

# Progettazione Concettuale

## Il modello dei dati

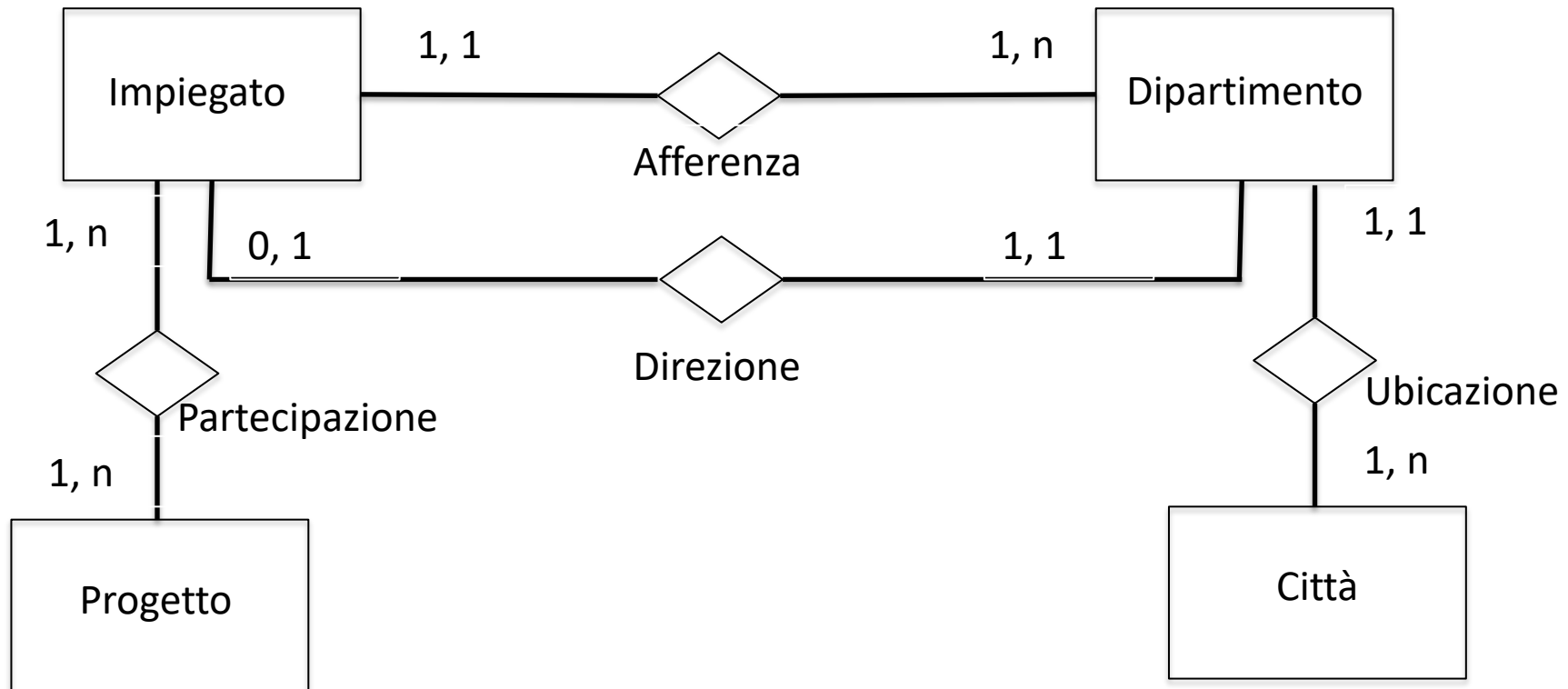
### Entità-Relazione

P. Rullo  
rullo@unical.it

# Un primo esempio di progettazione concettuale

- Una azienda è organizzata in dipartimenti (Dip)
- Ogni Dip ha un codice (chiave primaria) e un nome
- Ad ogni Dip afferiscono più impiegati (Imp), mentre un Imp afferisce ad un unico Dip
- Ogni Imp ha un codice (chiave primaria), un nome e una età
- Un Imp può essere direttore di un Dip
- Ogni Imp partecipa ad uno o più Progetti, ad ognuno dei quali partecipano più Imp
- Ogni Dip è ubicato in una Città, di cui si riportano la regione di appartenenza e la popolazione

# Un primo esempio di progettazione concettuale

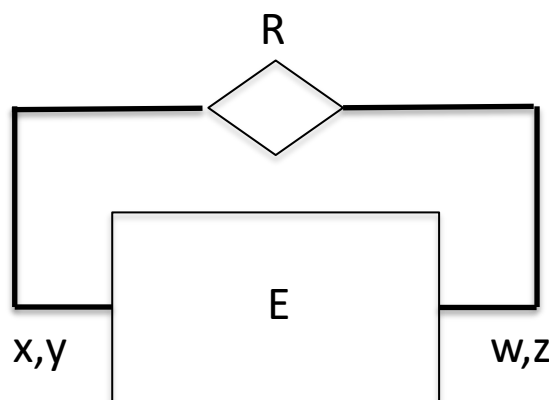


NOTA: Per completare lo schema aggiungere gli attributi

# Il modello ER - Relazioni ricorsive

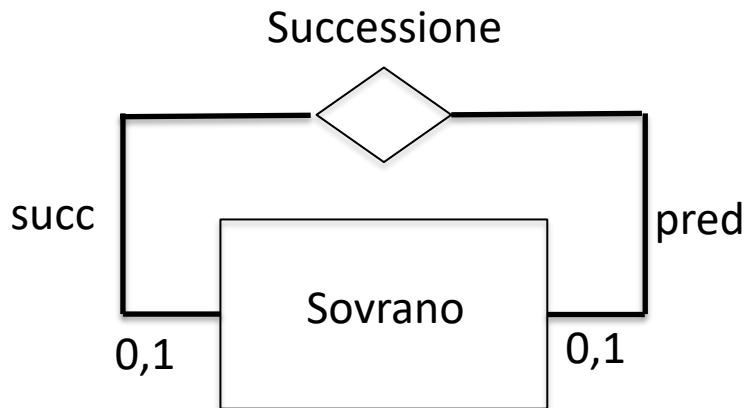
- Sono relazioni unarie tra una entità E e se stessa
- Consentono di creare legami tra le istanze di E
- Le istanze di una relazione ricorsiva R sono coppie di istanze di E

$$R \subseteq E \times E$$

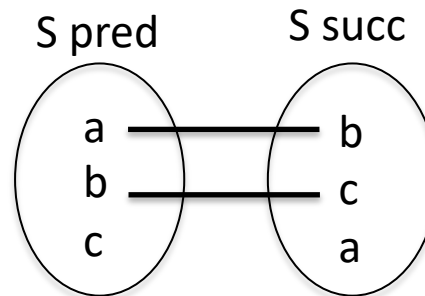


# Il modello ER - Relazioni ricorsive

- *Successione*: relazione che associa ad ogni sovrano
  - al più un sovrano quale suo successore
  - al più un sovrano sovrano quale suo predecessore
- Ruoli: *predecessore* e *successore* sono i ruoli svolti da Sovrano nella relazione
- Sovrano = {a, b, c}



a: Carlo Alberto  
b: Vittorio Emanuele II  
c: Umberto I

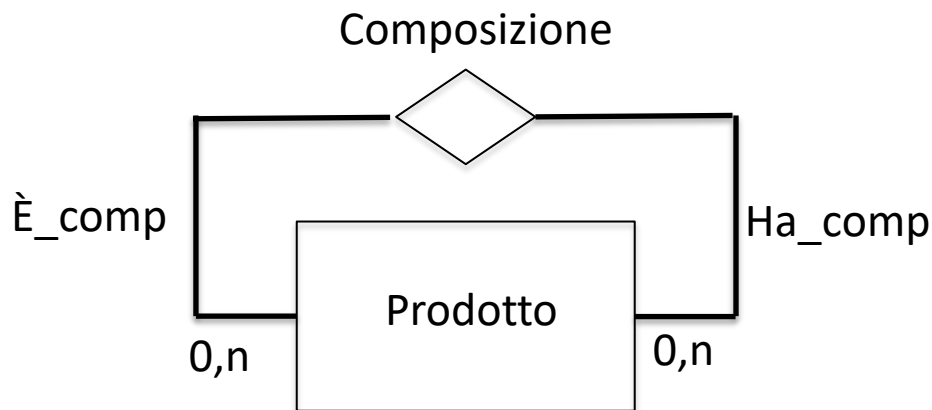


pred	succ
a	b
b	c

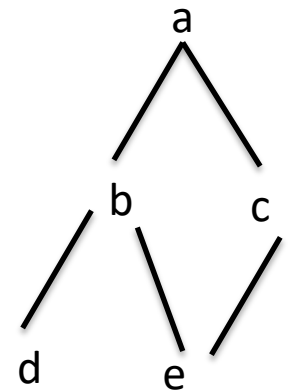
a  
|  
b  
|  
c

# Il modello ER - Relazioni ricorsive

- *Composizione*: relazione che associa ad ogni Prodotto
  - 0 o n prodotti che sono suoi componenti
  - 0 o n prodotti di cui è componente
- Ruoli: *è\_comp* e *ha\_comp* sono i ruoli svolti da Prodotto nella relazione
- $Prod = \{a,b,c,d,e\}$

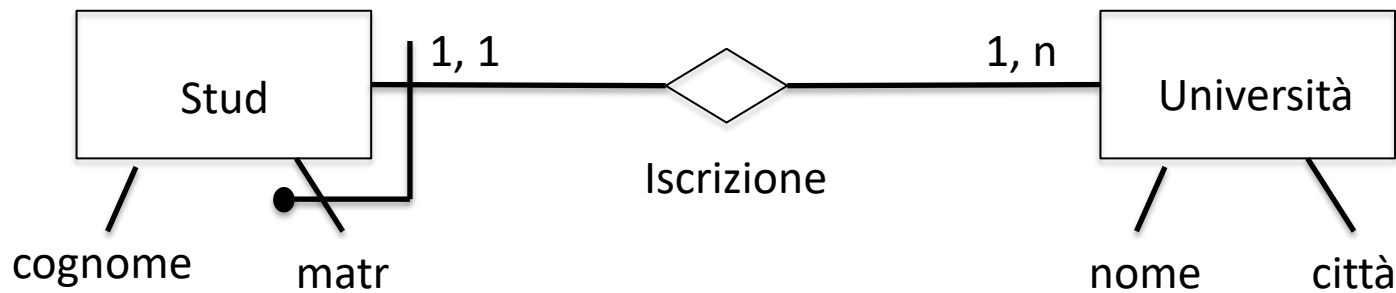


Ha_comp	E'_comp
a	b
a	c
b	d
b	e
c	e



# Il modello ER – Entità deboli

- Ogni entità E ha una chiave primaria
- Questa può essere
  - Interna: è formata solo da attributi di E
  - Composta (o esterna): comprende attributi di altre entità
- Esempio: la matricola di uno studente non è chiave primaria in quanto studenti di università diverse possono avere la stessa matricola
- Tuttavia, la combinazione (Matr + Nome) è chiave primaria, dove Nome è chiave primaria di Università
- Studente è detta entità *debole*



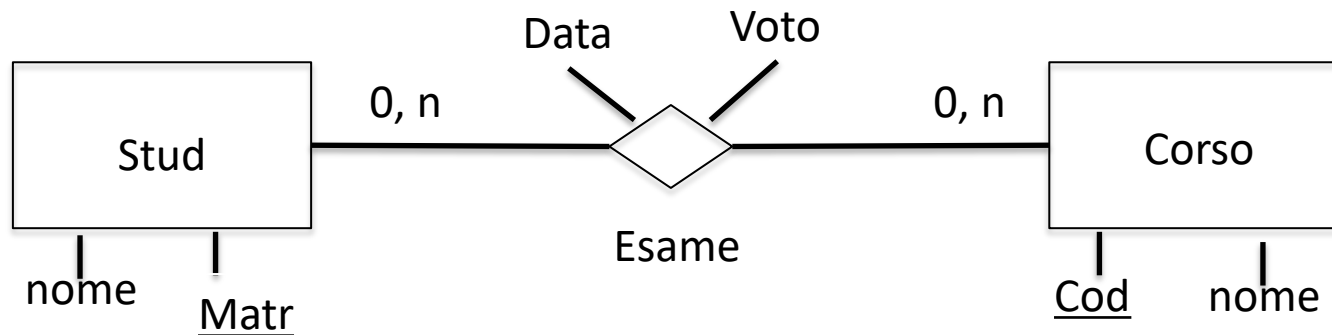
# Il modello ER - Entità deboli

- La combinazione (Matr, Nome), dove Nome è la chiave primaria di Università, è una chiave composta per Stud – essa consente di identificare univocamente ogni istanza di Stud
- NOTA: la relazione Iscrizione è di tipo 1:n e Stud sta dalla parte 1 con partecipazione obbligatoria. Questa è una condizione necessaria per poter definire una chiave composta
- Possibili istanze di Stud sono:
  - <252, Unical, Perri> lo studente dell'Unical con matr 252 si chiama Perri
  - <363, Bocconi, Tucci>



# Il modello ER - Reificazione di relazioni

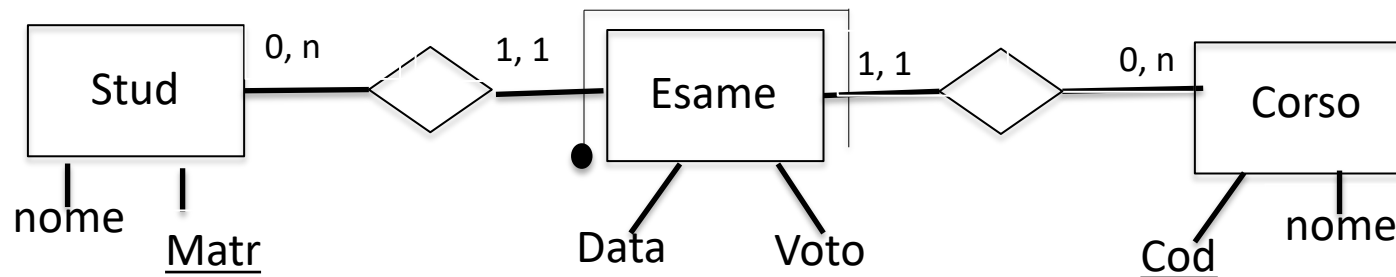
- Si consideri ancora lo schema



- Possibili istanze della relazione Esame sono:
  - $\{ \langle s1, c1, d1, v1 \rangle, \langle s2, c1, d2, v1 \rangle, \dots, \langle s3, c2, d3, v2 \rangle \}$
- Ricordiamo che non sono ammessi esami duplicati, ad es., entrambe le istanze  $\langle s1, c1, d1, v1 \rangle$  e  $\langle s1, c1, d2, v2 \rangle$  non possono coesistere

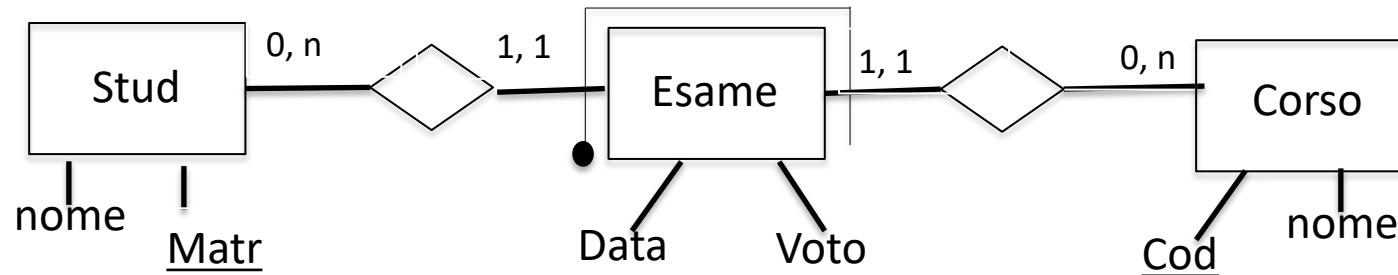
# Il modello ER - Reificazione di relazioni

- Il precedente schema può essere trasformato nel seguente schema equivalente attraverso la *reificazione* della relazione Esame



- In questo schema la relazione n:m Esame è stata sostituita dalla entità Esame, e da due relazioni 1:n
- Si noti che l'entità Esame ha come chiave primaria la chiave composta (Matr, Cod), per cui ogni istanza di Esame è univocamente individuata da una coppia <studente, corso>

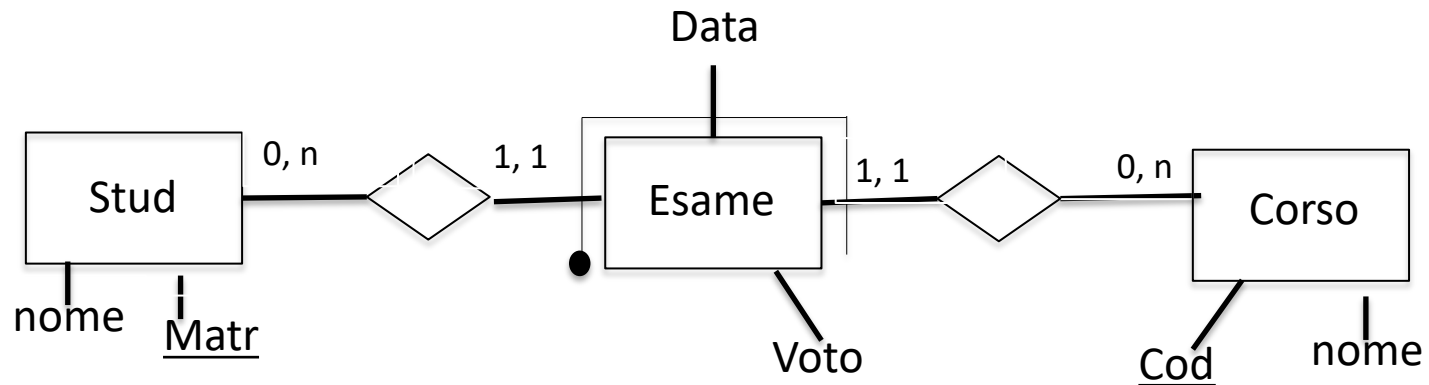
# Il modello ER - Reificazione di relazioni



- Posibili istanze della entità **Esame** sono (in rosso i valori della chiave):
  - {<**s1,c1**,d1,v1>, <**s2,c1**,d2,v1>, ..., <**s3,c2**,d3,v2>}
- Anche in questo caso non sono quindi ammessi esami duplicati, ad es., <**s1,c1**,d1,v1> e <**s1,c1**,d2,v2>
- L'entità **Esame** e la relazione **Esame** ammettono le stesse istanze

# Il modello ER - Reificazione di relazioni

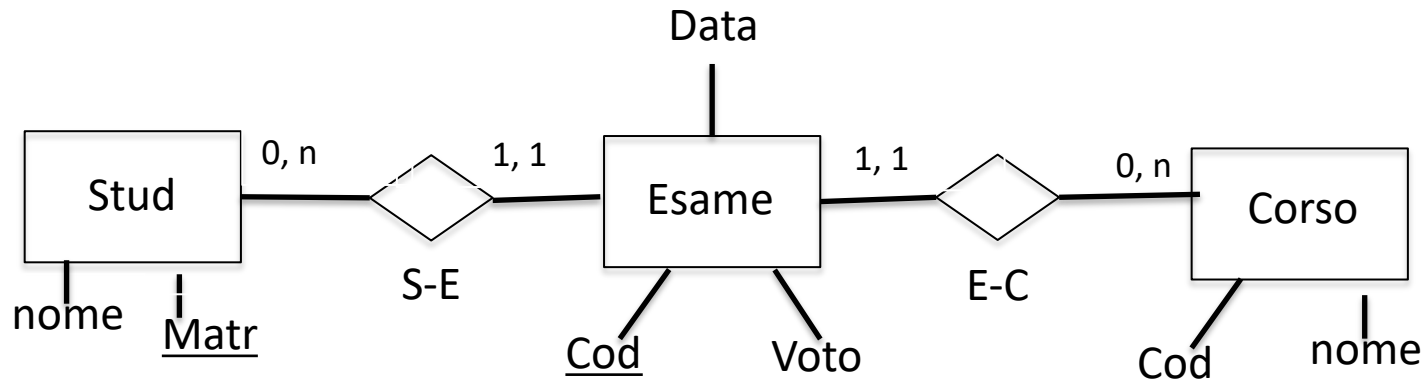
- Aggiungendo l'attributo *data* alla chiave esterna, è possibile rappresentare il fatto che uno studente ha sostenuto più volte l'esame dello stesso corso in date diverse – infatti la chiave primaria è <Matr, Cod, Data>



- Possibili istanze di Esame sono:  
 $\{ \langle s1, c1, d1, v1 \rangle, \langle s1, c1, d2, v2 \rangle, \langle s2, c1, v2, d1 \rangle, \dots, \langle s3, c2, v3, d2 \rangle \}$

# Il modello ER - Reificazione di relazioni

- Un modo alternativo per ottenere un effetto simile è quello di aggiungere un codice univoco nell'entità Esame – senza chiave composta



- L'informazione è distribuita così (in rosso valori della chiave primaria):
  - istanze di Esame:  $\{ \langle e_1, d1, v1 \rangle, \langle e_2, d2, v2 \rangle, \langle e_3, v2, d1 \rangle \dots \}$
  - Istanze di S-E:  $\{ \langle s1, e_1 \rangle, \langle s1, e_2 \rangle, \langle s2, e_3 \rangle, \dots \}$
  - Istanze di E-C:  $\{ \langle e_1, c1 \rangle, \langle e_2, c1 \rangle, \langle e_3, c2 \rangle, \dots \}$
- Leggi: lo studente s1 ha sostenuto l'esame e1 relativo al corso c1 nelle date d1 e d2 con voti v1 e v2, rispettivamente, ecc.
- NOTA: lo stesso esame può essere sostenuto più volte, anche nella stessa data

# ESERCIZIO - 1

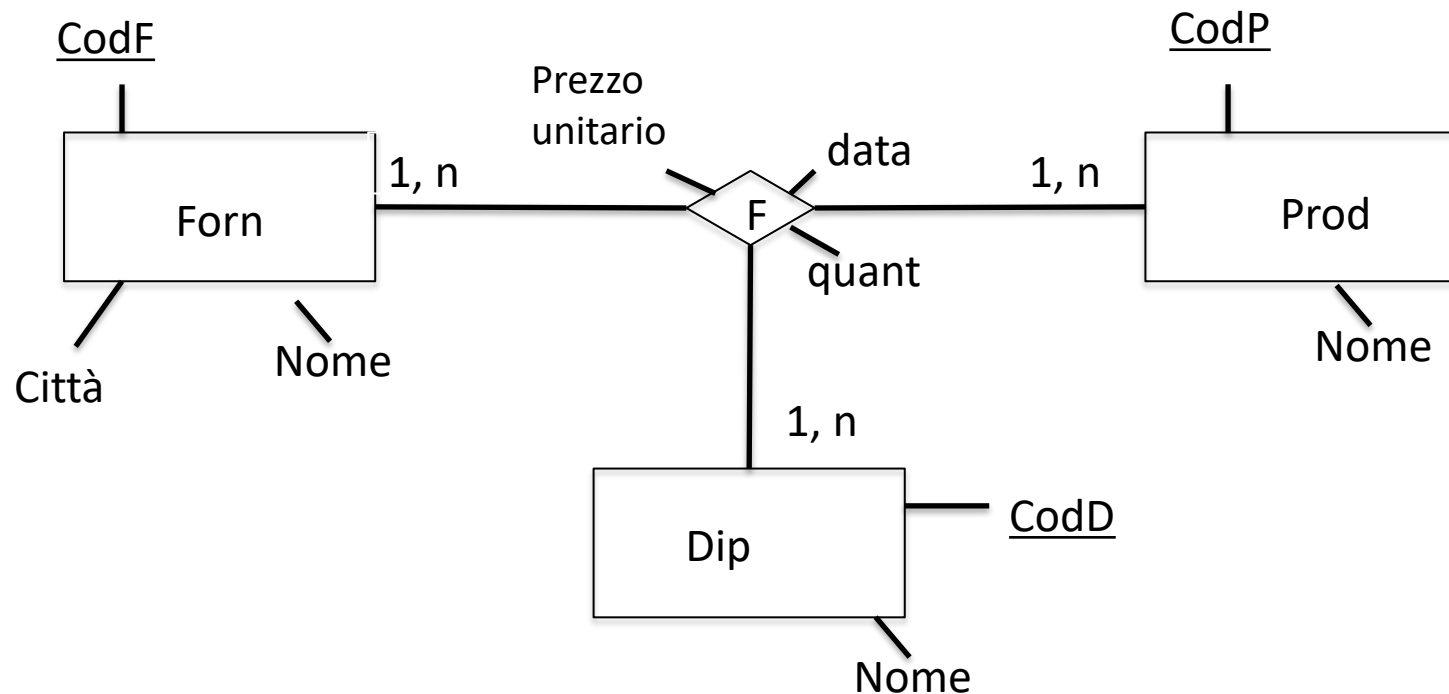
- a. Rappresentare i concetti di *Partita di calcio* e *Volo aereo* attraverso relazioni ricorsive
- una partita è caratterizzata da: squadra di casa, squadra ospite e data
  - un volo è caratterizzato da: aeroporto di partenza, aeroporto di arrivo, data e codice del volo
- Dire quali sono i limiti di tale rappresentazione
- b. Rappresentare la gerarchia di tipo *capo-subordinato* esistente tra gli impiegati di una azienda, assumendo che ogni impiegato, tranne il vertice della piramide aziendale, abbia un unico capo, e che ogni impiegato sia capo di zero o n subordinati

# ESERCIZIO - 2

- a. Reificare la relazione ricorsiva Partita di calcio
- b. Evolvere lo schema di cui al punto (a) in maniera tale che siano ammesse più partite giocate tra le stesse due squadre in date diverse
- c. Costruire uno schema ER per descrivere quanto segue:
  - i. Ogni professore afferisce ad un unico dipartimento, a partire da una certa data (afferenza attuale)
  - ii. Ogni professore nella sua carriera ha afferito a vari dipartimenti (afferenze passate)
  - iii. Relativamente al punto (ii), si assuma che un prof non possa avere più afferenze passate nello stesso dip
- d. Modificare il suddetto schema (punto c) per renderlo coerente solo con i requisiti (i) e (ii) di cui sopra – rilasciando l'assunzione (iii)

# ESERCIZIO - 3

- a. Generare, attraverso reificazione della relazione ternaria F, uno schema equivalente al seguente





# ESERCIZIO - 3

- b. Modificare lo schema ottenuto nell'esercizio 3.a per rappresentare quanto segue (una condizione alla volta):
  - i. Un fornitore può fare più forniture dello stesso prodotto allo stesso dipartimento in date diverse
  - ii. Un fornitore può fare più forniture dello stesso prodotto allo stesso dipartimento
  - iii. Un fornitore può fornire un dipartimento una sola volta (di un unico prodotto)
  - iv. Un fornitore può fornire un prodotto una sola volta
  - v. Un fornitore fornisce un unico dipartimento (di più prodotti)

# ESERCIZIO - 4

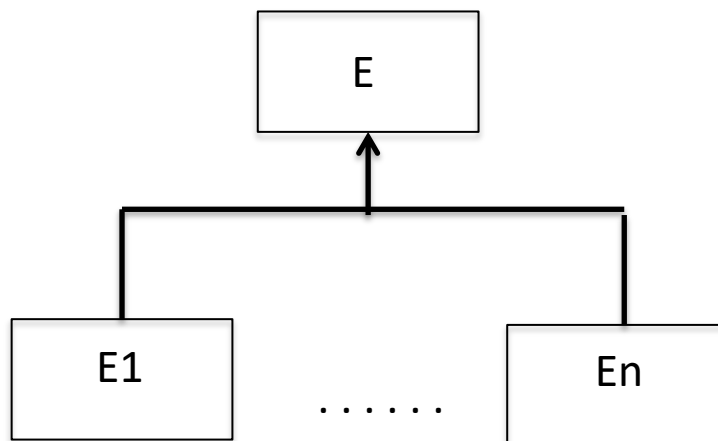
Costruire uno schema ER per descrivere quanto segue:

1. Per ogni materia esistono più corsi
2. Ogni corso è relativo ad una sola materia
3. Per ogni Corso di Studio esiste, in un dato anno accademico, al più un corso per una data materia
4. Tutti i corsi di una data materia adottano lo stesso insieme di testi consigliati

# Il modello ER - Generalizzazione

- E' un legame logico tra
  - una entità E, detta genitore
  - un insieme di entità E1, ..., En, dette figlie
- L'entità E è una *generalizzazione* di E1, ..., En, che sono *specializzazioni* di E, in quanto ogni istanza di Ei è una istanza di E, cioè

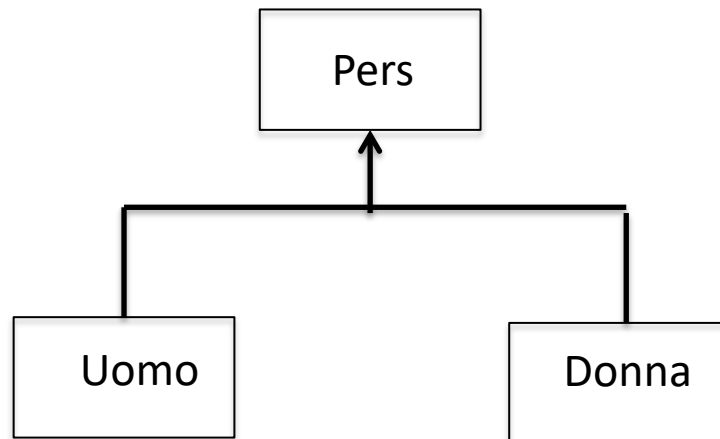
$$E_i \subseteq E, \text{ per } i = 1, n$$



La generalizzazione è  
un costrutto derivato

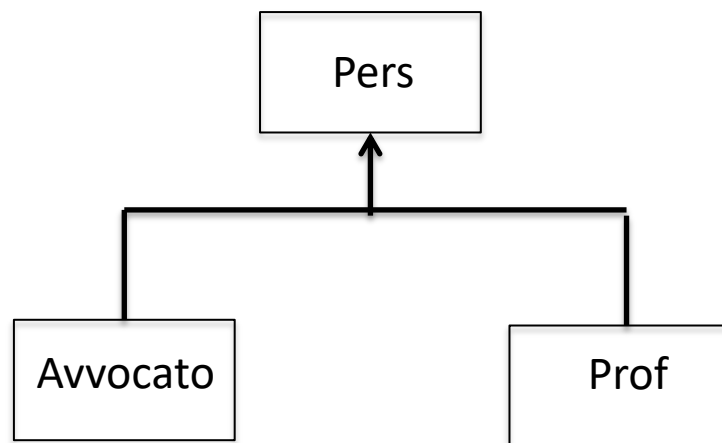
# Il modello ER - Generalizzazione

- Persona è una generalizzazione di Uomo e Donna
- Infatti ogni Uomo è una Persona, ed ogni Donna è una Persona  
 $Uomo \subseteq Pers$ ,  $Donna \subseteq Pers$
- Siccome  $Uomo \cup Donna = Pers$ , tale generalizzazione è detta *totale*
- Inoltre, siccome ogni persona o è un uomo o è una donna (OR esclusivo), cioè,  $Uomo \cap Donna = \phi$ , la generalizzazione è detta *disgiunta*



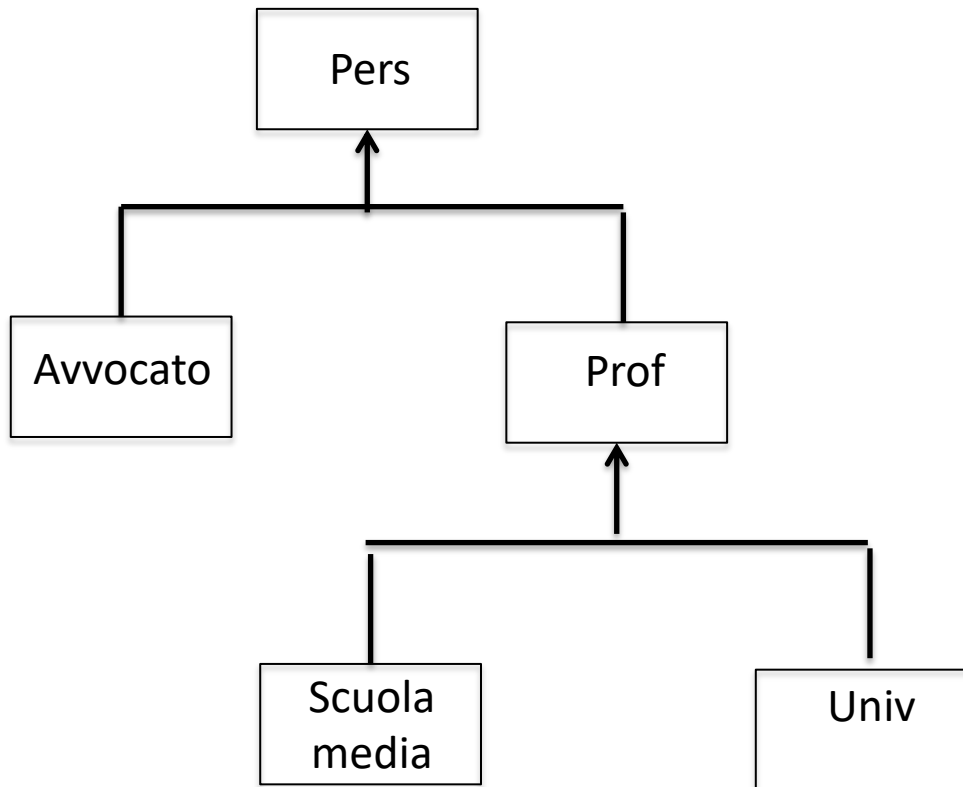
# Il modello ER - Generalizzazione

- Una generalizzazione non totale è detta *parziale*
- Ad es., la seguente generalizzazione è parziale, in quanto ci sono persone che non sono nè avvocati nè professori
$$Avv \cup Prof \subset Pers$$
- Inoltre, è *sovrapposta* (non disgiunta) in quanto ci sono avvocati che sono anche professori,  $Avv \cap Prof \neq \phi$



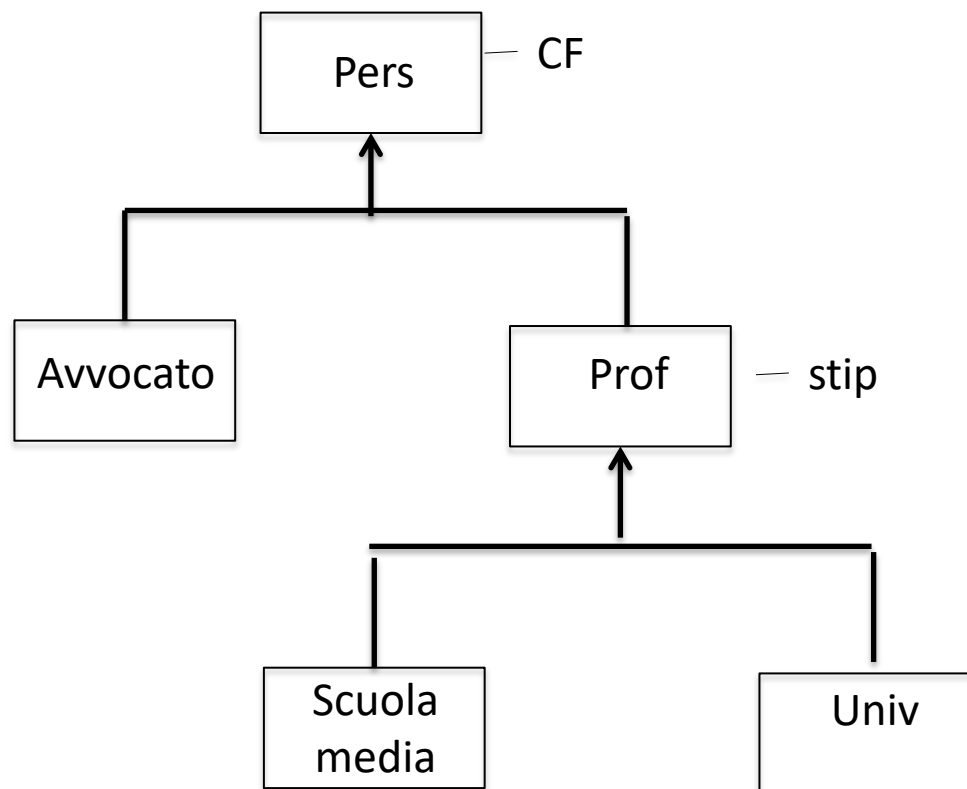
# Il modello ER - Generalizzazione

- Generalizzazione a più livelli



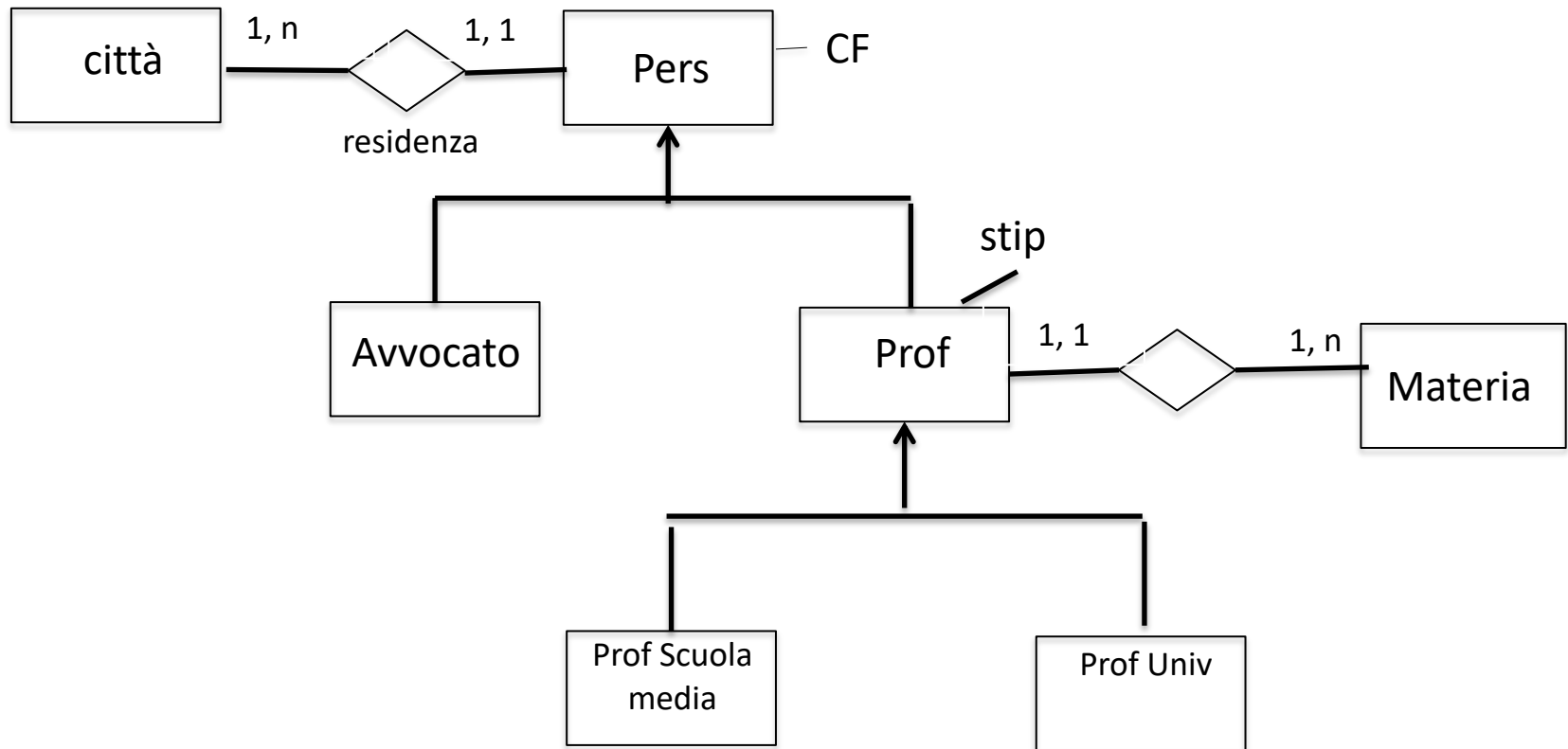
# Il modello ER - Generalizzazione

- Propagazione degli attributi (dall'alto in basso)
  - Tutte le entità hanno un CF– persone, avvocati, professori, ecc.
  - Tutti I prof hanno uno stipendio



# Il modello ER - Generalizzazione

- Propagazione delle associazioni (dall'alto in basso)
  - Tutte le entità hanno una città di residenza – persone, avvocati, professori, ecc.
  - Tutti i prof sono specializzati in una materia

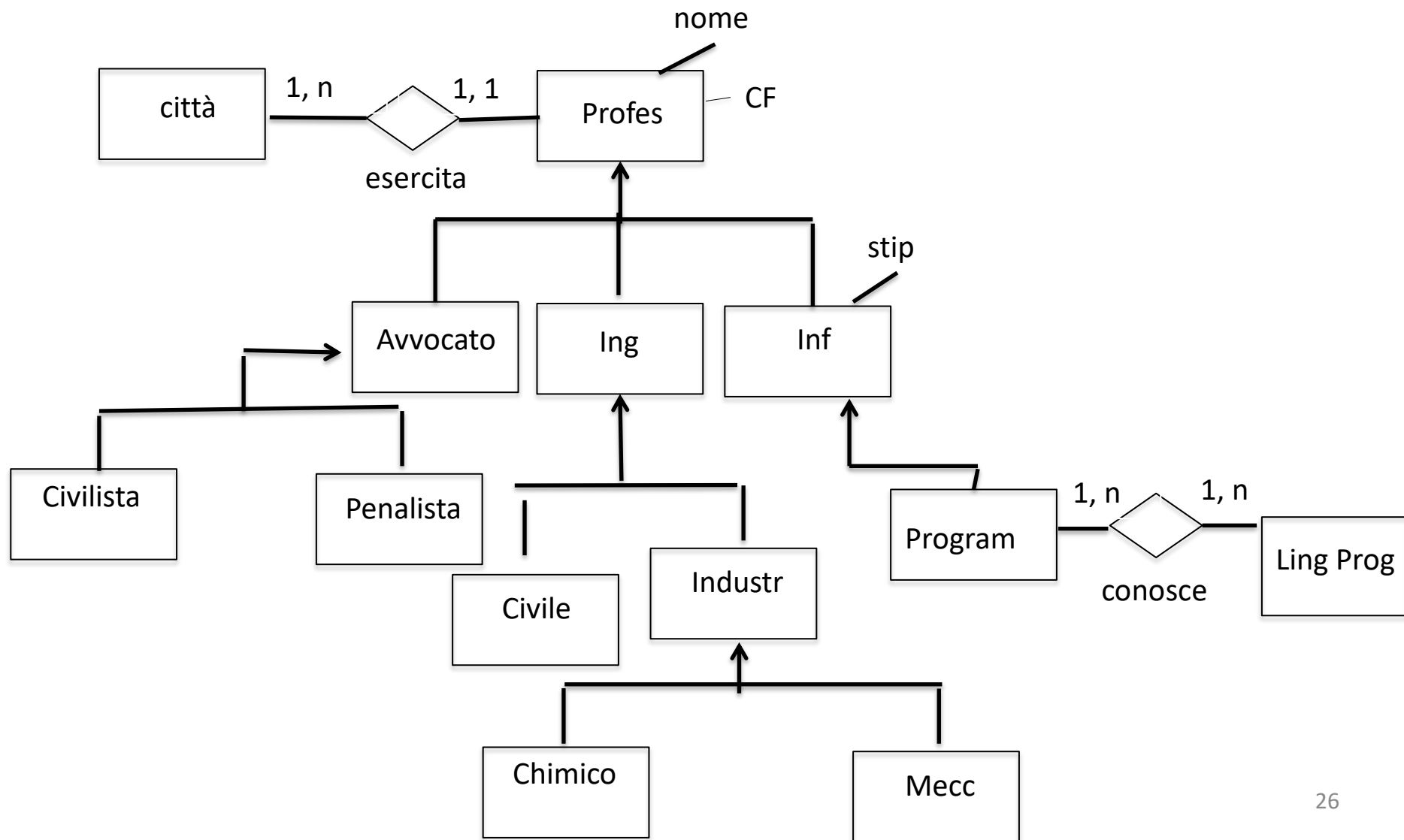




# Il modello ER - Generalizzazione

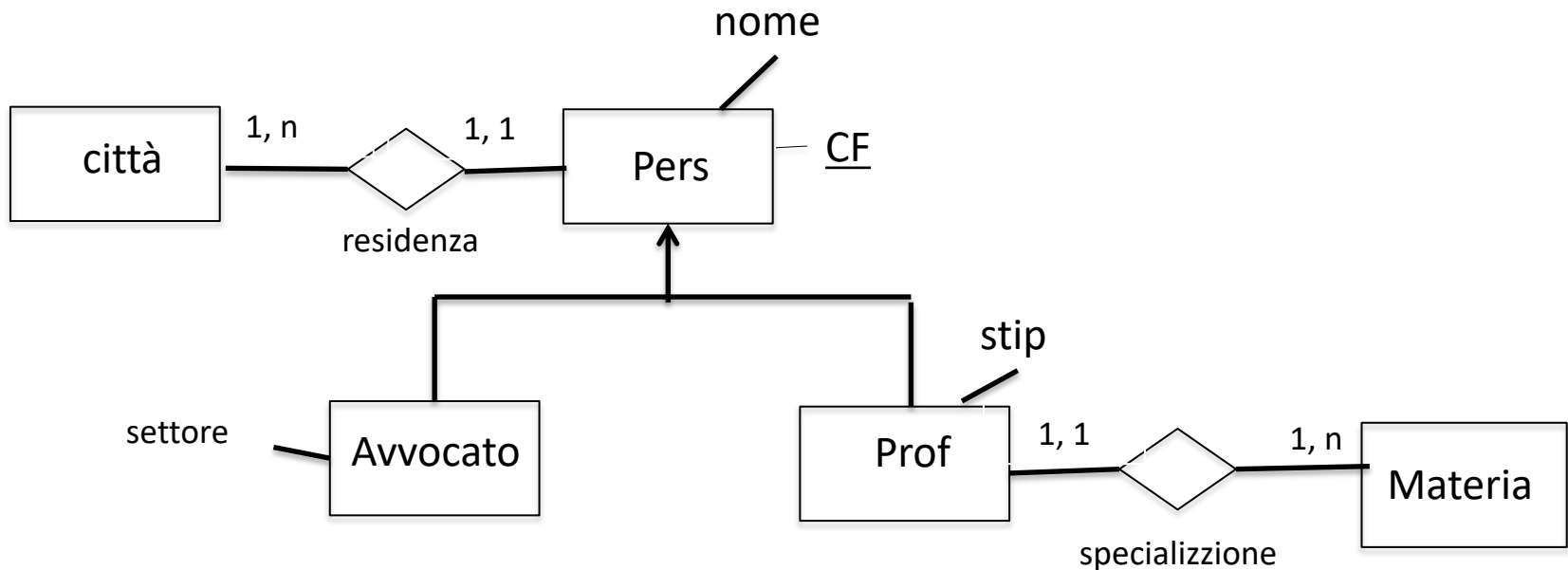
- Un professionista è un avvocato, un ingegnere o un informatico
- Un avvocato è un civilista o un penalista
- Un ingegnere è civile o industriale, e un ingegnere industriale è meccanico o chimico
- Un informatico può essere un programmatore
- Un programmatore conosce un certo numero di linguaggi di programmazione
- Ad ogni professionista è associata la città in cui esercita la professione

# Il modello ER - Generalizzazione



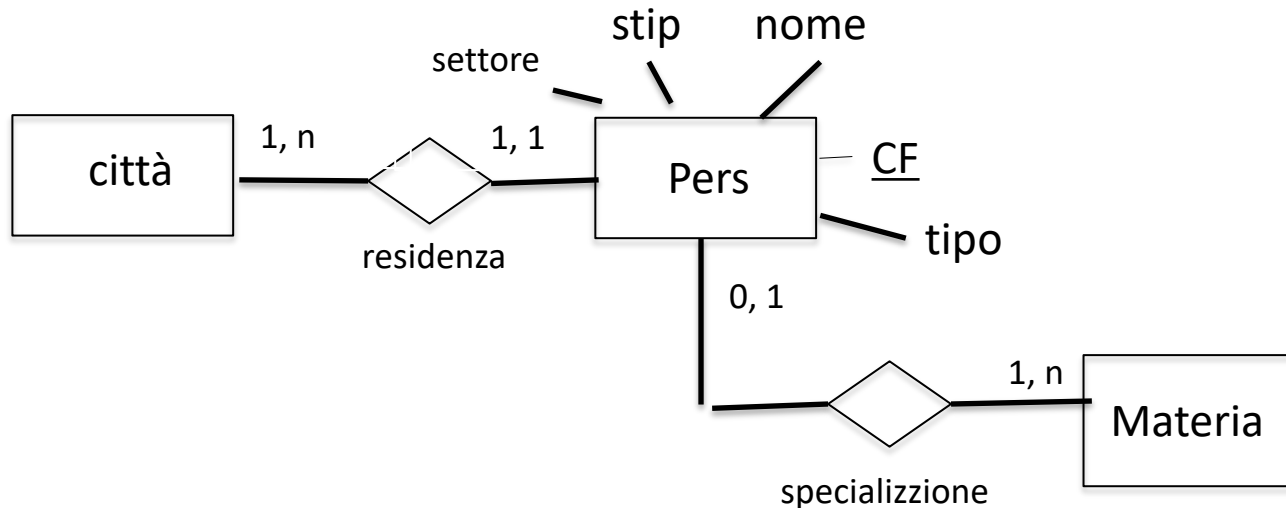
# La generalizzazione è un costrutto derivato

- La generalizzazione può essere espresso in termini dei costrutti di base del modello ER



# La generalizzazione è un costrutto derivato

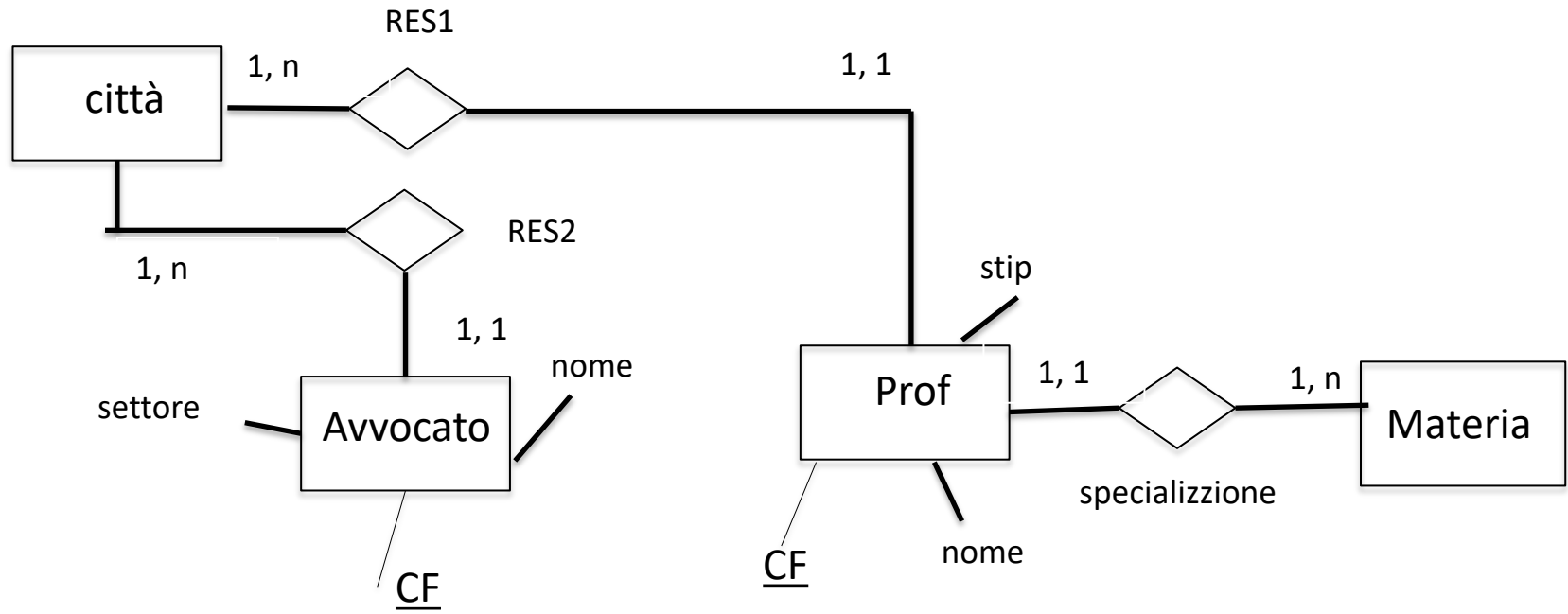
## 1) Accorpamento delle figlie nel genitore



- Scompaiono le entità figlie le cui istanze vengono immerse nel genitore
- L'associazione con *Materia* diventa opzionale

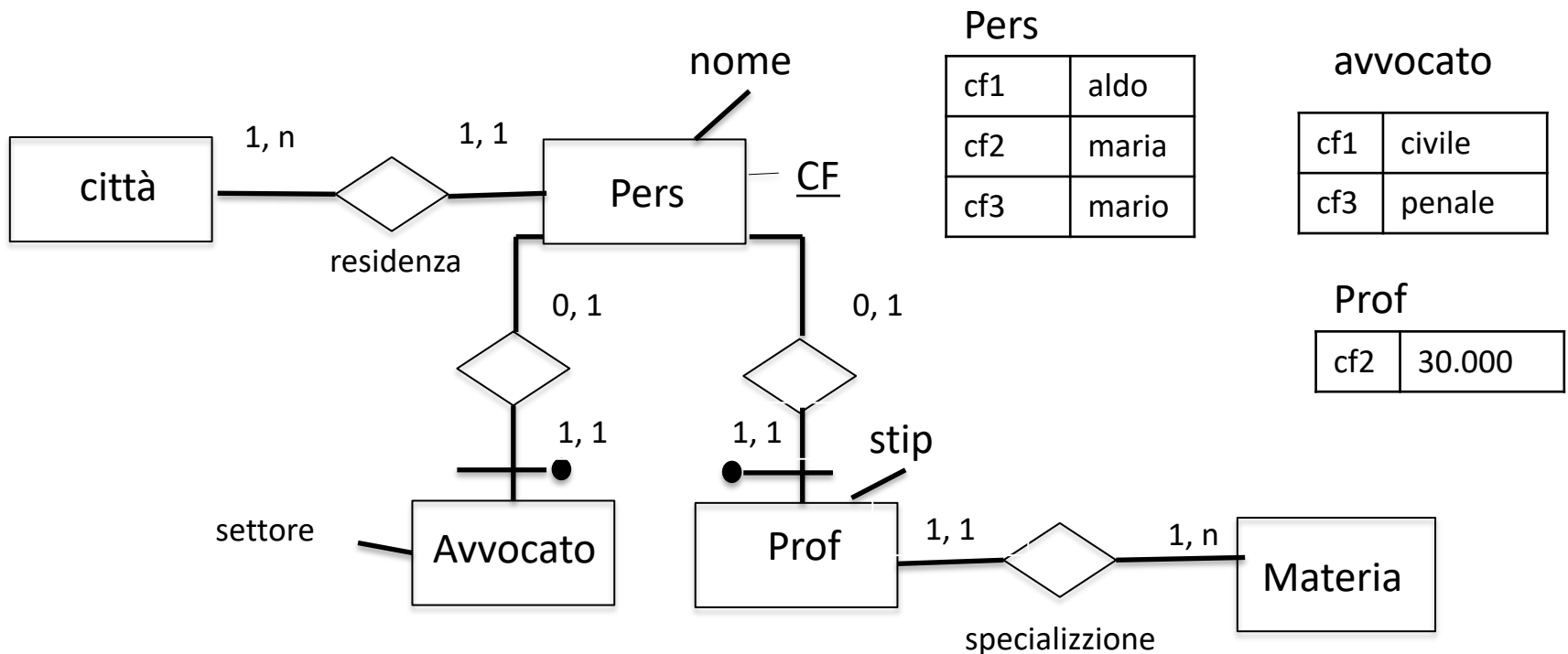
# La generalizzazione è un costrutto derivato

2) Accorpamento del genitore nelle figlie – *possibile solo se la generalizzazione è totale*



# La generalizzazione è un costrutto derivato

## 3) Sostituzione generalizzazione con associazioni



- Rimangono tutte le entità dello schema iniziale

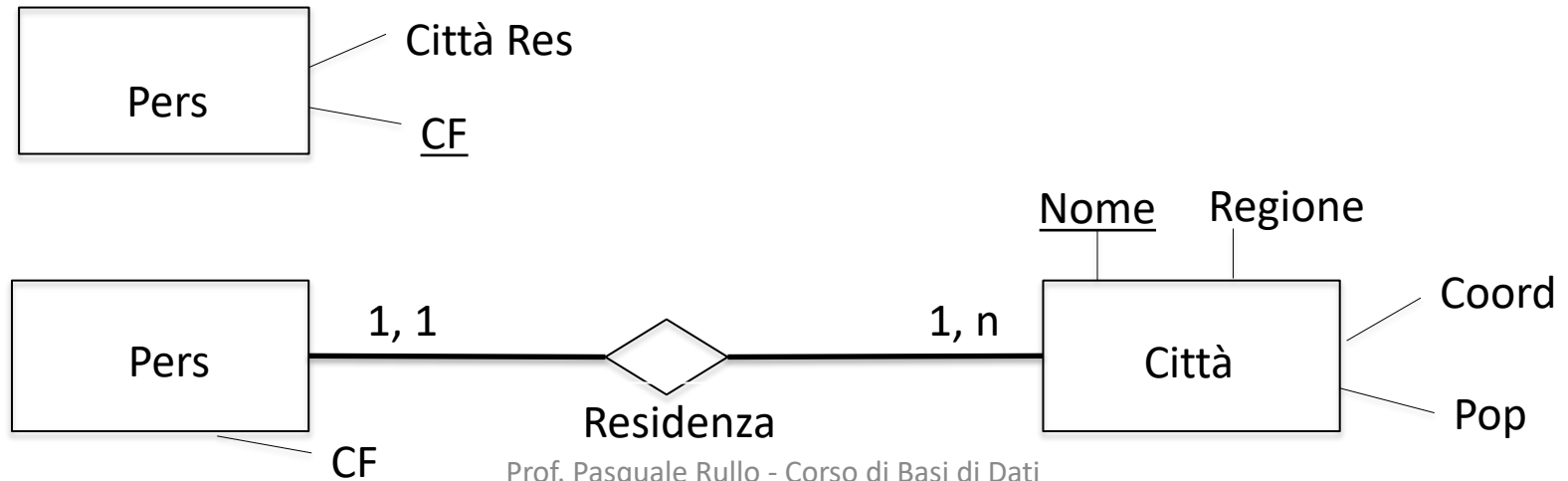
# Progettazione Concettuale

- Scelte di progetto:
  - Un concetto deve essere modellato come una entità o come un attributo?
  - Un concetto deve essere modellato come una entità o come una relazione?
- Vincoli di integrità:
  - Non tutti i vincoli possono essere rappresentati dai diagrammi ER

# Progettazione Concettuale

## Entità vs Attributi

- La *città* di una persona, conviene modellarla come un attributo della entità Pers o come una entità?
- Se della città si è interessati solo al nome, può bastare un attributo
- Se della città siamo interessati ad altri attributi, come, regione di appartenenza, popolazione, coordinate geografiche, ecc., allora bisogna introdurre una entità

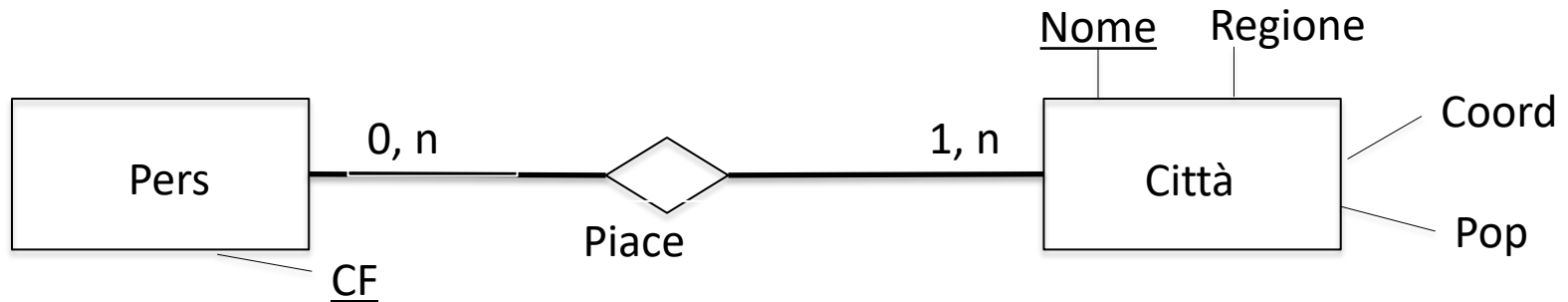




# Progettazione Concettuale

## Entità vs Attributi

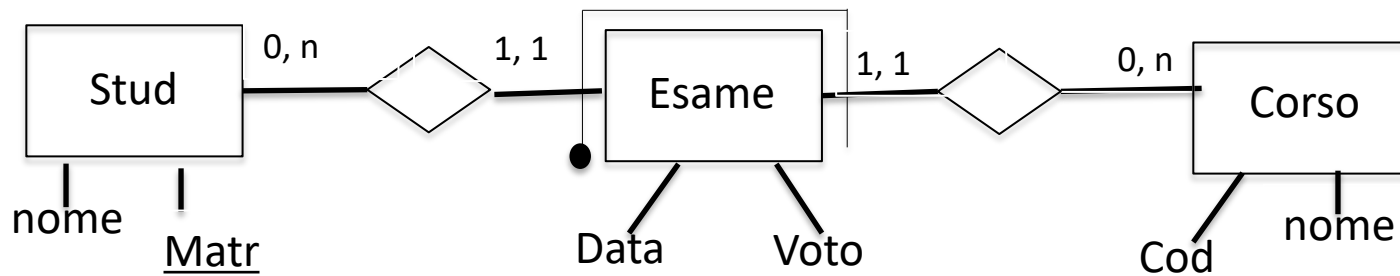
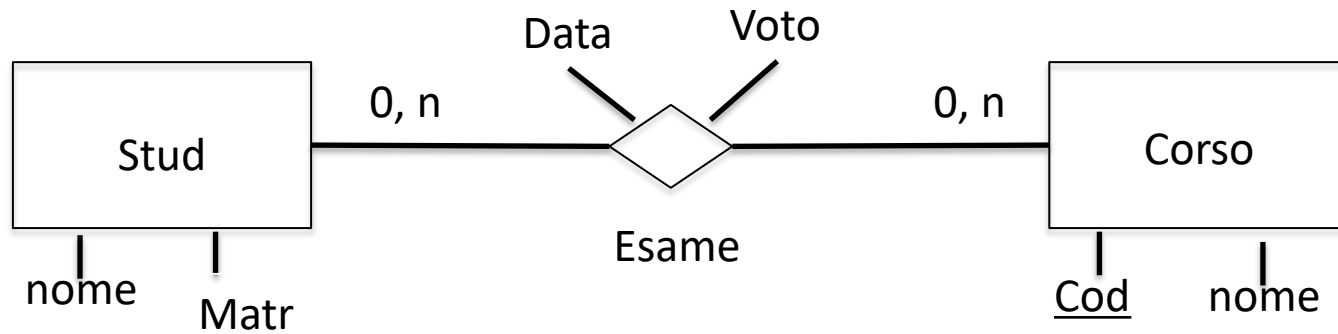
- La *città* di una persona, conviene modellarla come un attributo della entità Pers o come una entità?
- Se ad una persona sono associate più città, allora è necessario introdurre una entità – gli attributi non possono assumere più valori



# Progettazione Concettuale

## Relazioni vs Entità

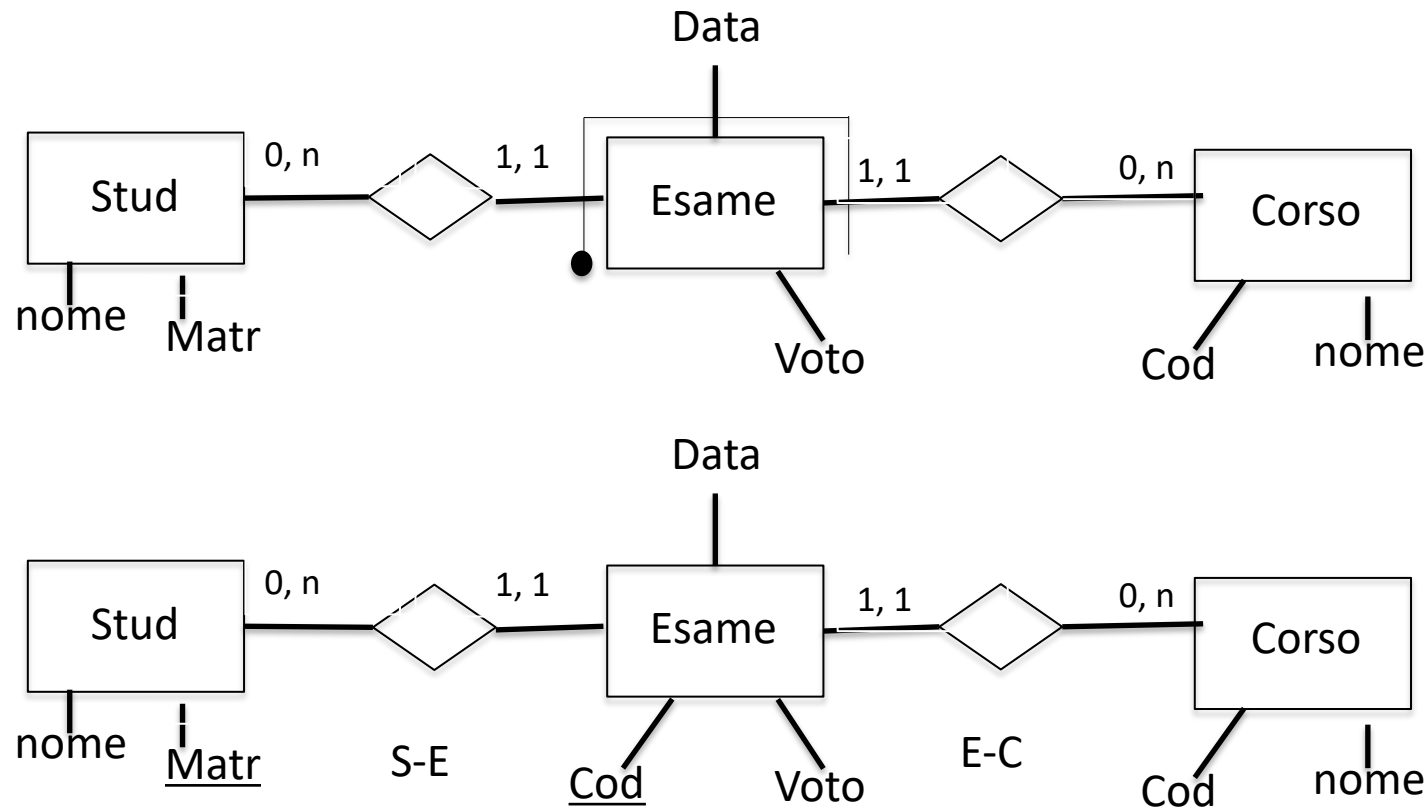
- Come già visto, se nel dominio di interesse gli esami non possono essere ripetuti, allora è possibile usare uno qualsiasi dei due seguenti schemi, in cui il concetto Esame viene modellato o come relazione o come entità



# Progettazione Concettuale

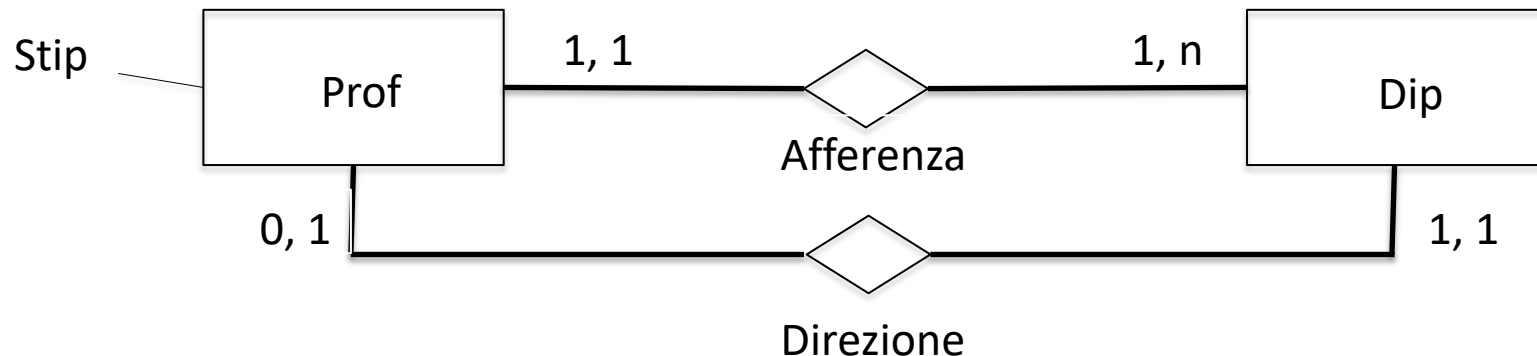
## Relazioni vs Entità

- Se invece gli esami possono essere ripetuti, è necessario adottare una soluzione in cui il concetto Esame è rappresentato come entità, ad esempio



# Limiti espressivi del modello ER

- Vincoli di integrità: condizioni che devono essere verificate dai dati
- Esempi non rappresentabile nel modello ER
  - il direttore di un dipartimento deve essere un prof che afferisce allo stesso dipartimento
  - Lo stipendio di un direttore non può essere inferiore a quello di un qualsiasi altro prof dello stesso dipartimento



# Progettazione concettuale

## Esercizio riepilogativo

- Generare uno schema ER per il dominio applicativo Ufficio Didattica Unical (descrizione di massima – fare le assunzioni che servono per completare la descrizione):
  - I concetti di interesse sono: *Dipartimento, Docente, Studente, Corso di studio (CdS), Corso, Materia, Esame*
  - Ogni professore afferisce ad un Dip ed è titolare di un Corso
  - Ogni Dip eroga un certo numero di CdS
  - Ogni Studente è iscritto ad un unico CdS
  - Uno studente può essere italiano o straniero. Se italiano, si vuole conoscere la città di provenienza, altrimenti il Paese di origine. Uno studente può essere lavoratore e, in tal caso, si è interessati al tipo di lavoro e allo stipendio

# Progettazione concettuale

## Esercizio riepilogativo

- Ogni studente è iscritto ad un CdS, e sostiene esami di più corsi. Un esame è caratterizzato da un voto e dalla data dell'appello in cui viene sostenuto. L'esame di un corso può essere registrato più volte (in caso di bocciatura) in appelli diversi
- Un Corso è relativo ad una certa materia (ad es., Basi di Dati), ed appare nella offerta formativa, in certo anno accademico, di un CdS – possono quindi esistere più corsi della stessa materia offerti da CdS diversi (ad es., il corso di BD offerto dal CdS in Informatica è diverso dal corso di BD offerto dal CdS in Ing. Inf.)
- Un Corso ha un unico professore titolare
- Un CdS può offrire il corso di una data materia non più di una volta per a.a.