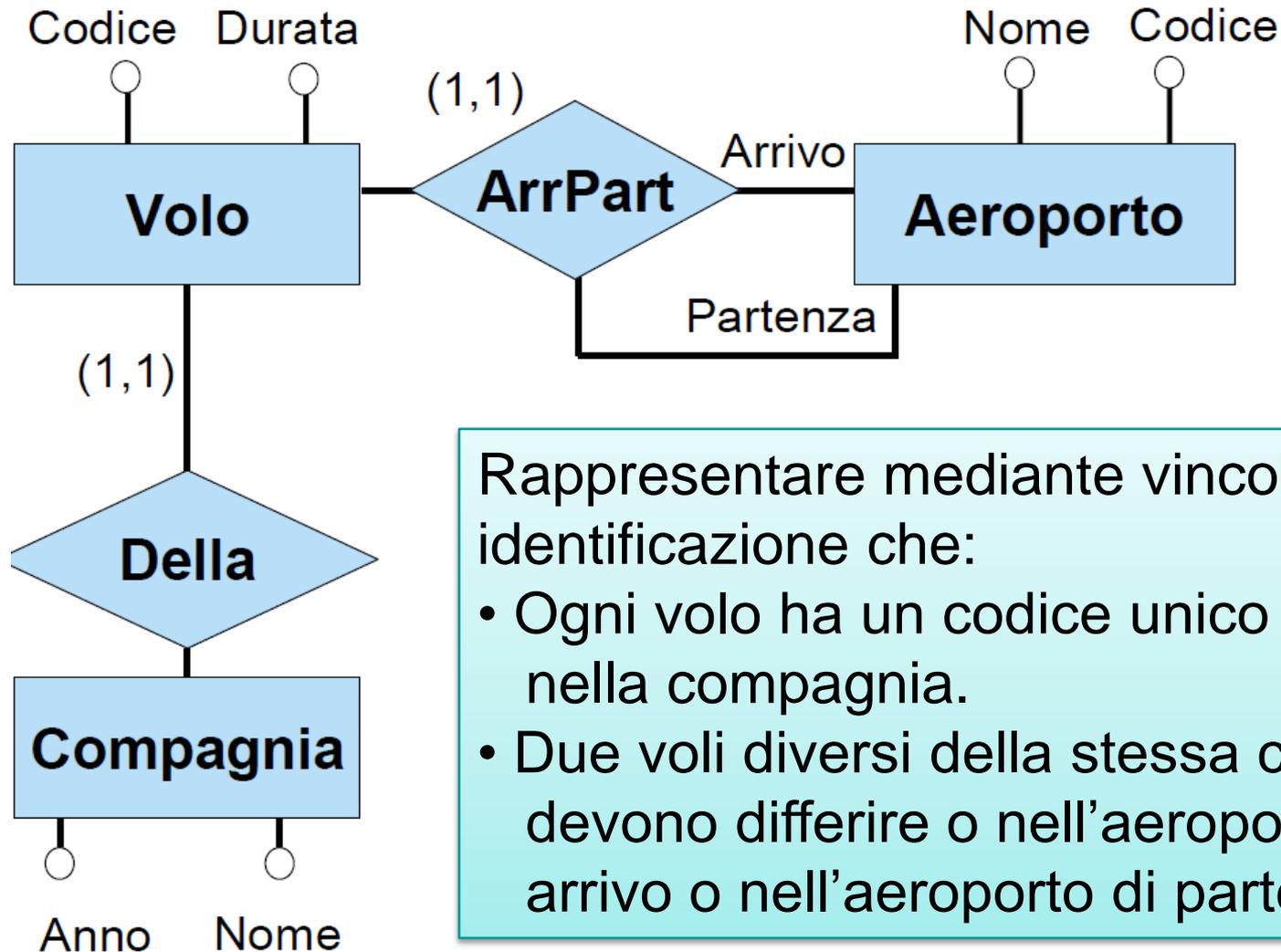
$istanze(Matricola) = \{ (a, 12), (b, 24), (c, 12) \}$

$istanze(Cognome) = \{ (a, 'Rossi'), (b, 'Finzi'), (c, 'Rossi') \}$

$istanze(Nome) = \{ (v, 'Viterbo'), (z, 'Camerino') \}$

$istanze(Iscrizione) = \{ (a, v), (b, v), (c, z) \}$

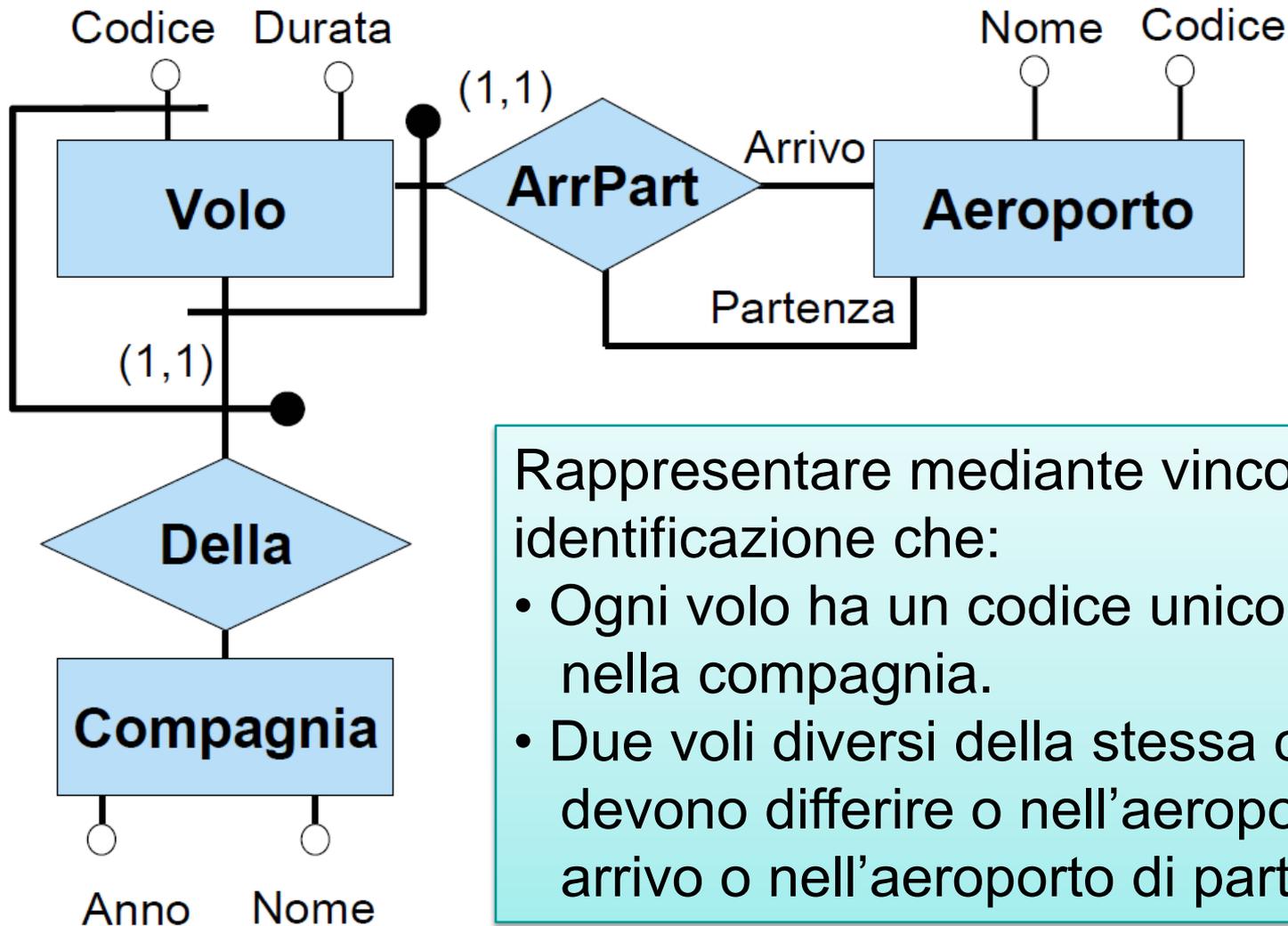
# Esercizio 9: vincoli di identificazione



Rappresentare mediante vincoli di identificazione che:

- Ogni volo ha un codice unico nella compagnia.
- Due voli diversi della stessa compagnia devono differire o nell'aeroporto di arrivo o nell'aeroporto di partenza.

# Esercizio 9: soluzione

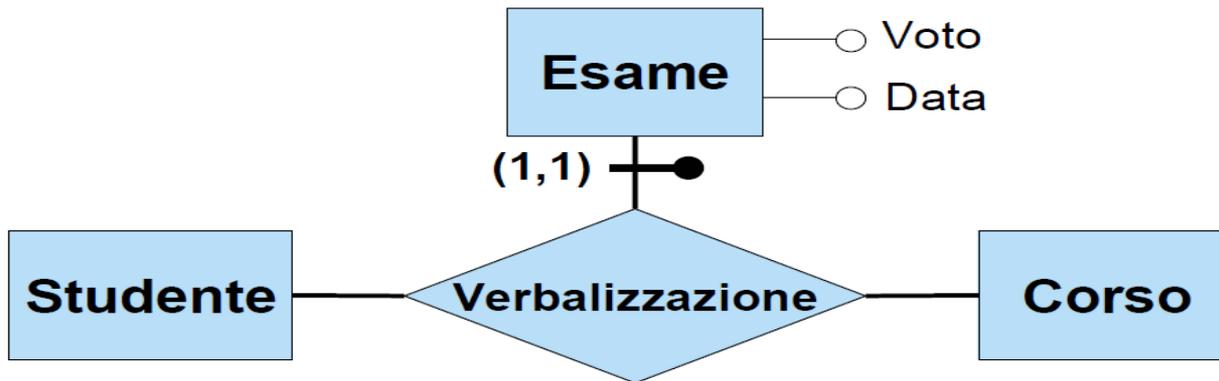


Rappresentare mediante vincoli di identificazione che:

- Ogni volo ha un codice unico nella compagnia.
- Due voli diversi della stessa compagnia devono differire o nell'aeroporto di arrivo o nell'aeroporto di partenza.

# Esempi di identificazione esterna

Un identificatore esterno può anche non comprendere attributi.



Una entità che partecipa con ruolo U e con cardinalità (1,1) ad una relazione R nella quale almeno un altro ruolo ha cardinalità massima 1, è implicitamente identificata esternamente da R tramite U. *Esempio:*



# Vincoli non esprimibili nel diagramma ER

- Gli schemi ER permettono di cogliere la maggior parte delle interrelazioni tra i dati del dominio d'interesse.
- Tuttavia alcune interrelazioni non possono essere colte direttamente da uno schema ER.
- Tali interrelazioni vanno in ogni caso tenute presenti attraverso delle asserzioni aggiuntive dette **vincoli esterni**

## Come rappresentiamo tali vincoli?

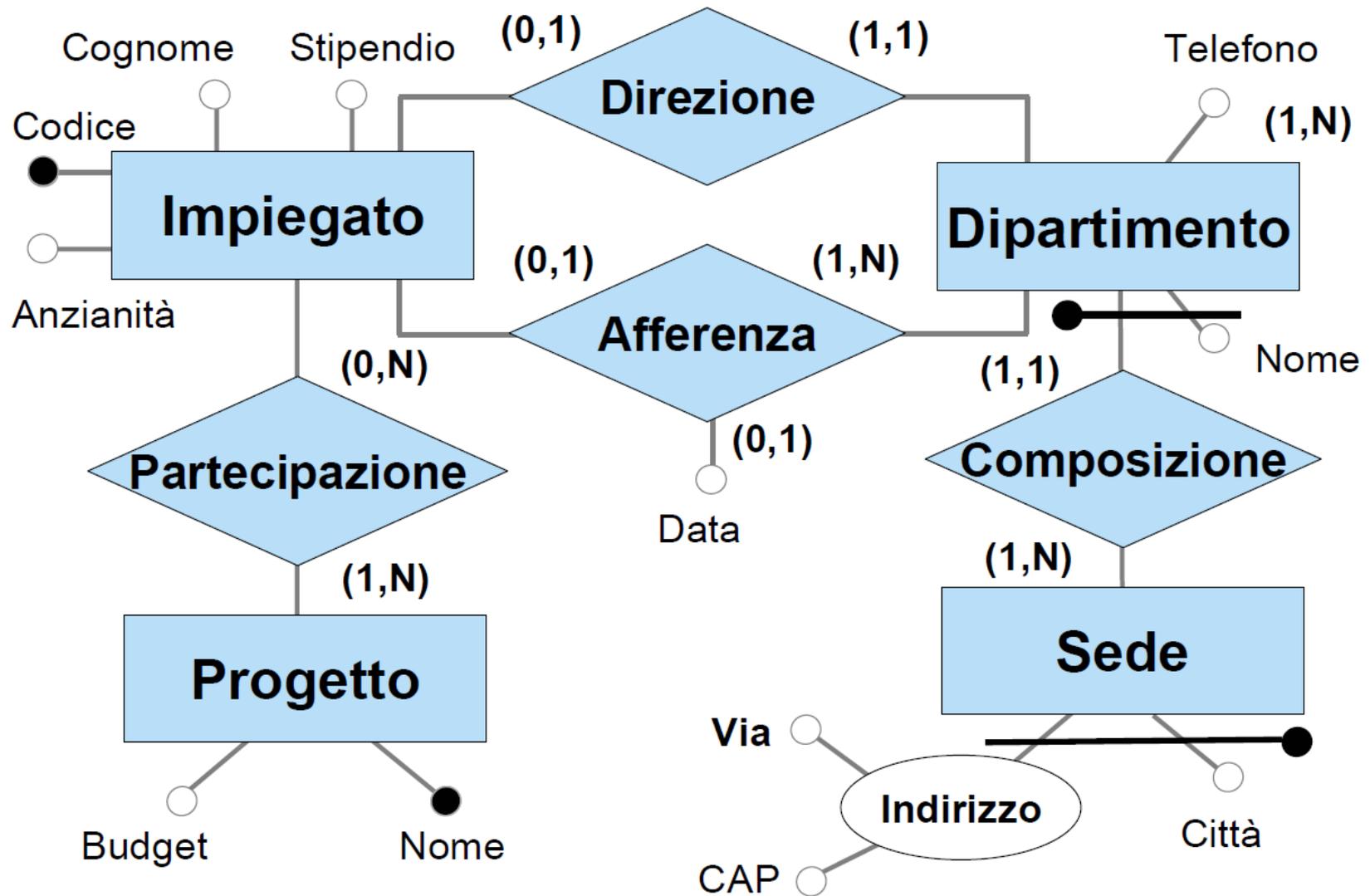
- attraverso formalismi opportuni (es, in logica matematica)
- attraverso delle asserzioni in linguaggio naturale (che devono essere il più possibile precise e non ambigue)

---

## ... con vincoli esterni

1. Il direttore di un dipartimento deve afferire a tale dipartimento da almeno 5 anni.
2. Un impiegato non deve avere uno stipendio maggiore del direttore del dipartimento al quale afferisce.
3. Un dipartimento con sede a Roma deve essere diretto da un impiegato con più di dieci anni di anzianità.
4. Un impiegato non può partecipare ad un numero di progetti maggiore di due volte il numero di dipartimenti ai quali afferisce.

# Esempio di vincoli di cardinalità e di identificazione



---

# Documentazione associata agli schemi ER

Oltre al diagramma ER, lo schema concettuale è descritto dal cosiddetto **dizionario dei dati**.

**Il dizionario dei dati**  
**è costituito dalle tabelle di:**

- entità
- associazioni
- attributi (con i loro domini)
- vincoli esterni

# Dizionario dei dati: entità

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatori
Impiegato	Dipendente dell'azienda	Codice Cognome Stipendio Anzianità	{ Codice }
Progetto	Progetti aziendali	Nome Budget	{ Nome }
Dipartimento	Struttura aziendale	Nome Telefono	{ Nome, Sede }
Sede	Sede dell'azienda	Città Indirizzo (Via, CAP)	{ Città, Indirizzo }

# Dizionario dei dati: Associazioni

Associazione	Descrizione	Componenti	Attributi
Direzione	Direzione di un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	
Afferenza	Afferenza ad un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	Data
Partecipazione	Partecipazione ad un progetto	Impiegato, Progetto	
Composizione	Composizione dell'Azienda	Dipartimento, Sede	

# Dizionario dei dati: attributi

Attributo	Entità/Associazione	Dominio	Descrizione
Codice	Impiegato	Intero	Codice identificativo di impiegati
Cognome	Impiegato	Stringa	Cognome di impiegato
Stipendio	Impiegato	Reale	Stipendio di impiegato
Nome	Progetto	Stringa	Nome del progetto
...	...	...	...

---

# Dizionario dei dati: vincoli esterni

1. Il direttore di un dipartimento deve afferire a tale dipartimento da almeno 5 anni.
2. Un impiegato non deve avere uno stipendio maggiore del direttore del dipartimento al quale afferisce.
3. Un dipartimento con sede a Roma deve essere diretto da un impiegato con più di dieci anni di anzianità.
4. Un impiegato non può partecipare ad un numero di progetti maggiore di due volte il numero di dipartimenti ai quali afferisce.

# Esercizio 10

Descrivere lo schema concettuale corrispondente ad un'applicazione riguardante un insieme di officine, facendo riferimento alle seguenti specifiche.

Delle officine interessano: nome, indirizzo, numero di dipendenti, dipendenti (almeno uno) con l'informazione su quanti anni di servizio, e direttore. Si noti che ogni officina ha uno ed un solo direttore ed ogni direttore dirige una ed una sola officina. Dei dipendenti e dei direttori interessano: codice fiscale, indirizzo, numeri di telefono e anni di anzianità. Dei direttori interessa anche l'età. Si noti che un direttore non è necessariamente un dipendente di officina (ma può esserlo). Ogni riparazione è effettuata da una ed una sola officina, e riguarda uno ed un solo veicolo. Di ogni riparazione interessano: codice (univoco nell'ambito dell'officina), ora e data di accettazione del veicolo, e, nel caso di riparazione terminata, ora e data di riconsegna del veicolo. Dei veicoli interessano: modello, tipo, targa, anno di immatricolazione, e proprietario. Ogni veicolo ha uno ed un solo proprietario. Dei proprietari di veicoli interessano: codice fiscale, indirizzo, e numeri di telefono.

# Esercizio 10: soluzione

