

# Progettazione di basi di dati

# Preliminari

- Progettare una base di dati: definirne il contenuto e la struttura che esso deve avere
- metodologie di progettazione: le basi di dati sono sempre più complesse e sofisticate  $\Rightarrow$  è necessario un approccio sistematico
- obiettivo della progettazione è produrre i seguenti risultati:
  - uno schema dei dati
  - un insieme di sottoschemi di applicazione
  - un insieme di (specifiche di) programmi applicativi

# Preliminari

- Fasi della progettazione:
  - raccolta ed analisi dei requisiti
  - progettazione concettuale
  - progettazione logica
  - progettazione fisica
- ogni fase si basa su un **modello**, che permette di generare una rappresentazione formale della base di dati ad un dato livello di astrazione
- utilizzo di modello appropriato permette di
  - verificare le caratteristiche della base di dati
  - comunicare con i futuri utenti della base di dati

# Fasi della progettazione

## Raccolta ed analisi dei requisiti

- è la fase in cui si raccolgono le specifiche informali ed eterogenee che i vari utenti danno delle procedure da automatizzare mediante un DBMS
- requisiti informativi: caratteristiche dei dati
- requisiti sui processi: operazioni sui dati
- requisiti sui vincoli di integrità: proprietà dei dati e delle operazioni
- disambiguazione delle specifiche dell'utente

# Fasi della progettazione

## Progettazione concettuale

- a partire dai requisiti informativi viene creato uno *schema concettuale*, cioè una descrizione formalizzata e integrata delle esigenze aziendali, espressa in modo indipendente dal DBMS adottato
- *modello concettuale*: descrizione ad alto livello indipendente dall'implementazione
- prima rappresentazione formale e del tutto indipendente dall'implementazione della base di dati (indipendente anche dal *tipo* di DBMS che sarà utilizzato - relazionale, object-relational, gerarchico, ...)

# Fasi della progettazione

## Progettazione logica

- traduzione dello schema concettuale nel modello dei dati del DBMS
- risultato: *schema logico* nel DDL del DBMS
- aspetti considerati durante la progettazione logica:
  - integrità e consistenza
  - sicurezza
  - efficienza
- sottofasi:
  - ristrutturazione dello schema concettuale
  - traduzione canonica
  - valutazione ed eventuale modifica dello schema

# Fasi della progettazione

## Progettazione fisica

- in questa fase vengono scelte le caratteristiche fisiche di realizzazione della base di date
- risultato: *schema fisico* che descrive le strutture di memorizzazione e accesso ai dati (es. clustering, indici, ...)

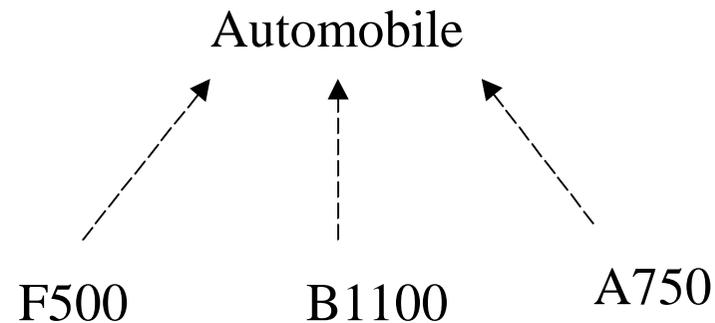
# Modelli concettuali

- Concetto di astrazione: procedimento mentale che si adotta quando si concentra l'attenzione su alcune caratteristiche di un insieme di entità, trascurando le altre giudicate non rilevanti
- quattro tipi:
  - astrazione di classificazione
  - astrazione di aggregazione
  - astrazione di generalizzazione
  - astrazione di associazione

# Modelli concettuali

## Astrazione di classificazione

- definizione di una classe a partire da un insieme di oggetti aventi proprietà comuni

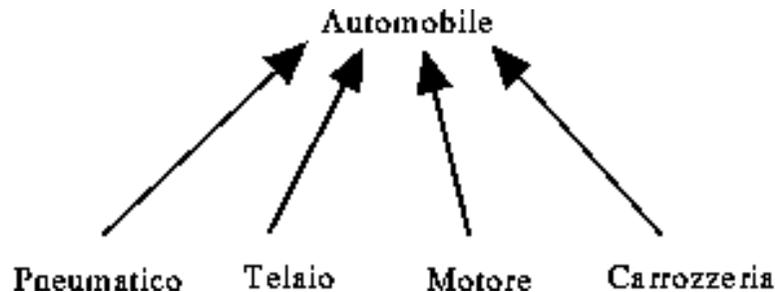


- F500 è un' istanza della classe Automobile
- relazione di *instance\_of*

# Modelli concettuali

## Astrazione di aggregazione

- definizione di una classe a partire da un insieme di classi che costituiscono le sue componenti

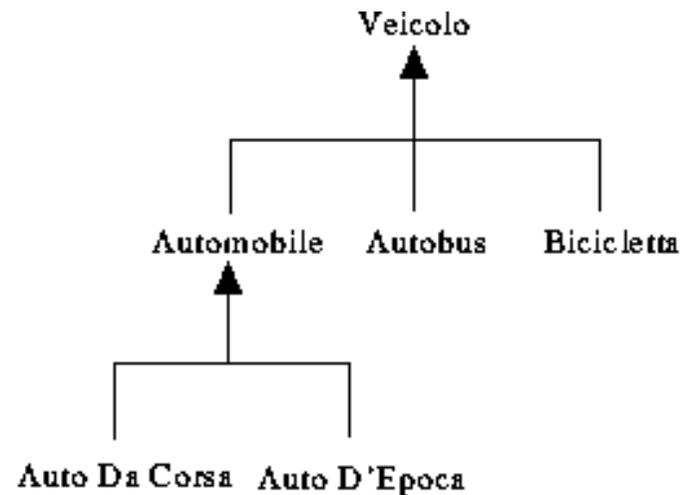


- il telaio è una parte dell'automobile
- relazione di *part\_of*

# Modelli concettuali

## Astrazione di generalizzazione

- definizione di una classe (superclasse) a partire da un insieme di classi aventi proprietà comuni (sottoclassi)



# Modelli concettuali

## Astrazione di generalizzazione

- le istanze di Automobile sono un sottoinsieme delle istanze di Veicolo
- equivalentemente, ogni automobile è un veicolo
- relazione di *subset\_of* o *is\_a*
  
- si noti che le sottoclassi possono possedere caratteristiche proprie

# Modelli concettuali

## Astrazione di associazione

- definizione di un collegamento fra due o più classi



- le associazioni possono avere proprietà
- esempio: data (in cui si è presa la residenza) può essere una proprietà dell'associazione Risiede

# Modello Entity-Relationship

- Uno dei modelli più utilizzati nell'ambito della progettazione concettuale
- ha rappresentazione grafica: diagramma ER
- concetti fondamentali:
  - entità (istanze di entità)
  - associazioni (istanze di associazione)
  - attributi

# Modello Entity-Relationship

- **Entità:** insieme di oggetti della realtà che possiedono caratteristiche comuni (es. persone, automobili, ...)
- **Istanze di entità:** oggetti appartenenti a una certa entità (es. io, la mia auto, ...)
- graficamente:

Persona

Automobile

Impiegato

# Modello Entity-Relationship

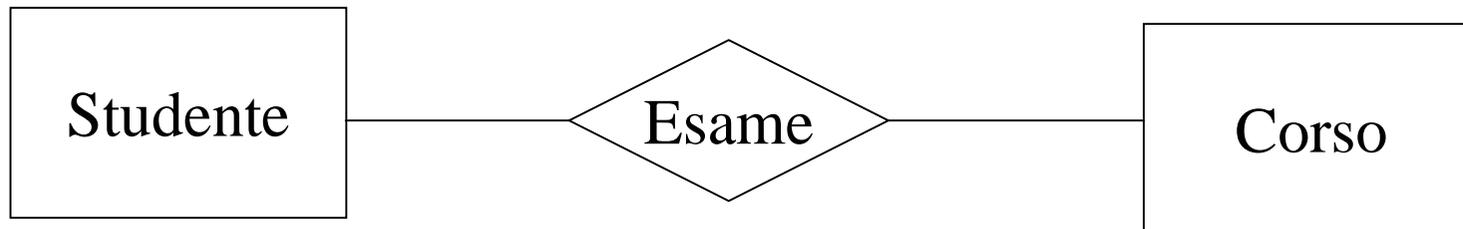
- **Associazione:** legame logico tra entità
- **Istanze di associazione:** combinazione delle istanze delle entità che prendono parte ad una associazione
- graficamente:



- p istanza di Persona, c istanza di Città
- (p, c) istanza di Risiede

# Modello Entity-Relationship

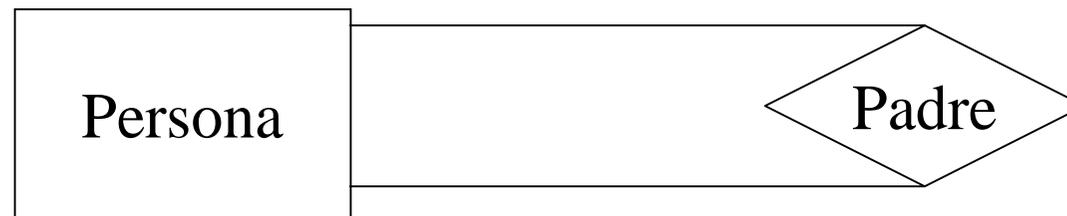
- si noti che l'insieme delle istanze di un'associazione è un sottoinsieme del prodotto Cartesiano degli insiemi delle istanze di entità che partecipano all'associazione
- quindi le stesse istanze di entità non possono partecipare più volte alla stessa associazione
- esempio



uno studente  $s$  può sostenere un'unica volta l'esame del corso  $c$ , perché  $(s,c)$  può comparire un'unica volta nell'insieme delle istanze di Esame

# Modello Entity-Relationship

- **Grado:** numero di classi che partecipano ad un'associazione
- associazione unaria: grado 1

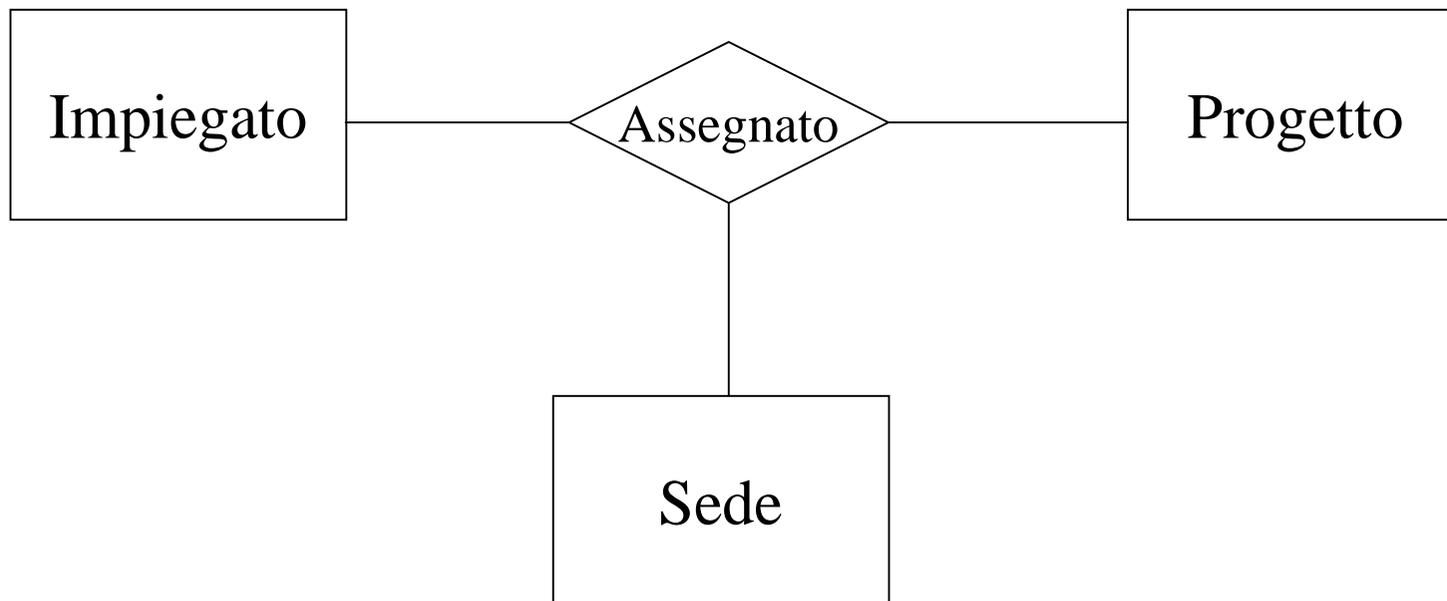


- associazione binaria: grado 2



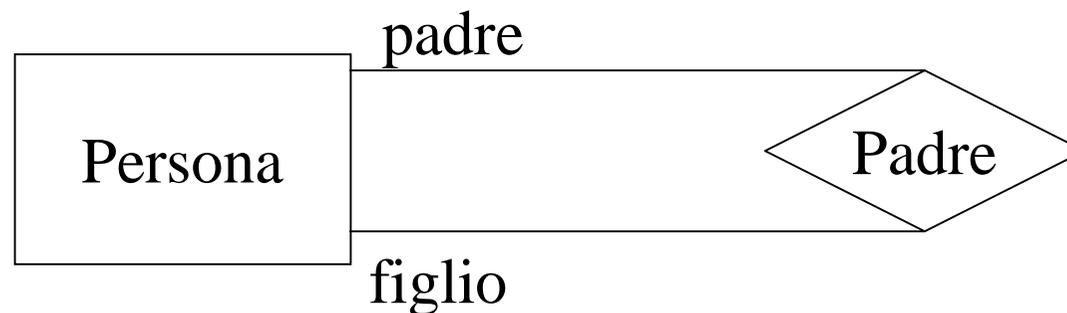
# Modello Entity-Relationship

- associazione n-aria: grado  $n > 2$



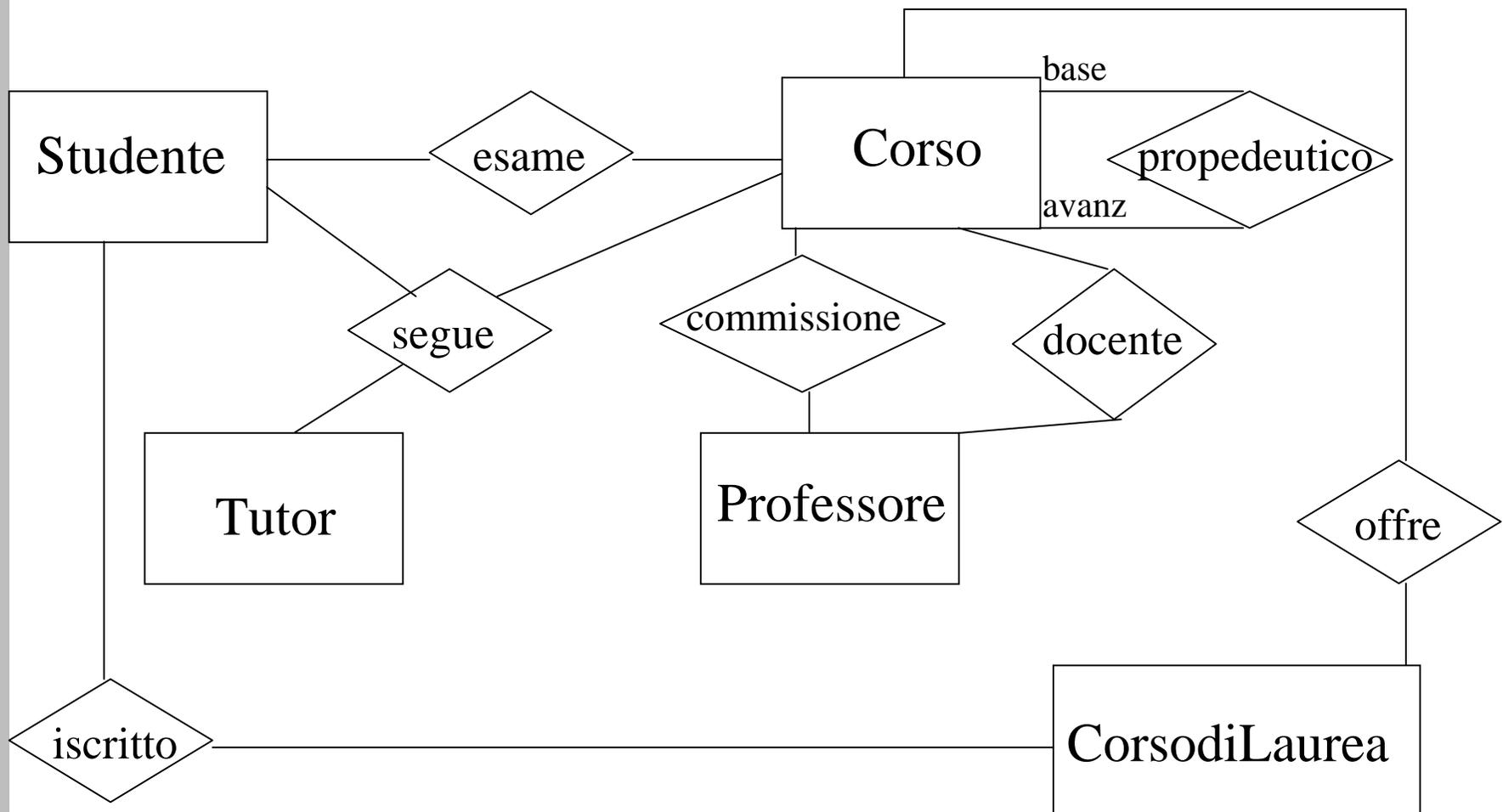
# Modello Entity-Relationship

- **Ruolo:** funzione che un'istanza di entità esercita nell'ambito di un'associazione



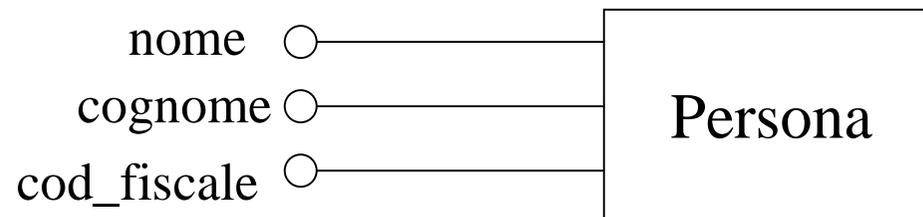
- nel caso di associazione unaria il ruolo è obbligatorio

# Modello Entity-Relationship



# Modello Entity-Relationship

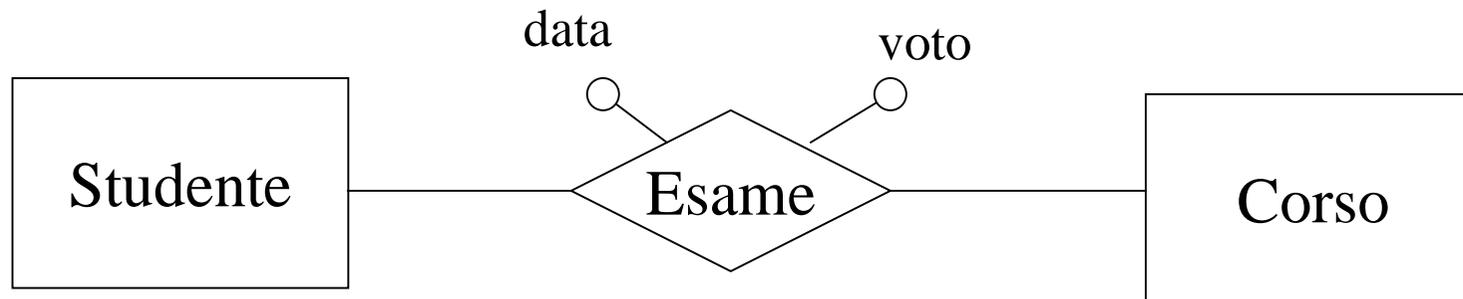
- **Attributo:** proprietà elementare posseduta da un'entità o da un'associazione
- graficamente:



- nome, cognome, cod\_fiscale sono attributi di Persona

# Modello Entity-Relationship

- anche le associazioni possono avere attributi
- esempio:



data e voto non sono proprietà né di uno Studente né di un Corso, ma del legame Studente-Corso che si crea in occasione di un esame

- gli attributi possono essere visti come funzioni che associano un valore ad un'istanza di entità o associazione

# Modello Entity-Relationship

- **Dominio di un attributo:** insieme dei valori legali per l'attributo
- domini possibili:
  - interi, reali, booleani, caratteri
  - intervalli di interi e di caratteri
  - stringhe di caratteri
  - domini definiti dall'utente
- notazione:
  - $v_i, v_j$  intervallo compreso fra  $v_i$  e  $v_j$
  - $(v_i, \dots, v_j)$  insieme di valori possibili  $v_i, \dots, v_j$

# Modello Entity-Relationship

- **Attributo composito:** possiede dei sottoattributi
- es. data\_nascita con sottoattributi giorno, mese, anno



- i domini si possono distinguere in:
    - semplici: domini degli attributi non compositi
    - compositi: domini degli attributi compositi ovvero prodotto Cartesiano degli insiemi di valori associati ai domini componenti
- se  $D = D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$  allora  $\langle d_1, \dots, d_n \rangle$  t.c.  $d_i \in D_i$  è valore possibile

# Modello Entity-Relationship

- Esempio: si consideri l'entità Persona, i cui attributi e relativi domini sono:

nome: stringa(20)

cognome: stringa(20)

cod\_fiscale: stringa(16)

data\_di\_nascita: giorno × mese × anno

titolo\_di\_studio: stringa(50)

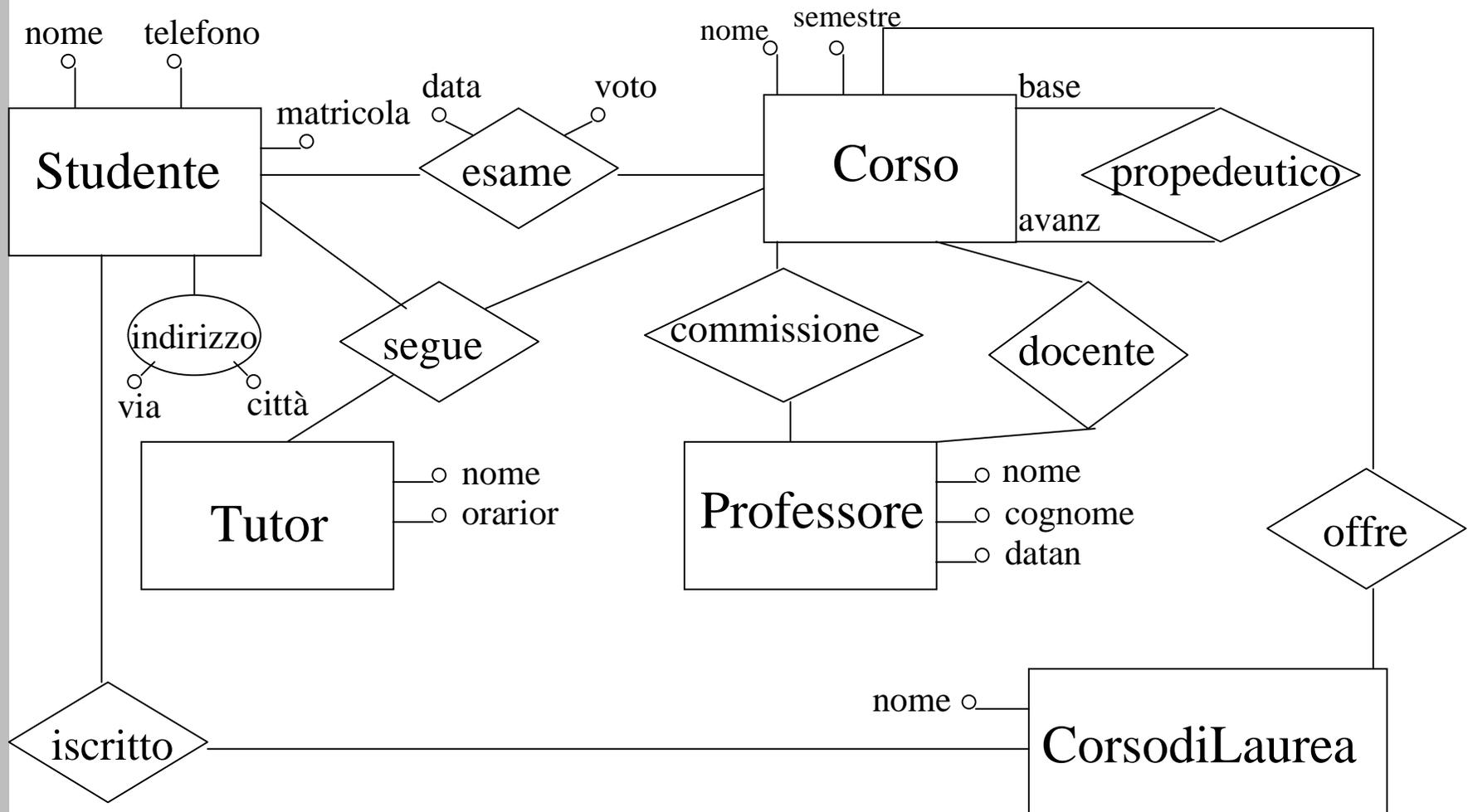
dove i domini giorno, mese, ed anno sono:

giorno = 1, ..., 31

mese = {Gen, Feb, Mar, Apr, Mag, Giu, Lug, Ago, Set, Ott, Nov, Dic}

anno = 1900, ..., 2100

# Modello Entity-Relationship



# Modello Entity-Relationship

## Vincoli di integrità

- **impliciti**: automaticamente verificati dal sistema ogni occorrenza di una base di dati relativa ad uno schema ER li deve verificare
- **espliciti**: definiti esplicitamente da chi progetta lo schema ER
  - vincoli di cardinalità (per associazioni e attributi)
  - vincoli di identificazione
- anche i domini degli attributi sono dei vincoli di integrità

# Modello Entity-Relationship

## Vincoli impliciti:

- ogni istanza di associazione deve riferirsi ad istanze di entità presenti nell'occorrenza della base di dati
- istanze diverse della stessa associazione devono riferirsi a differenti combinazioni di istanze delle entità partecipanti all'associazione

# Modello Entity-Relationship

## Vincoli espliciti di cardinalità - associazioni

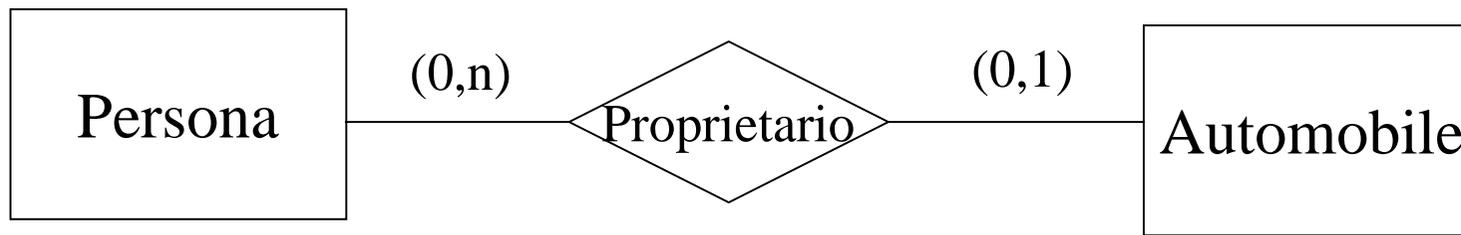
- numero minimo e massimo di istanze dell'associazione a cui un'istanza dell'entità può partecipare
- valori più comuni:
  - cardinalità minima ( $c_{\min}$ ): 0, 1
  - cardinalità massima ( $c_{\max}$ ):  $n$ , ovvero qualunque intero  $> 1$
- data una classe  $C$  e un'associazione  $A$ :
  - $c_{\min}=0 \Rightarrow$  esistono istanze di  $C$  che non partecipano ad alcuna istanza di  $A$
  - $c_{\min}=1 \Rightarrow$  ogni istanza di  $C$  partecipa almeno ad una istanza di  $A$

# Modello Entity-Relationship

- data un'entità E e un'associazione A:
  - $c_{max}=1 \Rightarrow$  ogni istanza di E può partecipare al più ad una istanza di A
  - $c_{max}=n \Rightarrow$  non esiste limite al numero massimo di istanze di A a cui ogni istanza di E può partecipare
  - $c_{max}=c_{min}=1 \Rightarrow$  ogni istanza di E partecipa ad una ed una sola istanza di A
  - $c_{min}=0, c_{max}=n \Rightarrow$  ogni istanza di E può partecipare ad un numero qualsiasi di istanze di A
- nei diagrammi si può indicare la coppia  $(c_{min}, c_{max})$  sulla linea che congiunge E ad A
- se non si indica niente il valore di default è  $(0, n)$

# Modello Entity-Relationship

- esempio



- $c_{\min}$  di Automobile rispetto a Proprietario è 0: esistono automobili non possedute da alcuna persona
- $c_{\min}$  di Persona rispetto a Proprietario è 0: esistono persone che non posseggono alcuna automobile
- $c_{\max}$  di Persona rispetto a Proprietario è n: ogni persona può essere proprietaria di un numero arbitrario di automobili
- $c_{\max}$  di Automobile rispetto a Proprietario è 1: ogni automobile può avere al più un proprietario

# Modello Entity-Relationship

- Terminologia: nel caso di un'associazione binaria  $A$  tra due entità  $E_1$  ed  $E_2$  (o unaria con  $E_1 = E_2$ )
  - $A$  si dice associazione **uno a uno** se  $c_{\max}$  di  $E_1$  ed  $E_2$  rispetto ad  $A$  è 1
  - $A$  si dice associazione **uno a molti** se  $c_{\max}$  di  $E_1$  rispetto ad  $A$  è  $n$  e  $c_{\max}$  di  $E_2$  rispetto ad  $A$  è 1
  - $A$  si dice associazione **molti a uno** se  $c_{\max}$  di  $E_1$  rispetto ad  $A$  è 1 e  $c_{\max}$  di  $E_2$  rispetto ad  $A$  è  $n$
  - $A$  si dice associazione **molti a molti** se  $c_{\max}$  di  $E_1$  ed  $E_2$  rispetto ad  $A$  è  $n$
- inoltre un'associazione è detta **opzionale** se  $c_{\min}$  è 0, è detta **obbligatoria** se  $c_{\min}$  è 1

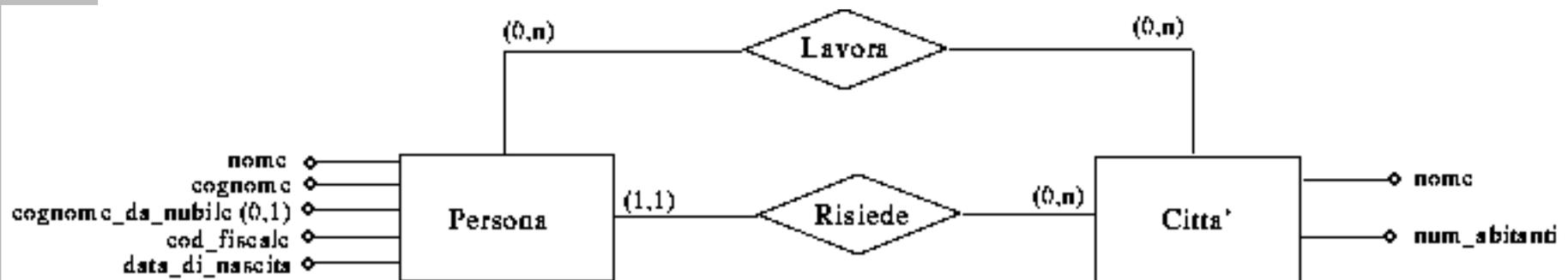
# Modello Entity-Relationship

## Vincoli espliciti di cardinalità - attributi

- numero minimo e massimo di valori dell'attributo che possono essere associati ad un'istanza della corrispondente associazione od entità
- nei diagrammi si può indicare la coppia  $(c\_min, c\_max)$  sulla linea che congiunge l'attributo all'associazione/entità
- se non si indica niente il valore di default è  $(1,1)$

# Modello Entity-Relationship

- Si parla di attributi:
  - **opzionali**: se la cardinalità minima è 0 (es. cognome\_da\_nubile)
  - **monovalore**: se la cardinalità massima è 1 (es. cod\_fiscale)
  - **multivalore**: se la cardinalità massima è n (es. telefono)
- esempio di diagramma con vincoli di cardinalità



# Modello Entity-Relationship

## Vincoli espliciti di identificazione

- identificatori o chiavi: insieme di attributi che identificano univocamente le istanze dell'entità
- devono essere minimali: qualsiasi sottoinsieme proprio non è un identificatore
- si noti che gli identificatori hanno senso solo per le entità e non per le associazioni
- nell'insieme di istanze di un'associazione si hanno tutte tuple distinte  $\Rightarrow$  non c'è bisogno di identificatori

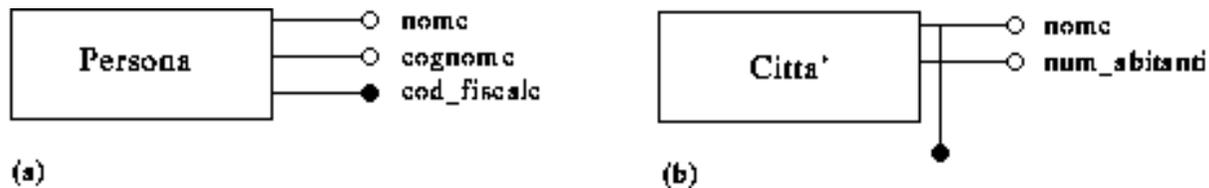
# Modello Entity-Relationship

- a volte non è possibile identificare un'istanza di entità solo sulla base dei suoi attributi, cioè due istanze diverse possono coincidere su tutti gli attributi
- si utilizza allora il fatto che tale istanza partecipi ad una particolare istanza di associazione con una data istanza di un'altra entità
- l'entità viene detta **debole**

# Modello Entity-Relationship

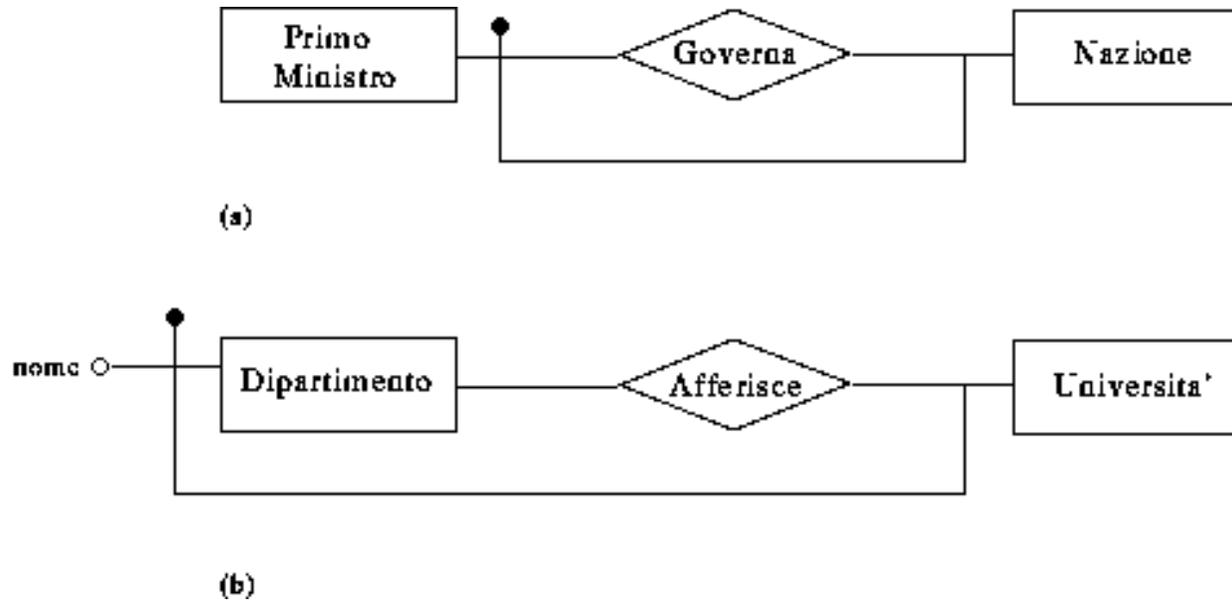
- identificatori o chiavi:
  - interni: uno o più attributi dell'entità
  - esterni: uno o più associazioni collegate all'entità a cui si riferiscono  
(identificazione esterna **da** tale entità **attraverso** tale associazione)
  - misti: attributi o associazioni
  - semplici: un elemento
  - composti: più di un elemento

# Modello Entity-Relationship



- (a) identificatore interno semplice
- (b) identificatore interno composito

# Modello Entity-Relationship

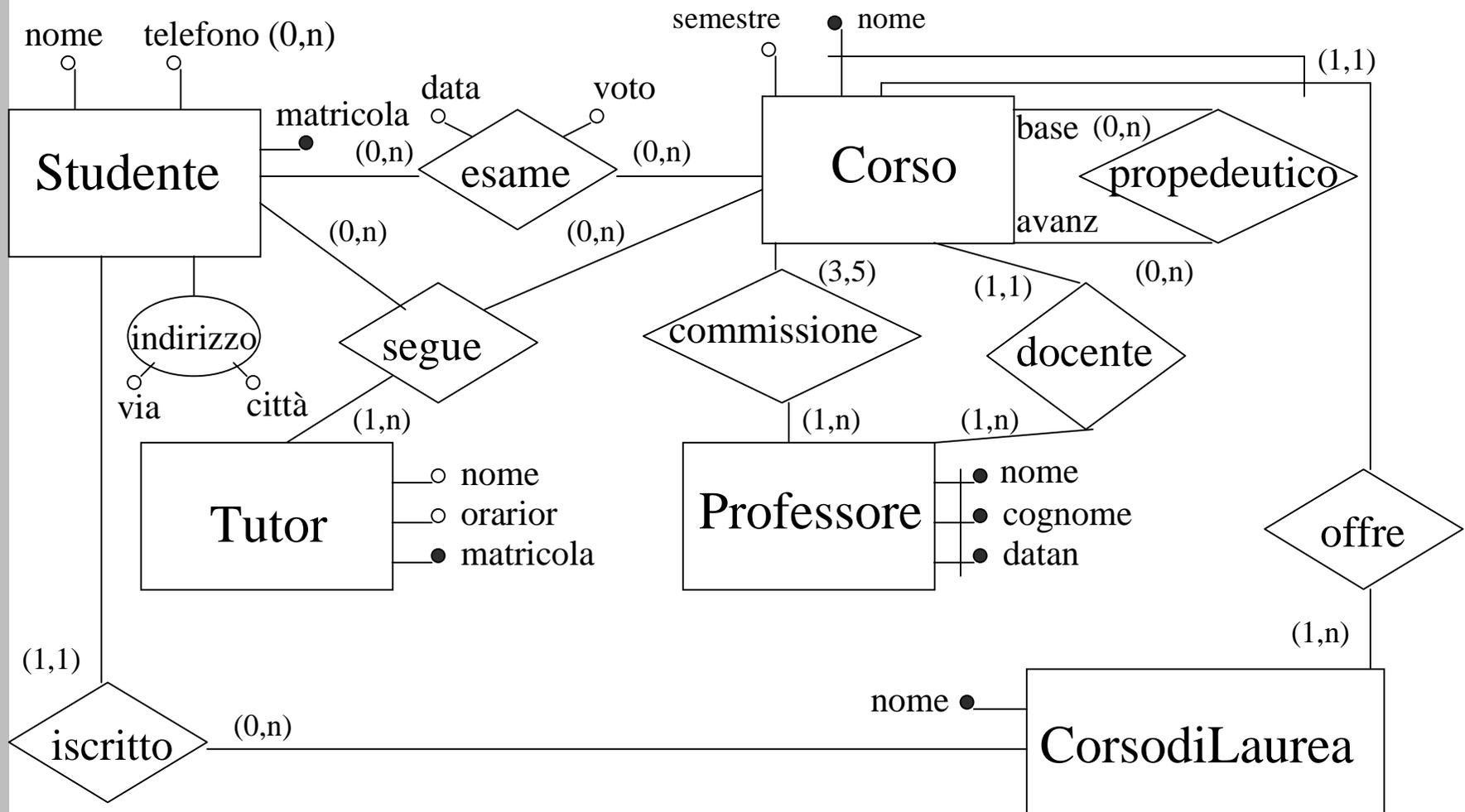


- (a) identificatore esterno
- (b) identificatore misto

# Modello Entity-Relationship

- le entità deboli hanno sempre cardinalità (1,1) rispetto all'associazione attraverso cui avviene l'identificazione
  - nel caso di identificazione esterna l'associazione sarà uno a uno
  - nel caso di identificazione mista l'associazione sarà uno a molti
- a volte viene evidenziato graficamente che un'entità è debole evidenziando il rispettivo rettangolo con una doppia linea
- è possibile che un'entità abbia più chiavi, a livello concettuale va bene indicarle tutte, nel passaggio allo schema logico bisognerà sceglierne una

# Modello Entity-Relationship

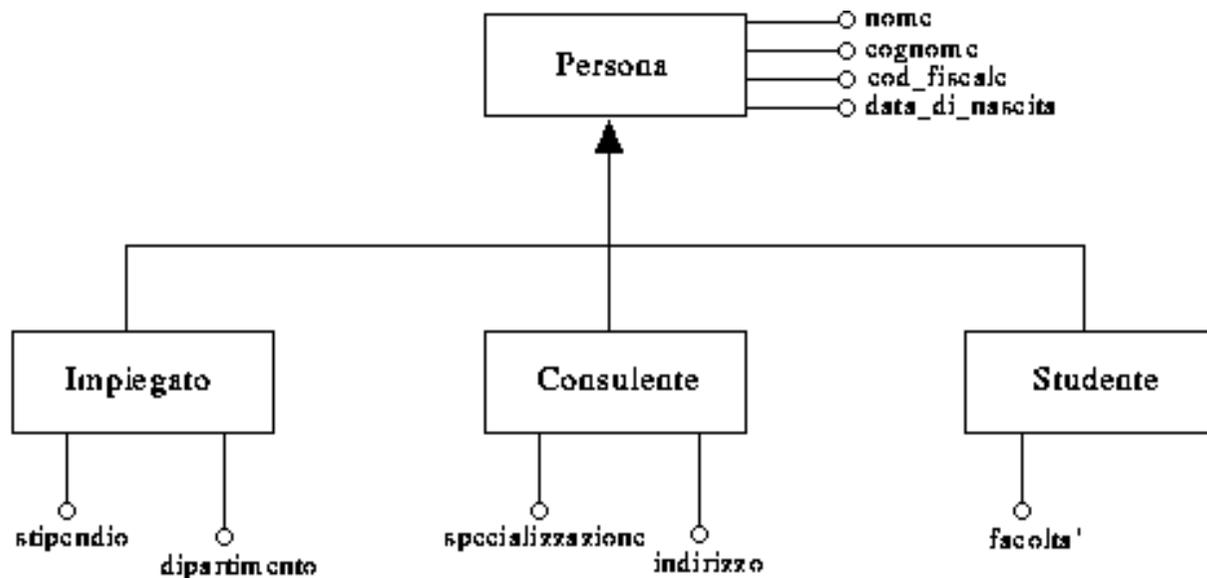


# Modello Entity-Relationship

- Costrutti di base:  
entità, associazione, attributo
- costruito ulteriore  
(non presente nella proposta originaria [Chen 1976])  
**gerarchie di generalizzazione**
- una entità  $E$  è una generalizzazione delle entità  $E_1, \dots, E_n$  se ogni istanza delle entità  $E_1, \dots, E_n$  è anche un'istanza di  $E$ 
  - $E$  entità padre
  - $E_1, \dots, E_n$  entità figlie

# Modello Entity-Relationship

- Esempio



# Modello Entity-Relationship

- Vincoli impliciti
- se una entità  $E_1$  è definita come generalizzazione di una entità  $E_2$ :
  - l'insieme delle istanze di  $E_2$  deve essere contenuto in quello delle istanze di  $E_1$
  - ogni attributo di  $E_1$  è anche un attributo di  $E_2$
  - ad ogni associazione cui partecipa  $E_1$  partecipa anche  $E_2$

# Modello Entity-Relationship

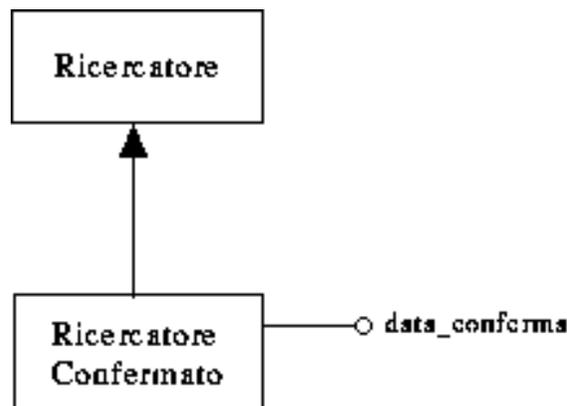
- ogni generalizzazione può essere:
  - **totale**: ogni istanza di E è istanza di almeno un'entità  $E_i$   
es.: Persona - Uomo, Donna
  - **parziale**: esiste almeno un'istanza di E che non è istanza di alcuna entità  $E_i$   
es.: Persona - Studente, Impiegato

# Modello Entity-Relationship

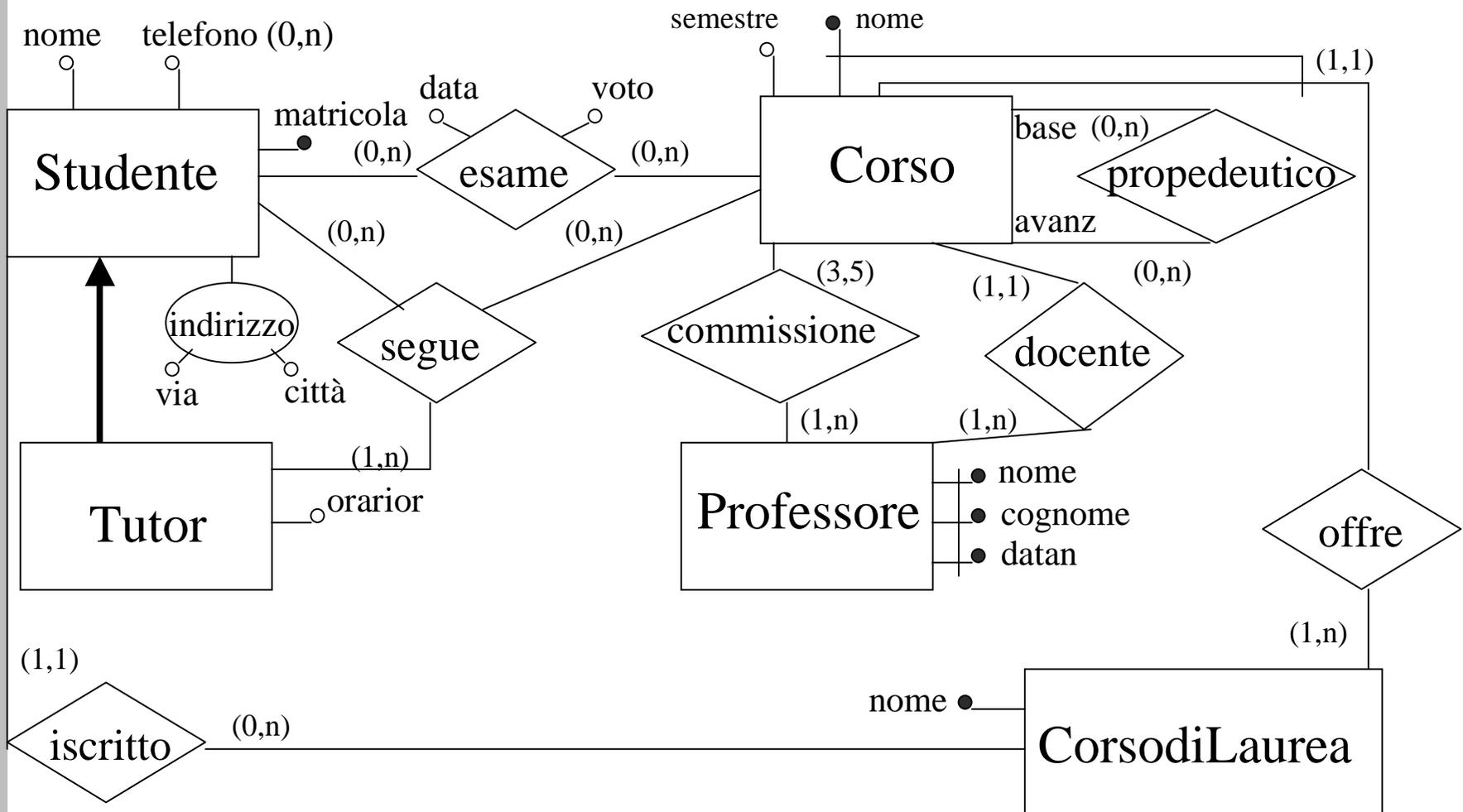
- ogni generalizzazione può essere inoltre
  - **esclusiva**: ogni istanza di E è istanza di al più un'entità  $E_i$   
es.: Persona - Uomo, Donna
  - **condivisa**: esiste almeno un'istanza di E che è istanza di più di un'entità  $E_i$   
es.: Persona - Studente, Impiegato
- tali caratteristiche possono essere indicate come vincoli espliciti della gerarchia di generalizzazione

# Modello Entity-Relationship

- Caso particolare di generalizzazione (parziale ed esclusiva): relazione di sottoinsieme
- definire una relazione di sottoinsieme tra una entità  $E_1$  ed una entità  $E_2$  significa specificare che ogni istanza di  $E_1$  è anche istanza di  $E_2$
- esempio



# Modello Entity-Relationship

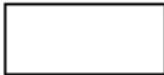
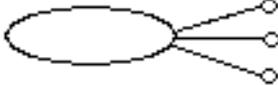
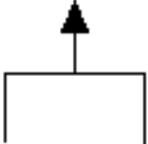


# Modello Entity-Relationship

Riassumendo:

- Astrazione di classificazione: entità, associazioni, attributi
- Astrazione di aggregazione:
  - entità come aggregazione di attributi
  - associazione come aggregazione di attributi ed entità
  - attributo composto come aggregazione di sottoattributi
- Astrazione di generalizzazione: gerarchie di generalizzazione tra entità, associazioni e attributi
- Astrazione di associazione: associazione

# Modello Entity-Relationship

Componente	Simbolo
Entita'	
Relazione	
Attributo	
Attributo composito	
Gerarchia di generalizzazione	
Relazione di sottoinsieme	
Identificatore	
Vincolo di cardinalita'	(c_min, c_max)

Progettazione di basi di dati

# Modello Entity-Relationship

- uno schema ER non è sufficiente, da solo, a rappresentare tutti gli aspetti di un'applicazione
- cosa manca?
  - i nomi dei vari concetti possono non essere sufficienti per comprenderne il significato
  - non tutti i vincoli di integrità sono esprimibili in un diagramma ER - esempi:
    - ogni studente ha al più un tutor per ogni corso
    - uno studente non può essere tutor di se stesso
    - per sostenere un esame è necessario avere sostenuto tutti gli esami propedeutici
- necessità di documentazione di supporto

# Progettazione logica

- Due fasi principali:
  - fase di ristrutturazione
  - fase di traduzione
- **ristrutturazione**: eliminazione dallo schema ER di tutti i costrutti che non possono essere direttamente rappresentati nel modello relazionale
  - eliminazione degli identificatori esterni
  - eliminazione degli attributi composti e multivalore
  - eliminazione delle gerarchie di generalizzazione
- risultato: schema ER ristrutturato

# Progettazione logica

- **traduzione:** traduzione con regole di trasformazione di entità, attributi e associazioni dello schema ER in relazioni del modello relazionale:

Schema ER

Schema relazionale

---

entità

attributi

associazioni

relazioni

- risultato: schema relazionale

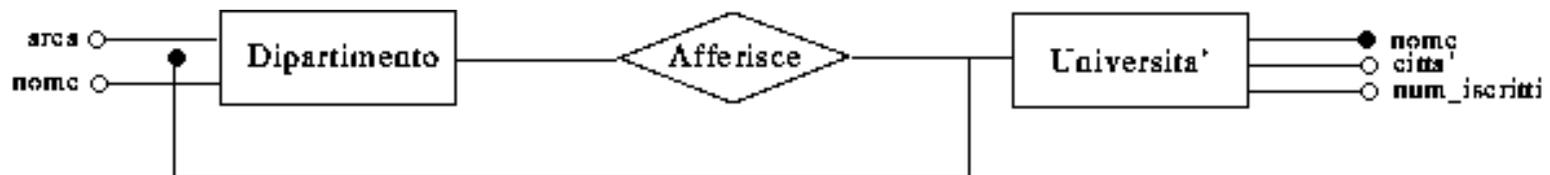
# Fase di ristrutturazione

## Eliminazione degli identificatori esterni

- $E_1$  ha identificatore (chiave) misto od esterno da  $E_2$  attraverso  $A$
- distinguiamo due casi:
  - (a)  $E_2$  ha un identificatore interno
  - (b)  $E_2$  ha da un identificatore misto od esterno
- caso (a):
  - l'identificatore di  $E_1$  è trasformato in un identificatore interno aggiungendo agli attributi di  $E_1$  l'identificatore interno di  $E_2$
  - l'associazione  $A$  può essere eliminata

# Fase di ristrutturazione

- Esempio



(a)



(b)

# Fase di ristrutturazione

- caso (b):  $E_2$  è a sua volta caratterizzata da un identificatore esterno o misto da  $E_3$
- due casi ulteriori:
  - $E_3$  ha un identificatore interno  $\Rightarrow$  l'eliminazione dell'identificatore esterno di  $E_1$  avviene come segue:
    - trasformazione dell'identificatore di  $E_2$  in un equivalente identificatore interno
    - trasformazione dell'identificatore di  $E_1$  in un equivalente identificatore internoi passi precedenti sono eseguiti con la procedura del caso (a)
  - $E_3$  ha un identificatore esterno o misto  $\Rightarrow$  si applica ricorsivamente il passo precedente per  $E_3$

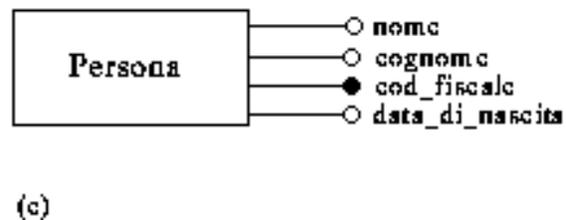
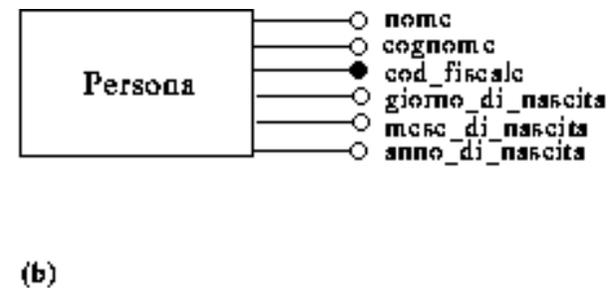
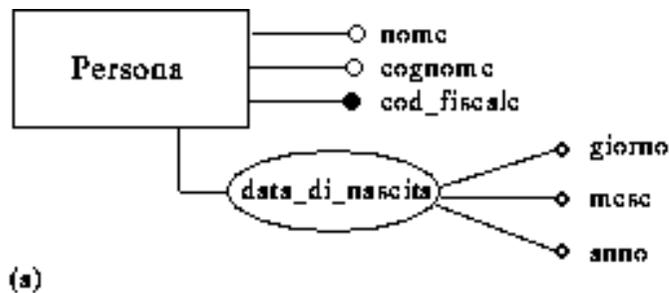
# Fase di ristrutturazione

## Eliminazione degli attributi composti e multivalore

- Il modello relazionale consente solo la specifica di attributi semplici e monovalore
- **attributi composti** si può procedere in due modi (ricorsivamente):
  - si considerano tutti i sottoattributi come attributi dell'entità, oppure
  - si eliminano i sottoattributi e si considera l'attributo composto come un attributo semplice (ridefinizione del dominio)

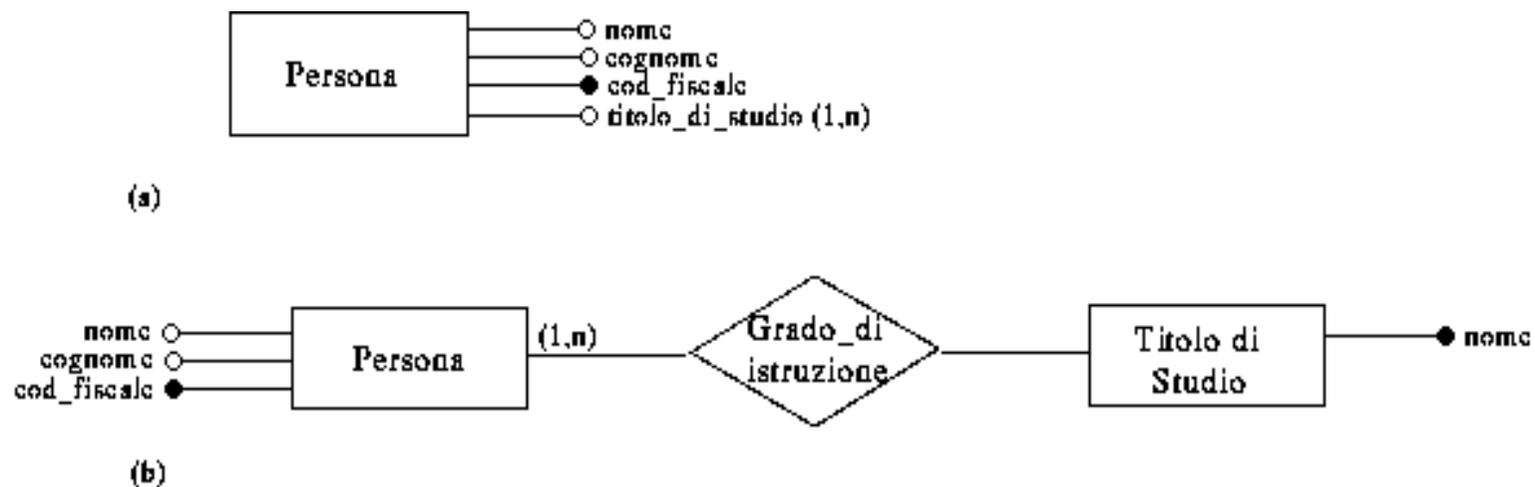
# Fase di ristrutturazione

- Esempio



# Fase di ristrutturazione

- **attributi multivalore** si definisce una nuova entità, collegata all'entità di partenza con un'associazione, che modella l'attributo multivalore mediante un attributo a valore singolo
- l'associazione introdotta sarà ovviamente uno a molti



# Fase di ristrutturazione

## Eliminazione delle gerarchie di generalizzazione

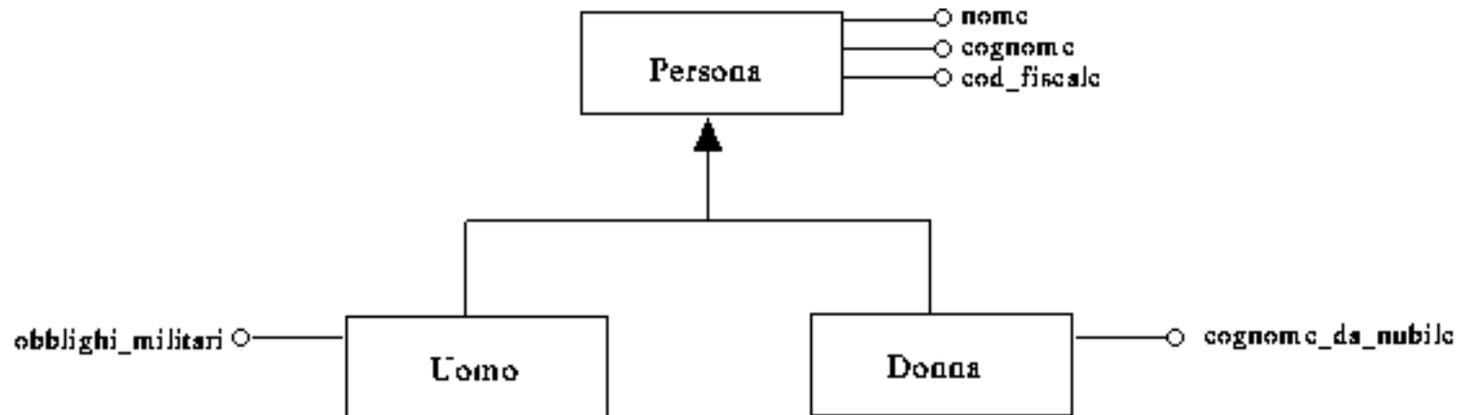
- il modello relazionale non prevede gerarchie di generalizzazione
- consideriamo  $E$  generalizzazione di  $E_1, \dots, E_n$
- tre alternative:
  - (a) eliminazione delle entità figlie
  - (b) eliminazione dell'entità padre
  - (c) sostituzione della generalizzazione con associazioni

# Fase di ristrutturazione

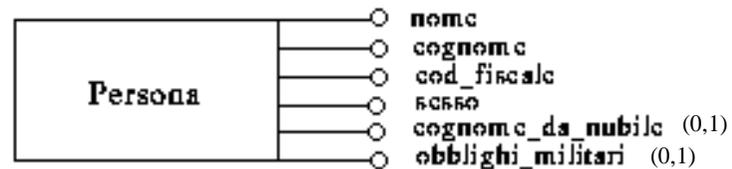
- Caso (a): eliminazione delle entità figlie
  - $E_1, \dots, E_n$  vengono eliminate e i loro attributi vengono inseriti in  $E$
  - ad  $E$  viene aggiunto un attributo  $a$  per tenere traccia delle entità figlie
- generalizzazioni totali  $\Rightarrow a$  mai nullo
- generalizzazioni parziali  $\Rightarrow a$  nullo per istanza dell'entità padre che non appartiene a nessuna entità figlia

# Fase di ristrutturazione

- Esempio



(a)



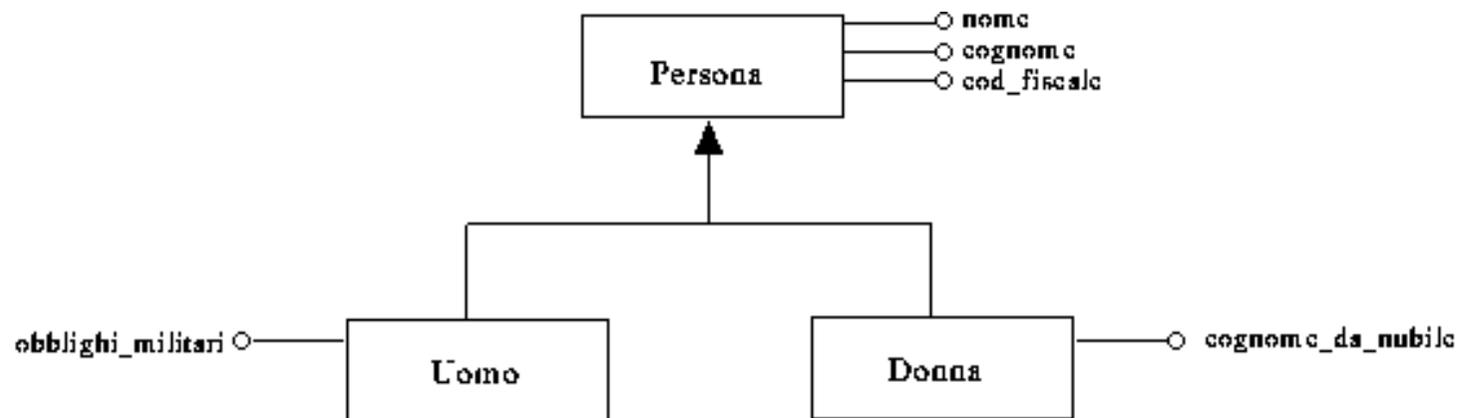
(b)

# Fase di ristrutturazione

- Caso (b): eliminazione dell'entità padre
  - E viene eliminata e i suoi attributi vengono inseriti in  $E_1, \dots, E_n$
  - si può applicare solo nel caso di generalizzazioni totali

# Fase di ristrutturazione

- esempio



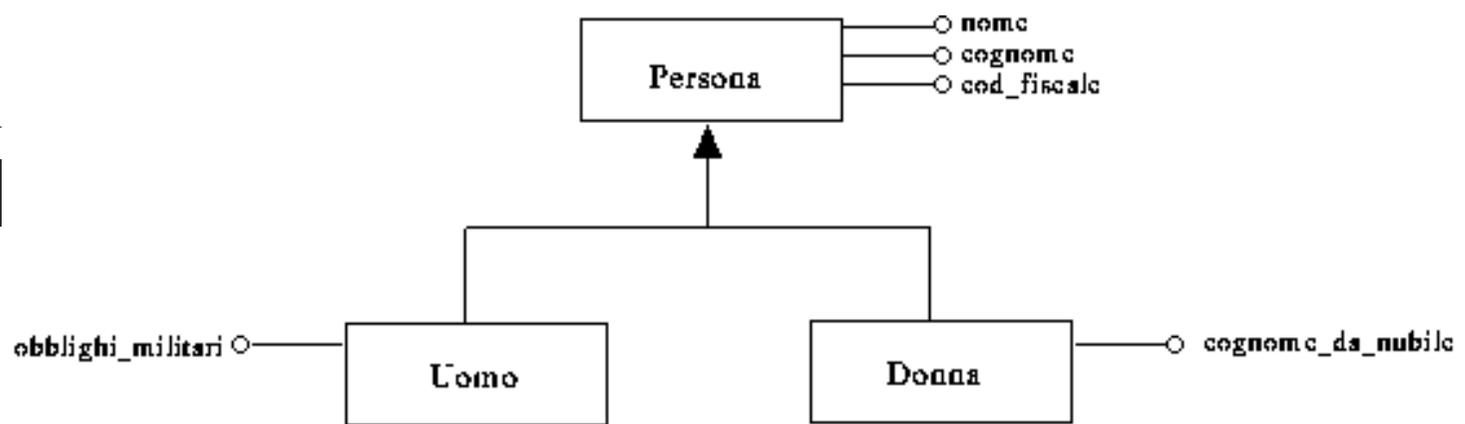
(a)



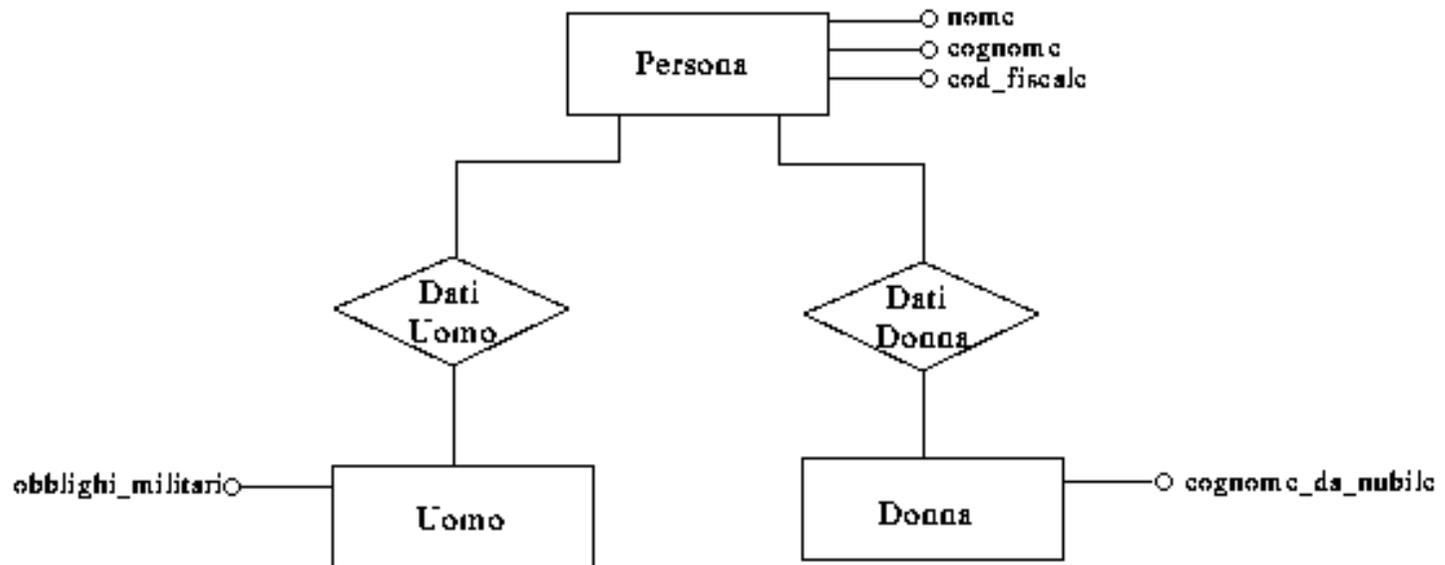
(c)

# Fase di ristrutturazione

- Caso (c): sostituzione della generalizzazione con associazioni
  - $E, E_1, \dots, E_n$  rimangono invariate
  - la gerarchia di generalizzazione è sostituita da un insieme di associazioni uno a uno, ognuna delle quali lega l'entità padre con una diversa entità figlia



(a)



(d)

# Fase di ristrutturazione

Quale scegliere?

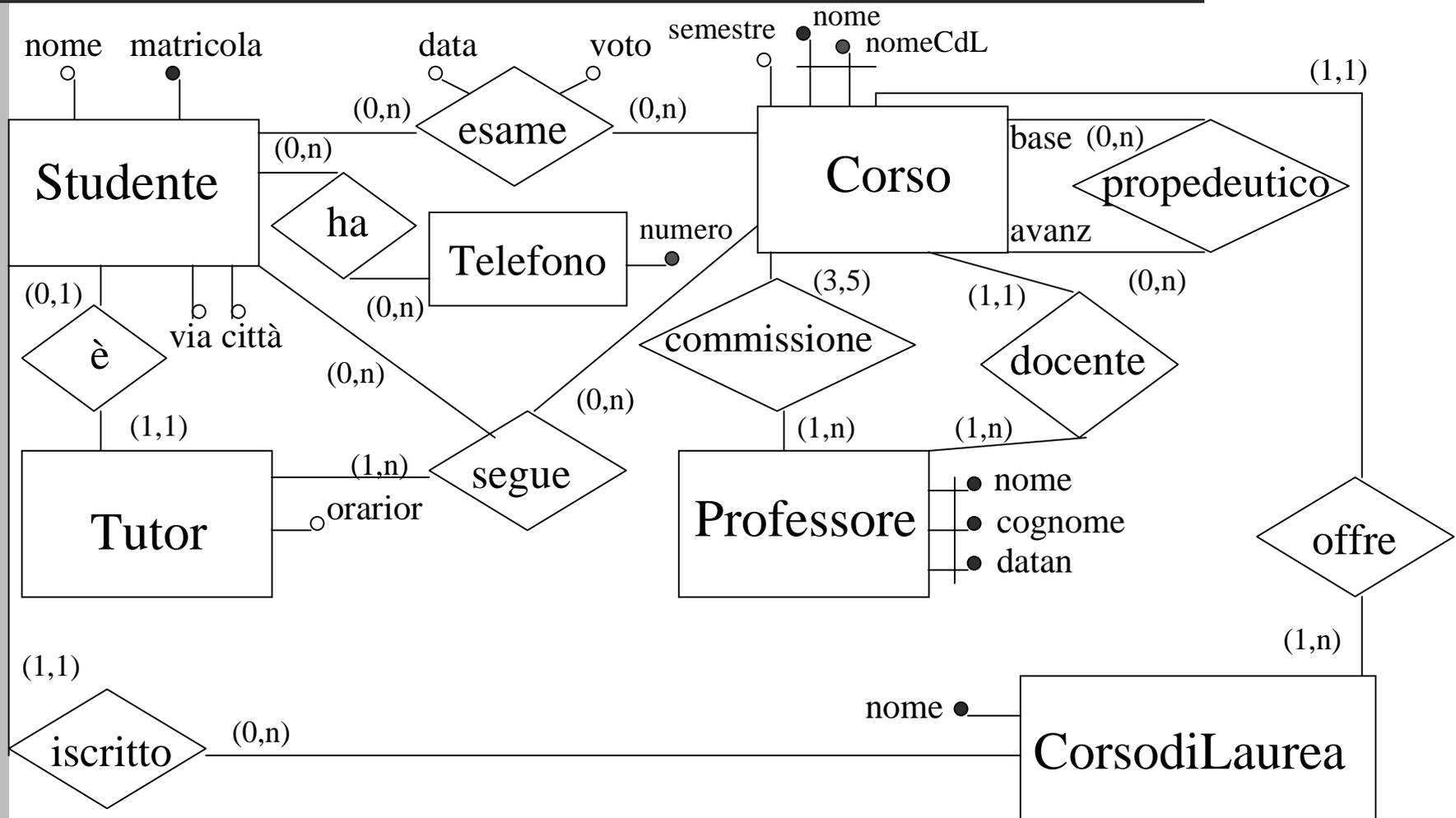
- (a) eliminazione delle entità figlie
  - spreco di memoria per la presenza di valori nulli  
conviene se le operazioni non fanno distinzione fra le istanze delle varie entità
- (b) eliminazione dell'entità padre
  - + risparmio di memoria
  - applicabile solo per generalizzazioni totali  
conviene se esistono operazioni che si riferiscono ad istanze di una particolare entità figlia

# Fase di ristrutturazione

Quale scegliere?

- (c) sostituzione della generalizzazione con associazioni
    - + risparmio di memoria
    - incremento del numero degli accessi (anche se tuple di dimensione minore)
- conviene se esistono operazioni che si riferiscono alternativamente a entità padre o figlie
- sono possibili anche combinazioni delle tre trasformazioni presentate

# Fase di ristrutturazione



# Fase di traduzione

## Entità

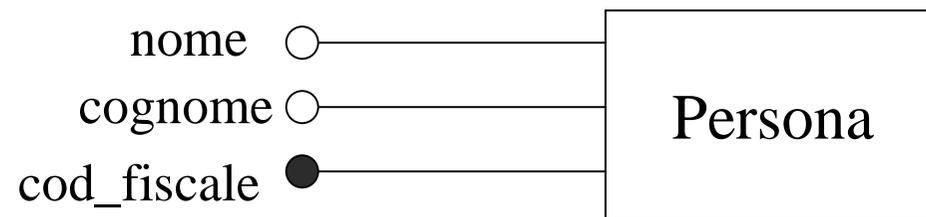
- Per ogni entità si genera una relazione che ha un attributo per ogni attributo dell'entità

entità  $\Rightarrow$  relazione

attributo di entità  $\Rightarrow$  attributo di relazione

identificatore di entità  $\Rightarrow$  chiave di relazione

- esempio:



Persona(nome, cognome, cod\_fiscale)

Progettazione di basi di dati

# Fase di traduzione

## Associazioni

- La traduzione delle associazioni dipende da:
  - grado (numero di entità partecipanti)
  - vincoli di cardinalità
- due alternative:
  - l'associazione viene rappresentata inserendo opportuni attributi (chiavi esterne) in una delle relazioni rappresentanti le entità partecipanti
  - l'associazione stessa viene modellata con una relazione
- vediamo per ogni tipo di associazione

# Fase di traduzione

## Associazione binaria uno a uno

- L'associazione viene modellata mediante attributi inseriti nelle relazioni che modellano le entità partecipanti
- due casi:
  - (a) partecipazione obbligatoria di una sola entità
  - (b) partecipazione opzionale od obbligatoria di entrambe le entità

# Fase di traduzione

- caso (a): la relazione che rappresenta l'entità per cui l'associazione è obbligatoria contiene come chiave esterna la chiave della relazione che rappresenta l'altra entità e come attributi gli attributi dell'associazione
- esempio

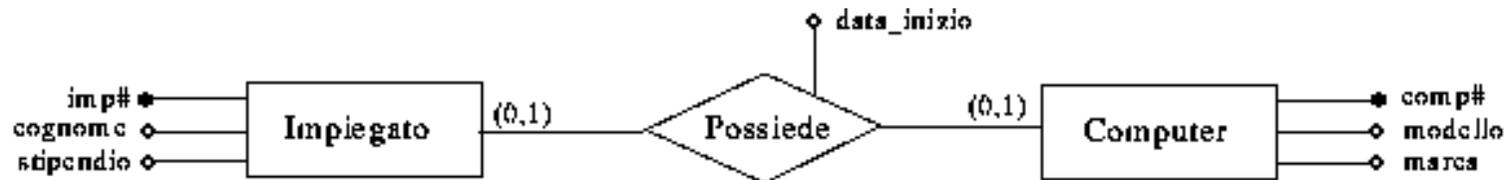


Dipartimento(Dip# ,Area,Sede,Imp#,Data\_inizio)

Impiegato(Imp#,Cognome,Stipendio)

# Fase di traduzione

- caso (b): come il caso (a), ma la relazione può essere scelta indistintamente
- esempio



Impiegato(Imp#,Cognome,Stipendio,Comp#,Data\_inizio)

Computer(Comp#,Modello,Marca)

oppure

Impiegato(Imp#,Cognome,Stipendio)

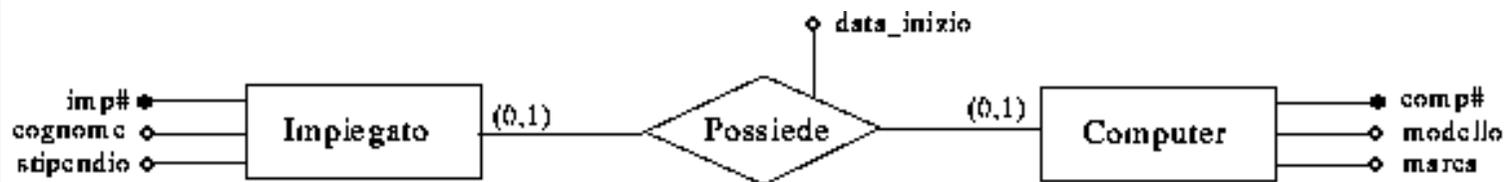
Computer(Comp#,Modello,Marca,Imp#,Data\_inizio)

## Fase di traduzione

- nel caso particolare di partecipazione opzionale di entrambe le entità si può decidere di introdurre una relazione nuova per modellare l'associazione
- tale relazione contiene:
  - le chiavi delle entità partecipanti
  - gli attributi dell'associazione
- vantaggio: mai valori nulli
- svantaggio: una relazione in più

# Fase di traduzione

- esempio



Impiegato(Imp#,Cognome,Stipendio)

Computer(Comp#,Modello,Marca)

Possiede(Imp#,Comp#,Data\_inizio)

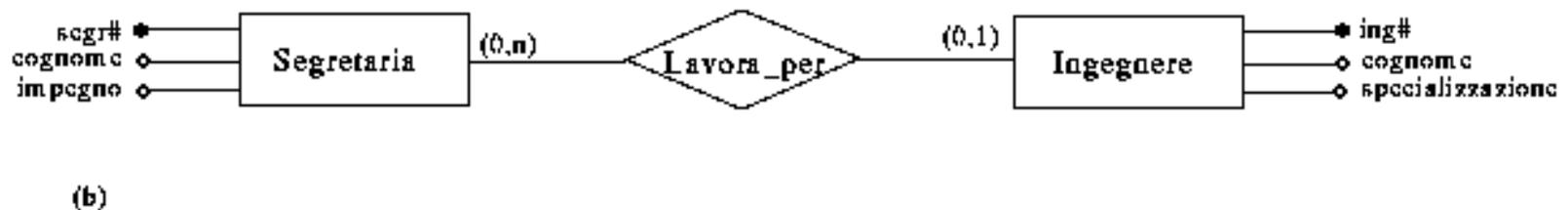
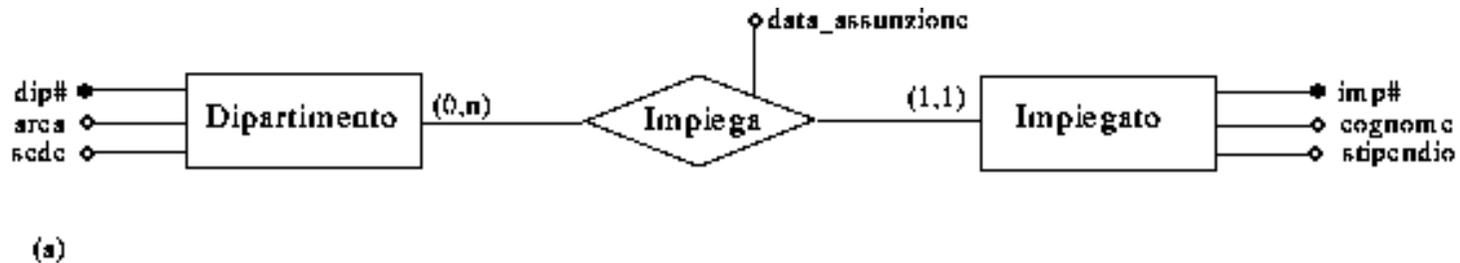
con chiave indifferentemente Imp# o Comp#

# Fase di traduzione

## Associazione binaria uno a molti

- Si inseriscono nella relazione dell'entità dal lato uno
  - la chiave della relazione corrispondente all'entità dal lato n come chiave esterna
  - gli attributi dell'associazione come attributi

# Fase di traduzione



- (a) Dipartimento (Dip#, Area, Sede)  
Impiegato (Imp#, Cognome, Stipendio, Dip#, Data\_assunzione)
- (b) Segretaria (Segr#, Cognome, Impegno)  
Ingegnere (Ing#, Cognome, Specializzazione, Segr#)

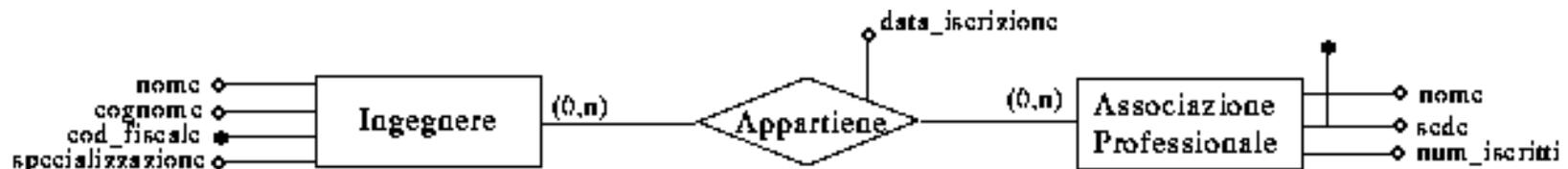
# Fase di traduzione

- nel caso particolare di partecipazione opzionale dell'entità dal lato uno si può decidere di introdurre una relazione nuova per modellare l'associazione
- tale relazione contiene:
  - le chiavi delle entità partecipanti
  - gli attributi dell'associazione
- esempio (b)
  - Segretaria(Segr#, Cognome, Impegno)
  - Ingegnere(Ing#, Cognome, Specializzazione)
  - Lavora\_Per(Ing#, Segr#)

# Fase di traduzione

## Associazione binaria molti a molti

- Nuova relazione con attributi le chiavi di entrambe le entità che partecipano all'associazione (chiavi esterne) e gli attributi dell'associazione
- esempio



Ingegnere(Nome, Cognome, Cod\_fiscale, Specializzazione)

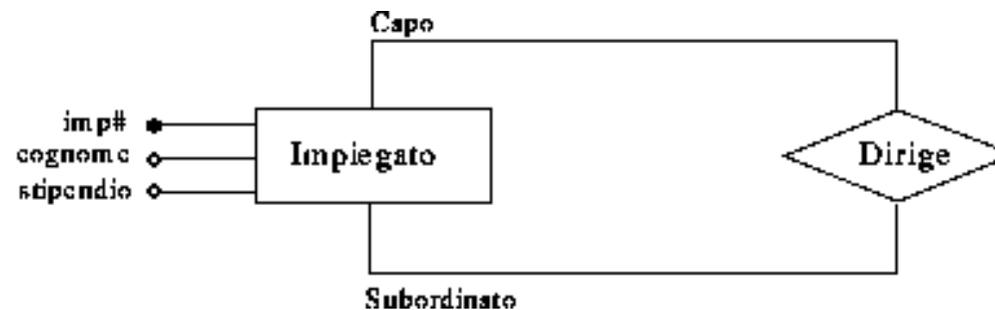
Associazione\_Professionale(Nome, Sede, Num\_iscritti)

Appartiene(NomeA, SedeA, Cod\_fiscaleI, Data\_iscrizione)

# Fase di traduzione

## Associazione unaria

- La traduzione avviene come per le associazioni binarie con attributi distinti per ruoli distinti
- esempio



# Fase di traduzione

- se uno a molti o uno a uno:

Impiegato(Imp#, Cognome, Stipendio, Capo# )

- se molti a molti:

Impiegato(Imp#, Cognome, Stipendio)

Dirige(Capo#, Subordinato#)

## Fase di traduzione

- se si introduce una relazione nuova nel caso uno a uno e uno a molti (associazione opzionale per entrambi i ruoli), ci sono due alternative per scegliere la chiave della relazione che rappresenta l'associazione:
  - se la relazione è uno a uno, la chiave è uno qualsiasi dei due attributi corrispondenti ai ruoli giocati dall'entità nell'associazione
  - se la relazione è uno a molti, la chiave è costituita dall'attributo che corrisponde al ruolo dal lato uno della associazione

# Fase di traduzione

- esempio

Impiegato(Imp#, Cognome, Stipendio)  
Dirige(Capo#, Subordinato#)

- per determinare la chiave di Dirige:

- se un impiegato può avere più capi ed un capo può avere più subordinati, la chiave è Capo# e Subordinato#
- se ogni impiegato ha un solo capo ed ogni capo ha un solo subordinato, la chiave può essere indifferentemente Capo# o Subordinato#
- se un impiegato può avere un solo capo la chiave è Subordinato#
- se un impiegato può avere un solo subordinato la chiave è Capo#

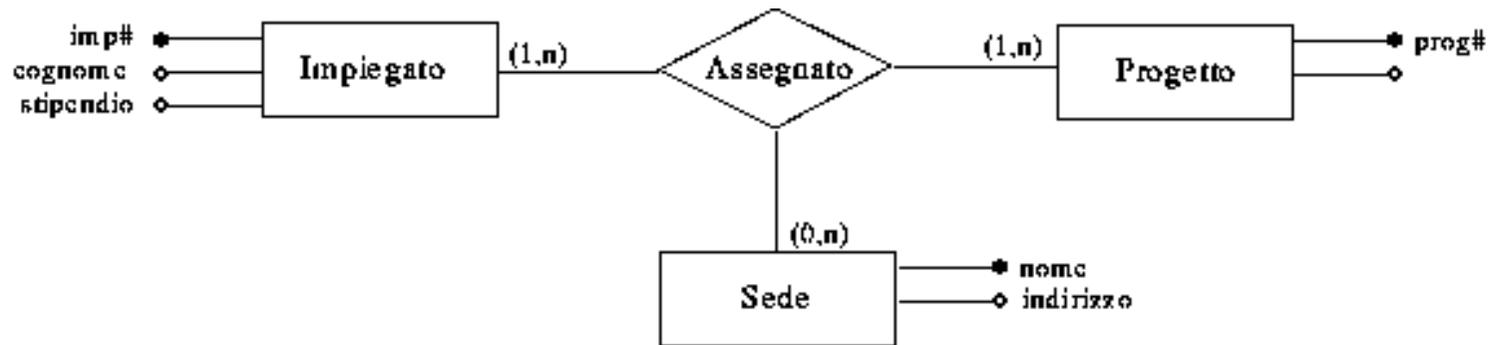
# Fase di traduzione

## Associazione n-aria

- Nuova relazione contenente:
  - chiavi delle entità partecipanti (che diventano chiave della relazione)
  - attributi dell'associazione

# Fase di traduzione

- esempio



Impiegato(Imp#,Cognome,Stipendio)

Progetto(Prog#,Budget)

Sede(Nome,Indirizzo)

Assegnato(Imp# ,Prog# ,NomeSede)

# Fase di traduzione

## Metodologia di traduzione

- due passi fondamentali:
  - 1) generazione delle relazioni corrispondenti alle entità dello schema ER e degli attributi delle relazioni generate
  - 2) generazione delle relazioni corrispondenti alle associazioni presenti nello schema ER che non sono state mappate nelle relazioni generate al passo 1

# Fase di traduzione

## Passo 1

(a) entità  $\Rightarrow$  relazione

attributo di entità  $\Rightarrow$  attributo di relazione

identificatore di entità  $\Rightarrow$  chiave di relazione

(b) associazione  $A$  binaria uno a uno tra  $E_1$  ed  $E_2$   
 $\Rightarrow$  nella relazione che rappresenta  $E_1$  si aggiunge:

- chiave di  $E_2$
- attributi di  $A$

dove  $E_1$  partecipa obbligatoriamente ad  $A$

(se  $A$  è obbligatoria sia per  $E_1$  che per  $E_2$  la scelta è indifferente)

## Fase di traduzione

- (c) associazione A binaria uno a molti tra  $E_1$  ed  $E_2$   
con  $E_1$  dal lato uno  
⇒ nella relazione che rappresenta  $E_1$  si aggiunge:
- chiave di  $E_2$
  - attributi di A
- (d) associazione A unaria uno a uno su entità E  
⇒ nella relazione che rappresenta E si aggiunge:
- chiave di E per uno dei ruoli
  - attributi di A

# Fase di traduzione

- (e) associazione A unaria uno a molti su entità E  
⇒ nella relazione che rappresenta E si aggiunge:
- la chiave di E per il ruolo dal lato molti
  - attributi di A

# Fase di traduzione

## Passo 2

- (a)** associazione A binaria molti a molti o n-aria  
⇒ nuova relazione contenente:
  - chiavi delle relazioni delle entità partecipanti
  - attributi di A
  
- (b)** associazione A unaria molti a molti su entità E  
⇒ nuova relazione contenente:
  - attributi corrispondenti alla chiave di E per ogni ruolo
  - attributi di A

# Fase di traduzione

Studente(Matricola, Nome, Via, Città, NomeCdL)

Tutor(Matricola, OrarioR)

CorsodiLaurea(Nome)

Professore(Nome, Cognome, DataN)

Corso(Nome, NomeCdL, Semestre, NomeP, CognomeP, DataNP)

Esame(MatricolaS, NomeC, NomeCdLC, Data, Voto)

PropedeuticoA(NomeCB, NomeCdLCB, NomeCA, NomeCdLCA)

Commissione(NomeC, NomeCdL, NomeP, CognomeP, DataNP)

Segue(MatricolaS, MatricolaT, NomeC, NomeCdL)