



Il modello E/R

Definizione

- ❑ Il modello E/R rappresenta uno «standard de facto» per la progettazione concettuale di una base dati.
 - Proposto da Peter S. Chen nel 1976.
- ❑ Attraverso una rappresentazione grafica di semplice lettura si semplifica la comunicazione col cliente «non addetto ai lavori»
- ❑ E' una modellazione concettuale: fornisce una rappresentazione astratta della realtà di interesse, che può essere successivamente implementata in modi diversi
 - Nella fase di progettazione logica, il modello ER viene convertito in uno schema logico
- ❑ Tre concetti fondamentali: entità, relazione, attributo

Entità

- ❑ E' un insieme di oggetti della realtà di interesse che possiedono caratteristiche comuni (es. persone, città, ...) e che hanno esistenza autonoma
- ❑ L'istanza (elemento) di un'entità è uno specifico oggetto appartenente a quella entità (es. Enrico, Bologna, ...)
- ❑ Graficamente si rappresenta con un rettangolo
 - Per convenzione, il nome delle entità si indica tipicamente in singolare



Persona

Città

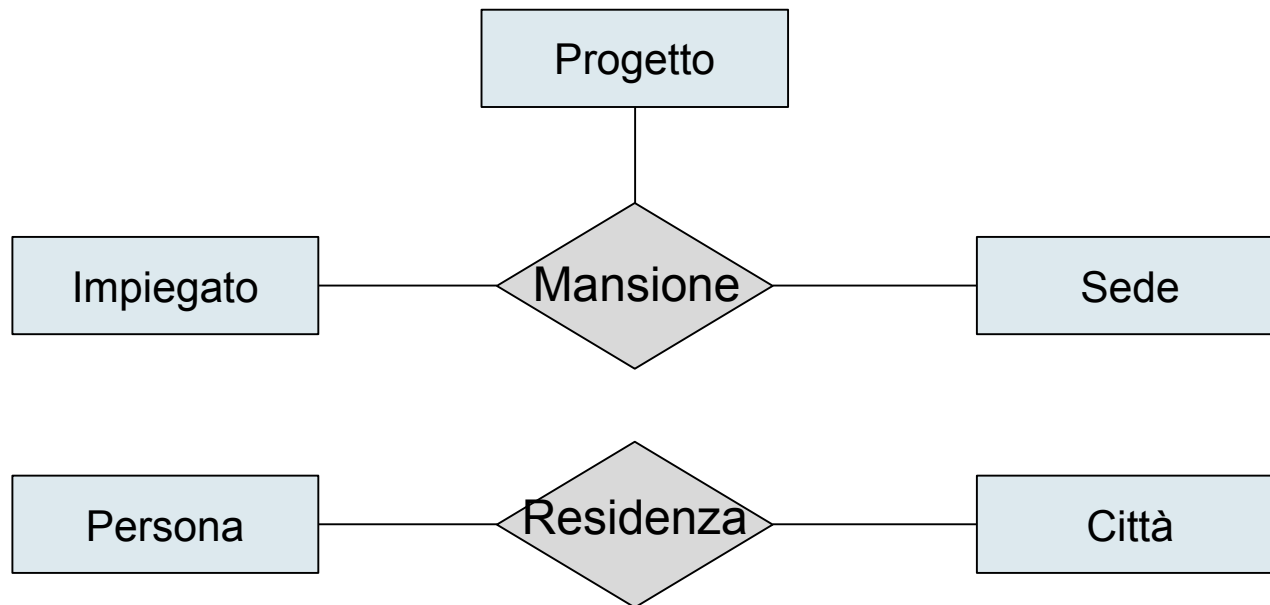
Associazione

- ❑ Rappresenta un legame logico tra due o più entità; un'entità può essere legata con se stessa, e più relazioni possono esistere tra le stesse entità.
- ❑ L'istanza di un'associazione è la combinazione di istanze delle entità che prendono parte all'associazione
- ❑ Graficamente si rappresenta con un rombo
 - Se Enrico è un'istanza di Persona e Bologna è un'istanza di Città, la coppia (Enrico, Bologna) è un'istanza dell'associazione Residenza



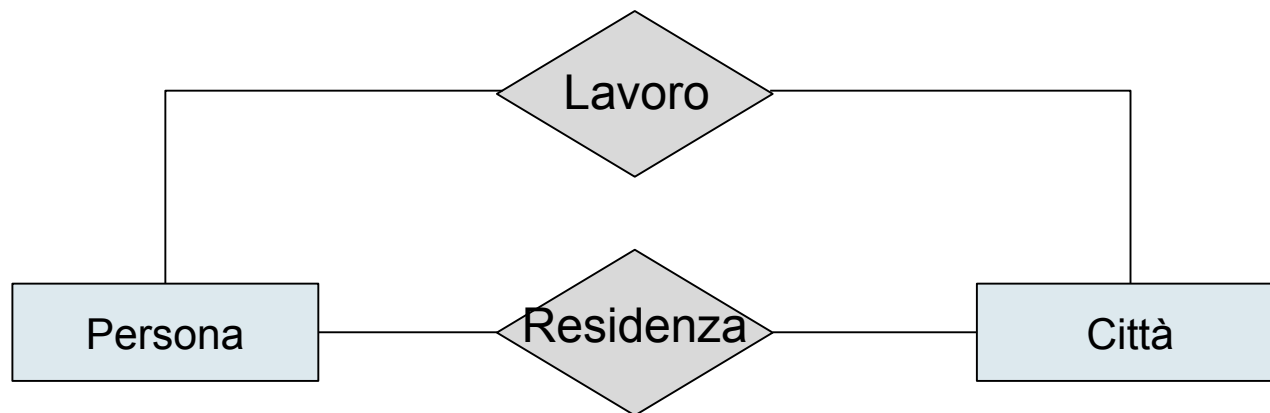
Associazione

- Un'associazione può legare più di due entità
 - Si parla di associazione **binaria** se le entità sono 2
 - Si parla di associazione **ternaria** se le entità sono 3



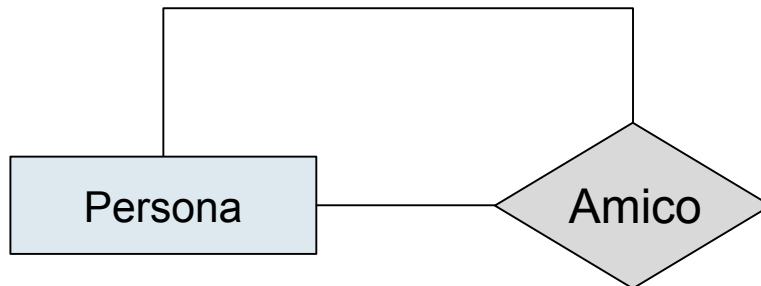
Associazione

- ❑ Tra due entità possono esistere più associazioni (di significato ovviamente diverso)



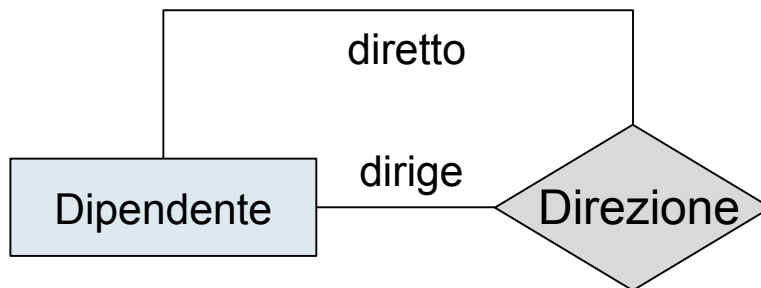
Associazione

- ❑ Un'associazione può mettere in relazione le istanze di una stessa entità (associazione ad anello)
- ❑ Un'associazione ad anello può essere:
 - **Simmetrica**: $(a,b) \in A \Rightarrow (b,a) \in A$
 - **Riflessiva**: $(a,a) \in A$
 - **Transitiva**: $(a,b) \in A, (b,c) \in A \Rightarrow (a,c) \in A$
- ❑ L'associazione Amico è simmetrica



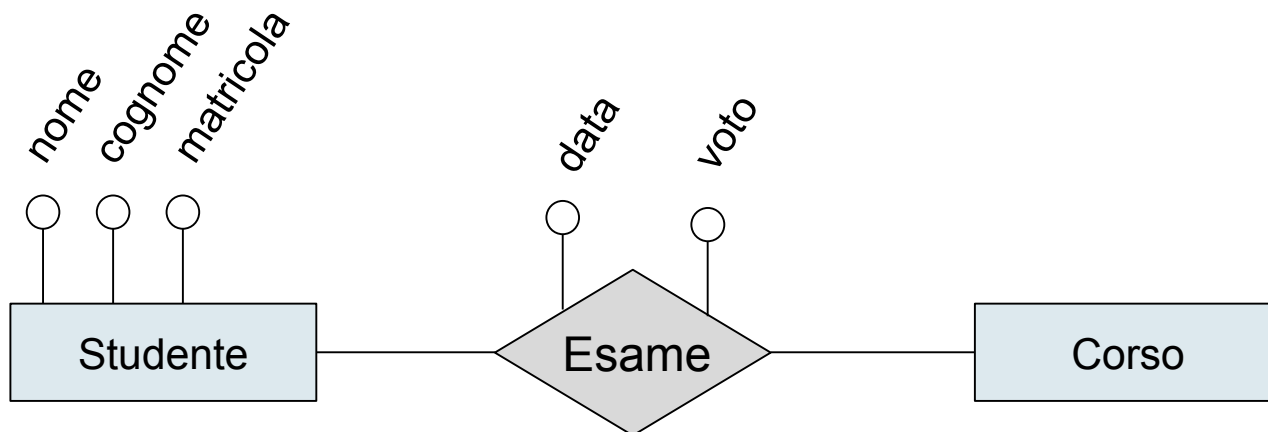
Associazione

- ❑ Se l'associazione non è simmetrica, ogni ramo dell'associazione deve specificare il relativo ruolo



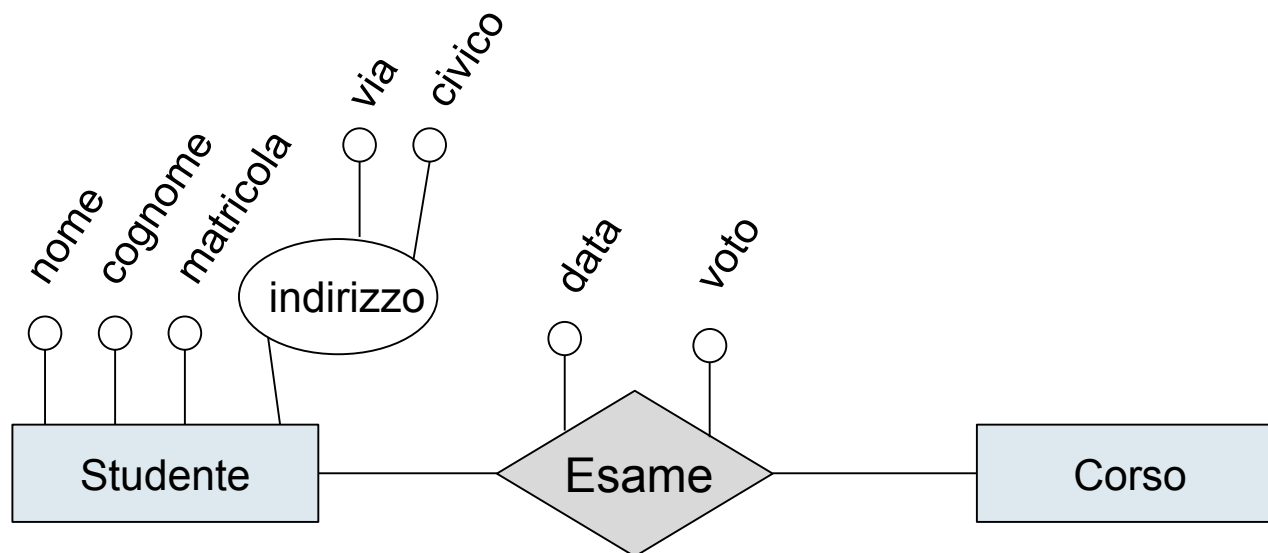
Attributi

- ❑ Un attributo è una proprietà elementare di un'entità o di un'associazione
 - Ogni attributo è definito su un dominio di valori: ad ogni istanza di entità (o di associazione) è associato un valore del corrispondente dominio
- ❑ Graficamente:



Attributi

- Si possono definire attributi **composti**, aggregando attributi che presentano una forte affinità nell'uso e nel significato
 - Si definiscono **semplici** gli attributi non-composti



Vincoli

- ❑ In ogni schema E/R sono presenti dei vincoli
- ❑ Alcuni sono **impliciti**, in quanto dipendono dalla semantica stessa dei costrutti del modello:
 - Ogni istanza di associazione deve riferirsi a istanze di entità
 - Istanze diverse della stessa associazione devono riferirsi a differenti combinazioni di istanze delle entità partecipanti all'associazione
- ❑ Altri vincoli sono **espliciti**, e vengono definiti da chi progetta lo schema E/R sulla base della conoscenza della realtà che si sta modellando
 - Vincoli di cardinalità (per associazioni e attributi)
 - Vincoli di identificazione

Vincoli di cardinalità

- Sono coppie di valori (**min-card**, **max-card**) associati a ogni entità che partecipa a un'associazione, che specificano il numero minimo e massimo di istanze dell'associazione a cui un'istanza dell'entità può partecipare
 - $\text{min-card}(\text{Persona}, \text{Residenza}) = 1$: una persona deve avere una residenza
 - $\text{max-card}(\text{Persona}, \text{Residenza}) = 1$: una persona può avere una sola residenza
 - $\text{min-card}(\text{Città}, \text{Residenza}) = 0$: una città può non avere alcun residente
 - $\text{max-card}(\text{Città}, \text{Residenza}) = n$: una città può avere un numero arbitrario di residenti

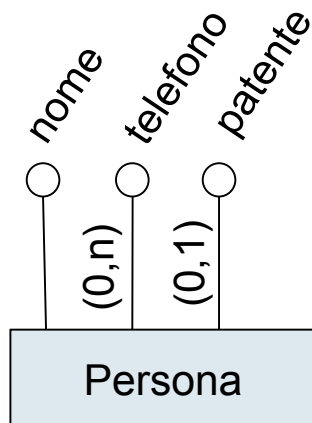


Vincoli di cardinalità

- Nel caso di un'associazione binaria A tra due entità E1 ed E2 (non necessariamente distinte), si dice che:
 - A è **uno a uno** se le cardinalità massime di entrambe le entità rispetto ad A sono 1
 - A è **uno a molti** se $\max\text{-card}(E1, A) = n$ e $\max\text{-card}(E2, A) = 1$, oppure se $\max\text{-card}(E2, A) = n$ e $\max\text{-card}(E1, A) = 1$
 - A è **molti a molti** se $\max\text{-card}(E1, A) = n$ e $\max\text{-card}(E2, A) = n$
- Si dice inoltre che:
 - La partecipazione di E1 in A è **opzionale** se $\min\text{-card}(E1, A) = 0$
 - La partecipazione di E1 in A è **obbligatoria** (o totale) se $\min\text{-card}(E1, A) = 1$

Vincoli di cardinalità

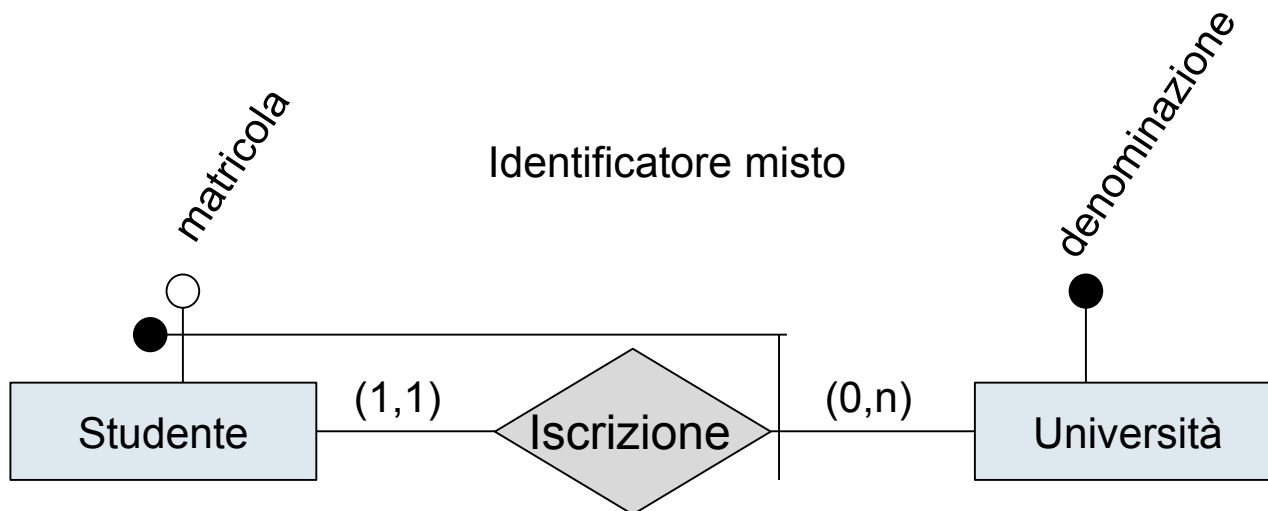
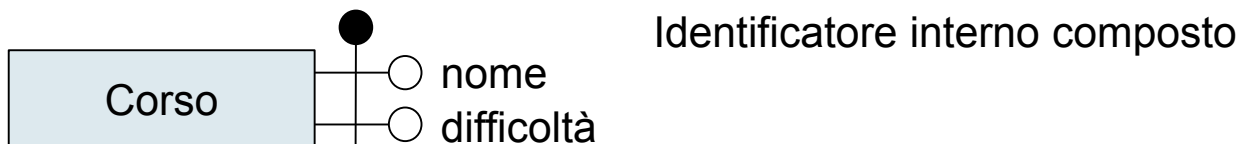
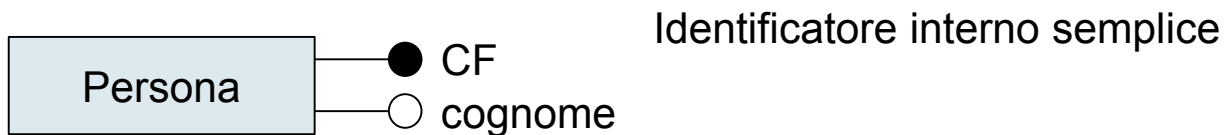
- ❑ I vincoli di cardinalità possono essere specificati anche sugli attributi, per indicare il numero minimo e massimo di valori dell'attributo che possono essere associati ad un'istanza della corrispondente associazione o entità
 - Se non specificato, il valore sottointeso è (1,1)
 - Si parla di **attributo opzionale** se la cardinalità minima è 0



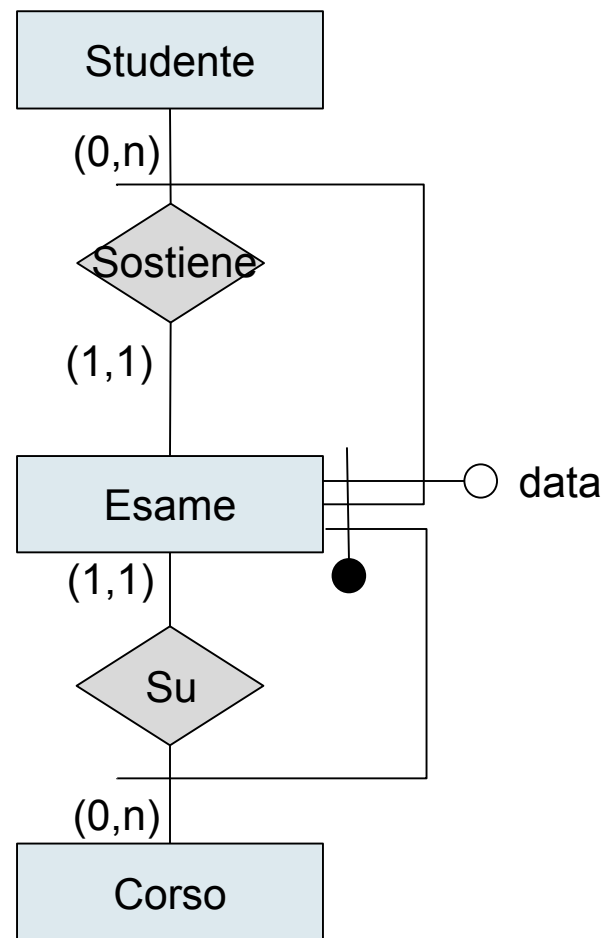
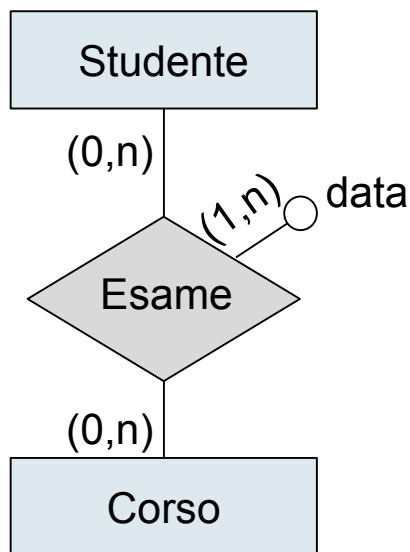
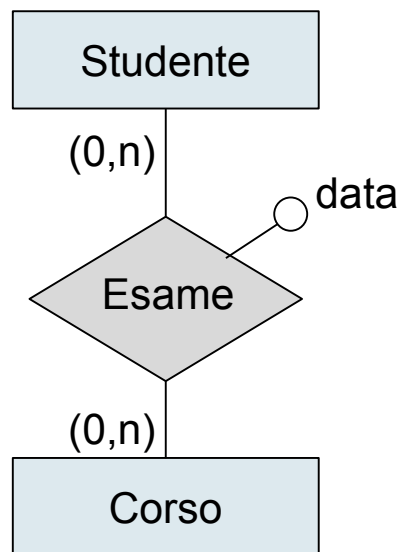
Identificatori

- ❑ Un identificatore ha lo scopo di permettere **l'individuazione univoca** delle istanze di un'entità
- ❑ Deve valere anche la **proprietà di minimalità**: nessun sottoinsieme proprio dell'identificatore deve a sua volta essere un identificatore
- ❑ Per definire un identificatore per un'entità E si hanno due possibilità di base:
 - **Identificatore interno**: si usano uno o più attributi di E
 - **Identificatore esterno**: si usano altre (una o più) entità, collegate a E da associazioni, più eventuali attributi di E
 - **Identificatore misto**: si usano sia altre entità, sia attributi propri
- ❑ Se il numero di elementi (attributi o entità) che costituiscono l'identificatore è pari a 1 si parla di **identificatore semplice**, altrimenti l'identificatore è **composto**

Identificatori: esempi



Attributi sulle associazioni



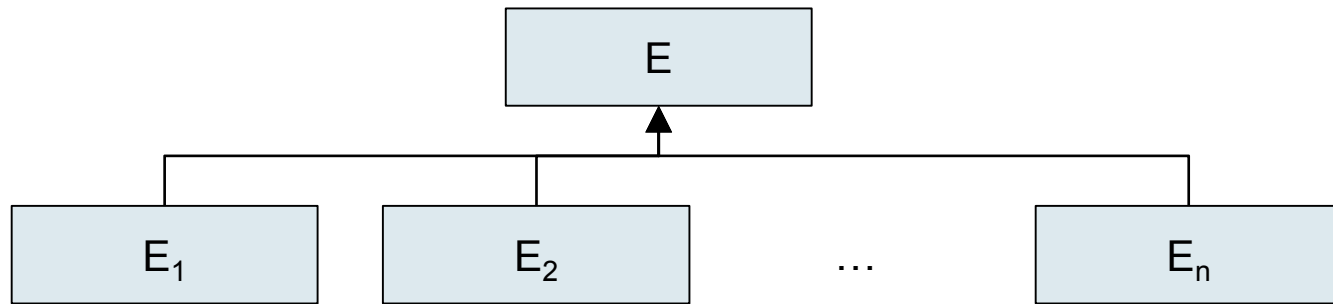
- ❑ 1) Uno studente può sostenere un solo esame per un corso
- ❑ 2) Uno studente può sostenere più esami per un corso, anche nella stessa data
- ❑ 3) Uno studente può sostenere più esami per un corso, ma solo in date diverse

Associazioni ternarie

- ❑ Quando in un'associazione ternaria esistono dipendenze funzionali tra le entità in gioco è preferibile sostituire la ternaria con una coppia di binarie, che modellano esplicitamente i vincoli del problema (es. la modellazione di lezioni come relazione tra aula, giorno e corso).
- ❑ Se una (o più) entità partecipano con cardinalità massima 1 a un'associazione ternaria siamo in presenza di una “falsa ternaria” che può essere sempre modellata attraverso due binarie (es. la modellazione delle relazioni tra una partita di calcio e le due squadre che partecipano, una in casa e una fuori).

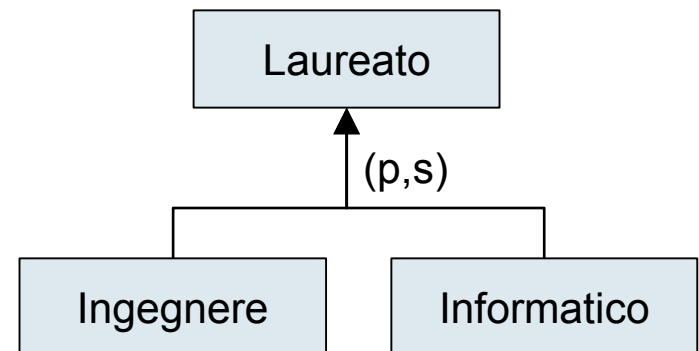
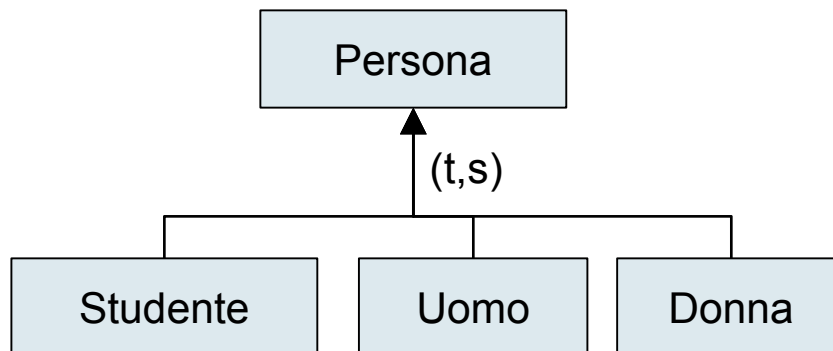
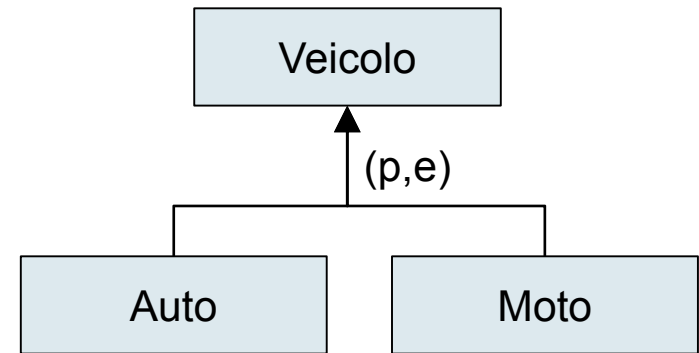
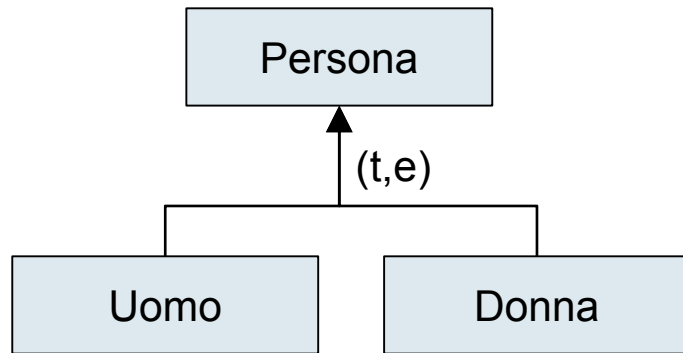
Gerarchie di generalizzazione

- Un'entità E è una generalizzazione di un gruppo di entità $E_1, E_2, \dots, E_n$ se ogni istanza di $E_1, E_2, \dots, E_n$ è anche un'istanza di E
 - Le entità $E_1, E_2, \dots, E_n$ sono dette specializzazioni di E



- Per le gerarchie di generalizzazione va anche specificato il tipo di copertura (**totale/parziale**, **esclusiva/sovrapposta**)
- Le proprietà di E sono ereditate da $E_1, E_2, \dots, E_n$: ogni E_i ha gli attributi di E e partecipa alle associazioni definite per E (non vanno quindi replicati nello schema)

Gerarchie di generalizzazione



Gerarchie di generalizzazione

- ❑ Gli attributi e le associazioni comuni a tutte le specializzazioni vanno indicate sull'entità più astratta
- ❑ Le generalizzazioni vengono utilizzate per rappresentare aspetti statici (es. la suddivisione delle persone in uomini e donne); gli aspetti dinamici vanno invece modellati con associazioni (es. invece di suddividere le persone in sposati e single, modellare l'entità Matrimonio)
- ❑ Attenzione a non confondere entità con istanze di entità tentando di modellare attraverso gerarchie la conoscenza di specifiche istanze
- ❑ Attenzione a non modellare attraverso gerarchie i ruoli che un'entità assume in diversi periodi temporali o in relazione ad altre entità

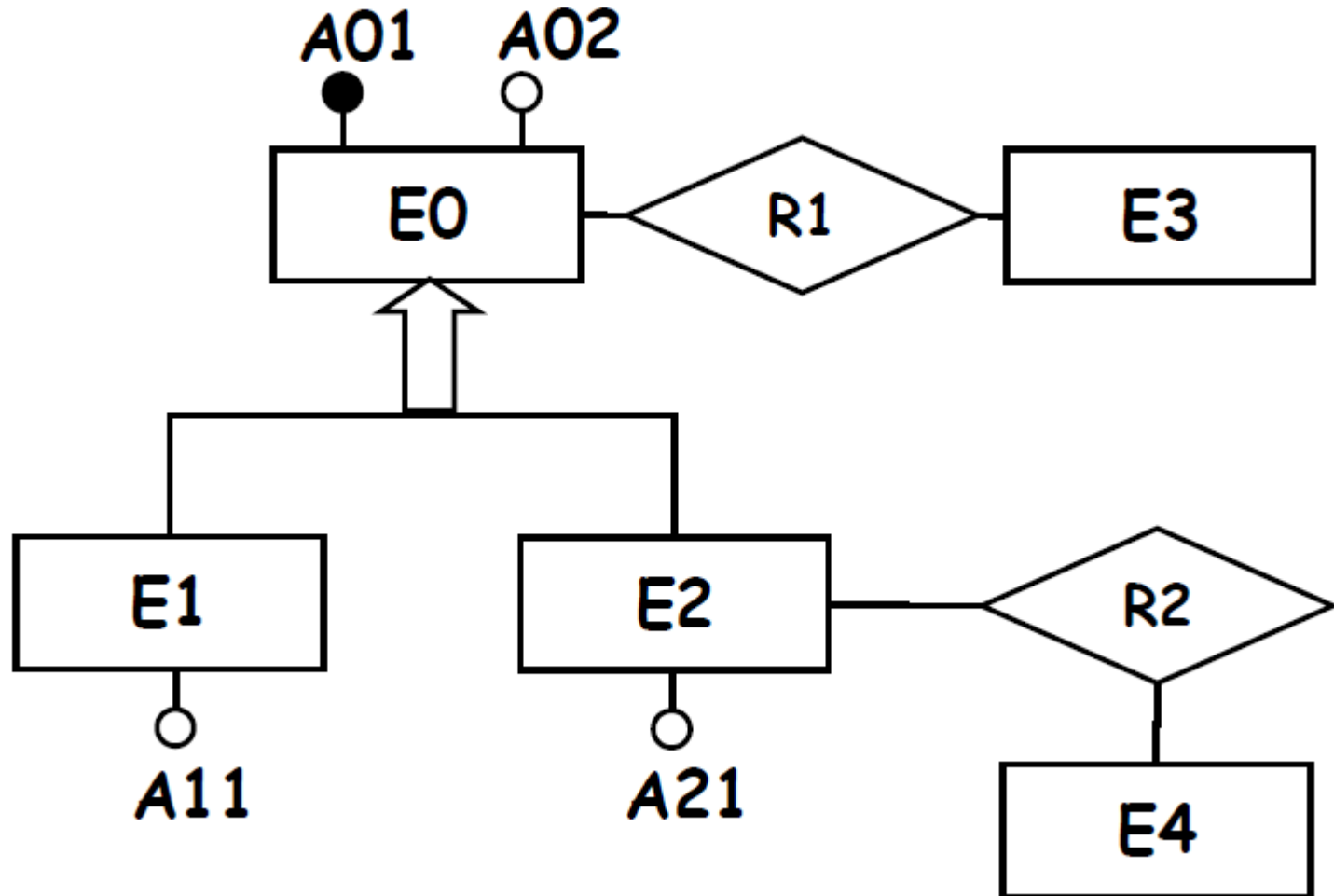
Limiti del modello E/R

- ❑ Per quanto più espressivo di uno schema relazionale, uno schema E/R non è sufficiente a rappresentare tutti gli aspetti di interesse
 - I nomi dei vari concetti possono non essere sufficienti per comprenderne il significato
 - Non tutti i vincoli di integrità sono esprimibili in uno schema E/R
 - per sostenere un esame è necessario avere sostenuto tutti gli esami propedeutici
 - un laureando deve aver sostenuto almeno tutti gli esami dei primi anni
- ❑ In fase di progettazione bisogna quindi fornire un'ulteriore documentazione appropriata a corredo dello schema

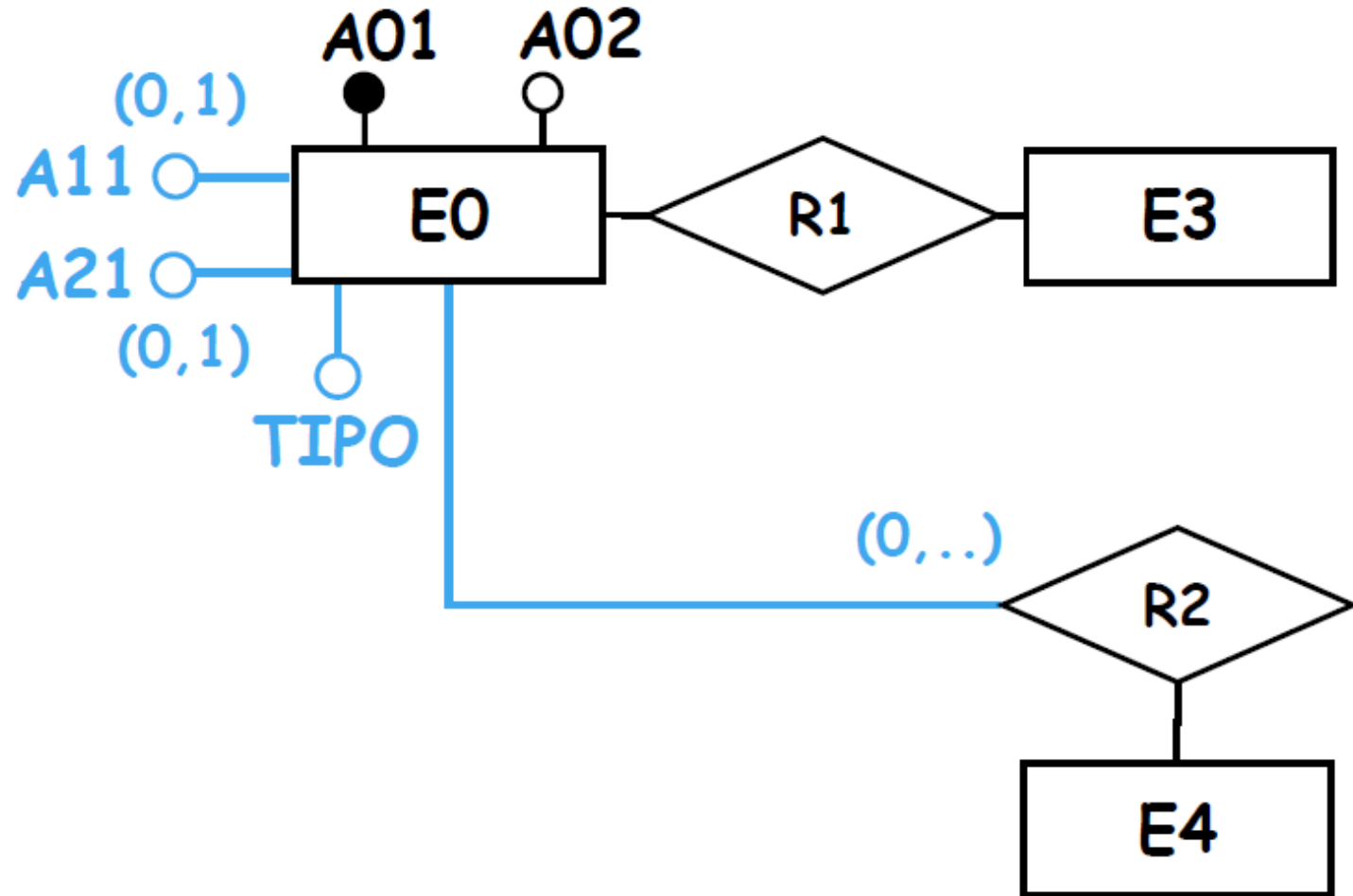
Eliminazione delle gerarchie

- ❑ Il modello relazionale non può rappresentare direttamente le generalizzazioni.
- ❑ Entità e associazioni sono invece direttamente rappresentabili.
- ❑ Si eliminano perciò le gerarchie, sostituendole con entità e relazioni.
- ❑ Vi sono **3 possibilità** (più altre soluzioni intermedie):
 - accorpare le entità figlie nel genitore (collasso verso l'alto);
 - accorpare il genitore nelle entità figlie (collasso verso il basso);
 - sostituire la generalizzazione con associazioni.

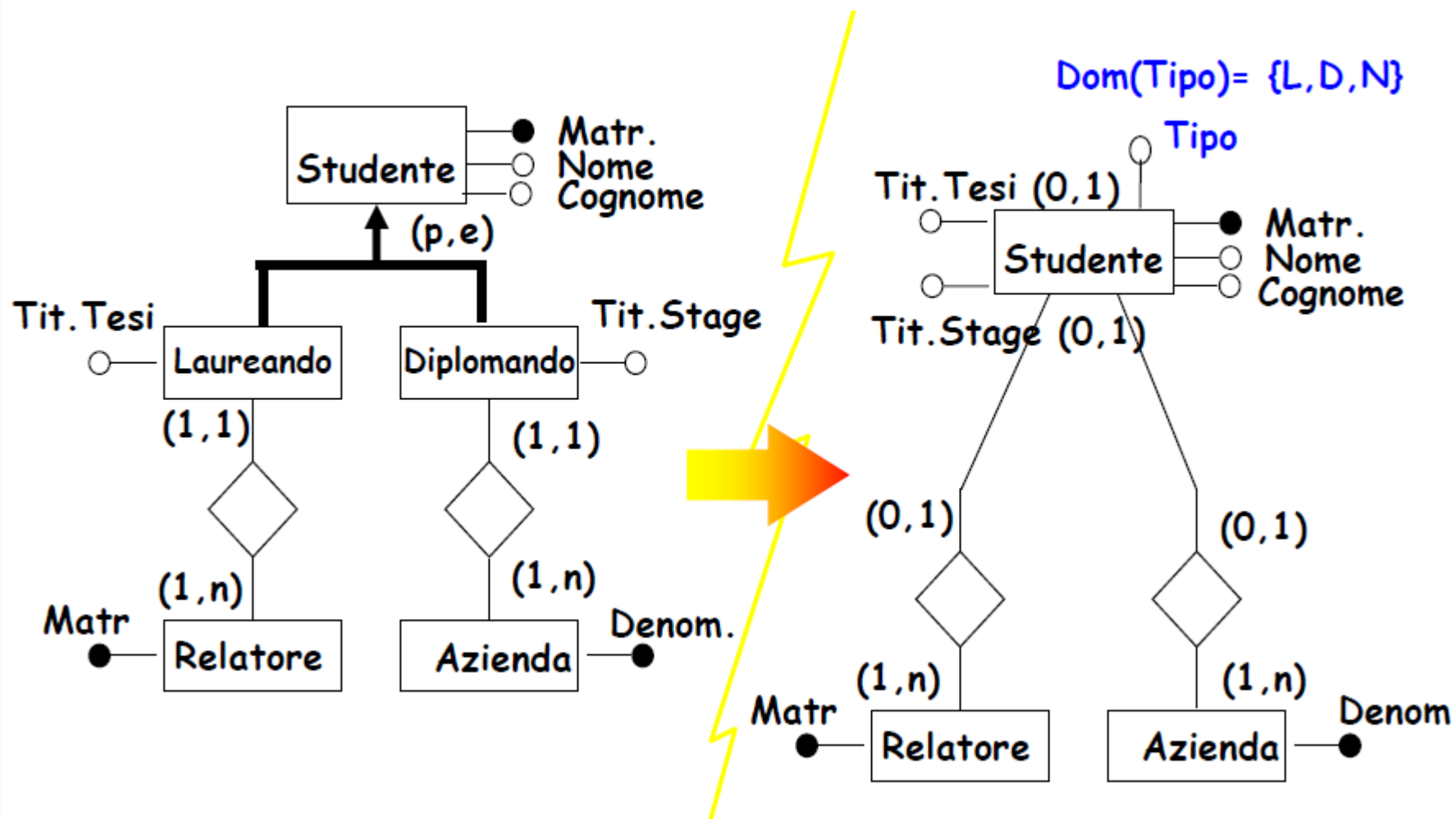
Schema di riferimento



1. Collasso verso l'alto...

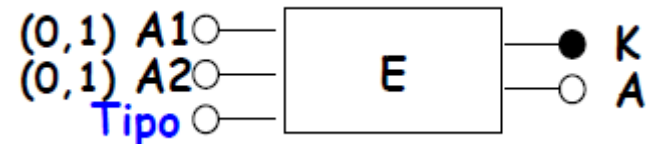


1. Esempio



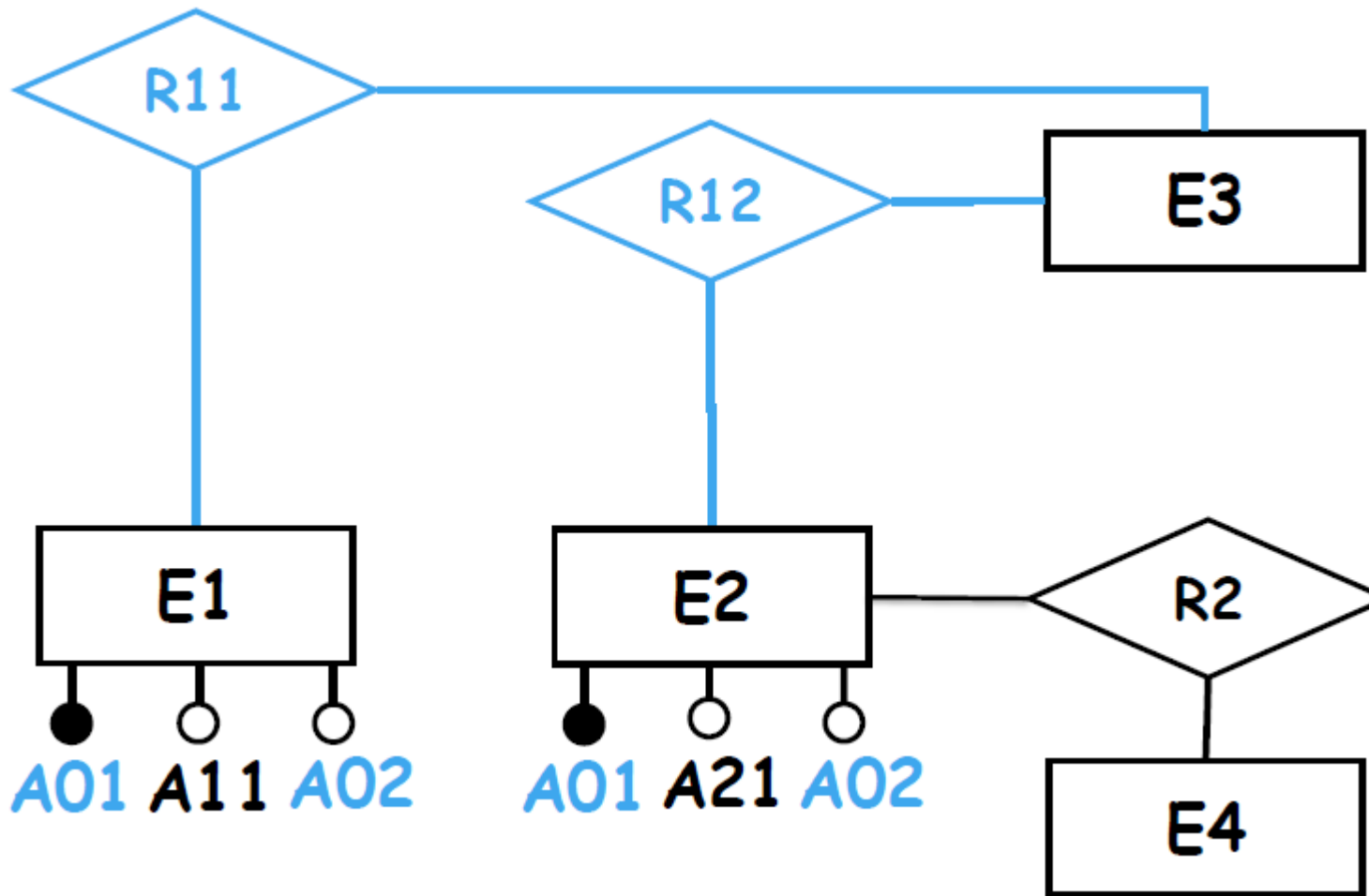
Collasso verso l'alto: osservazioni

- ❑ “Tipo” è un attributo **selettore** che specifica se una singola istanza di E appartiene a una delle N sotto-entità.

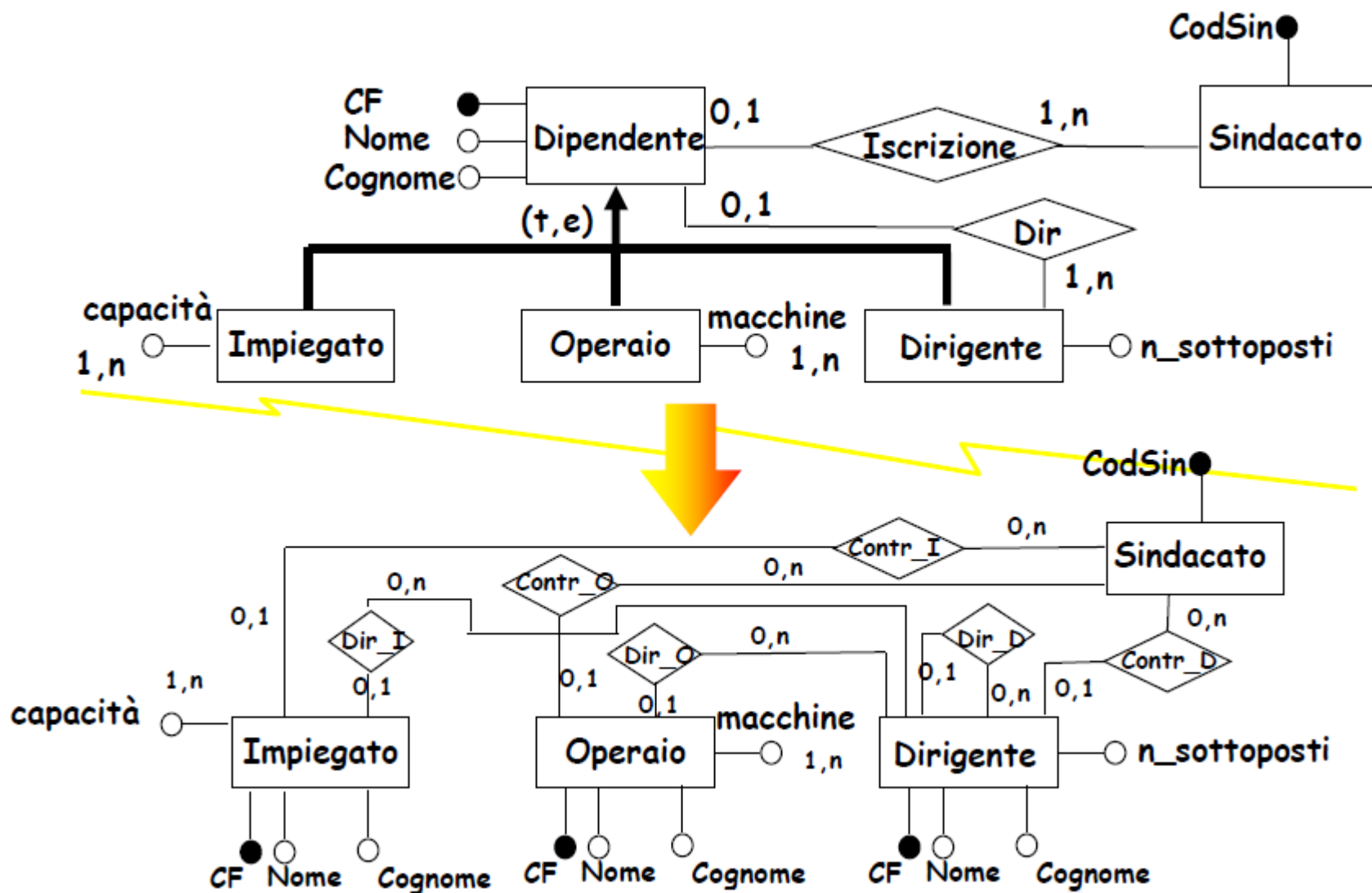


- ❑ **Copertura**
 - **totale esclusiva**: Tipo assume N valori, quante sono le sotto-entità;
 - **parziale esclusiva**: Tipo assume N+1 valori; il valore in più serve per le istanze che non appartengono a nessuna sotto-entità;
 - **sovrapposta**: occorrono tanti selettori quante sono le sotto-entità, ciascuno a valore booleano Tipo_i, che è vero per ogni istanza di E che appartiene a E_i; se la copertura è parziale i selettori possono essere tutti falsi, oppure si può aggiungere un selettore.
- ❑ Le eventuali associazioni connesse alle sotto-entità si trasportano su E, le eventuali cardinalità minime diventano 0.

2. Collasso verso il basso...

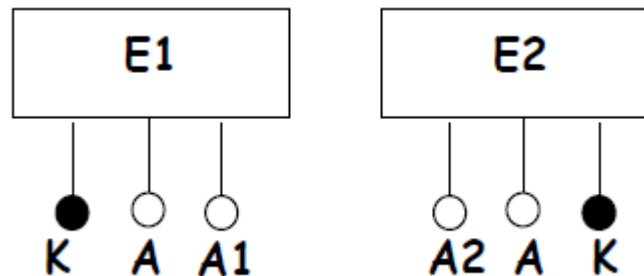


2. Esempio

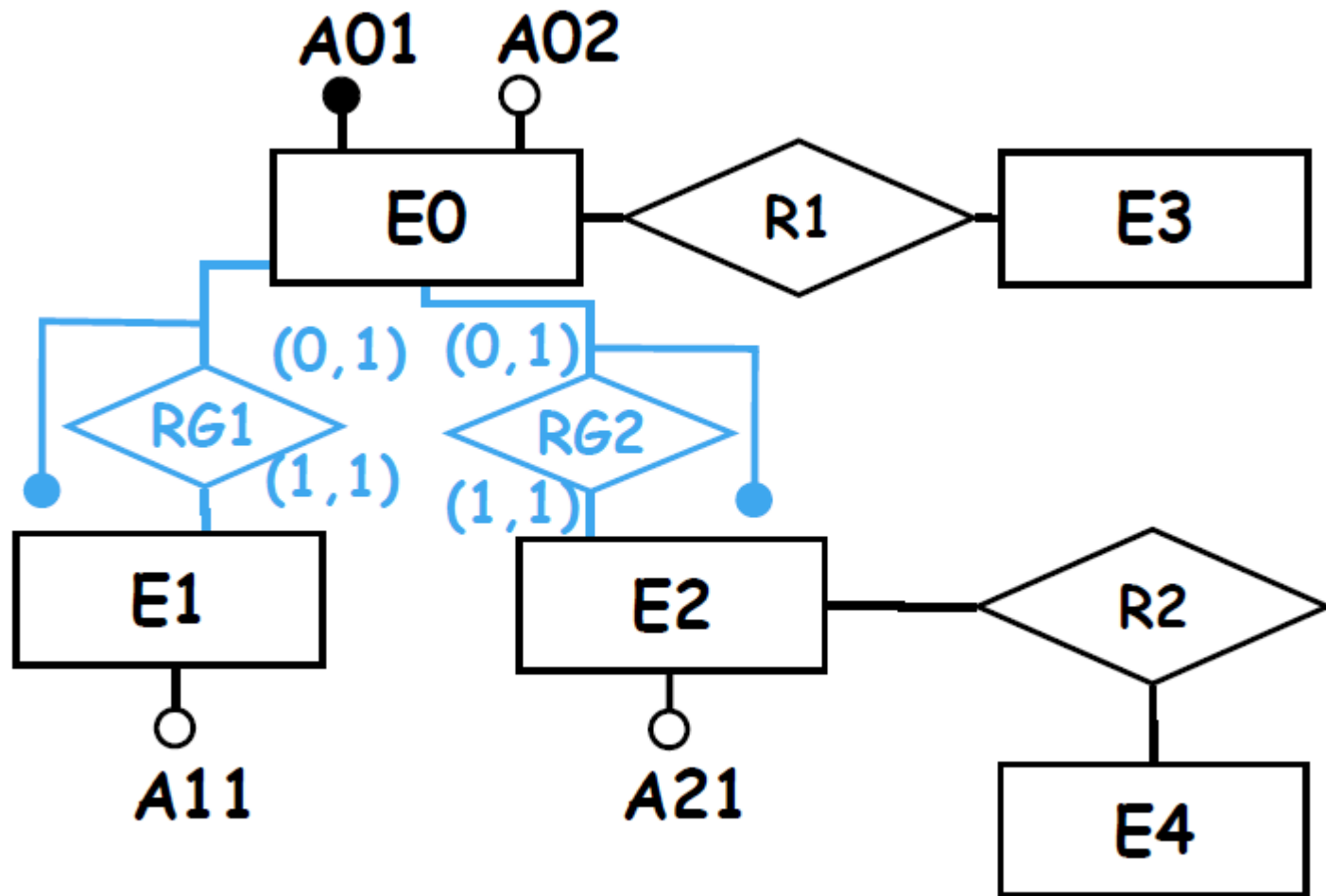


Collasso verso il basso: osservazioni

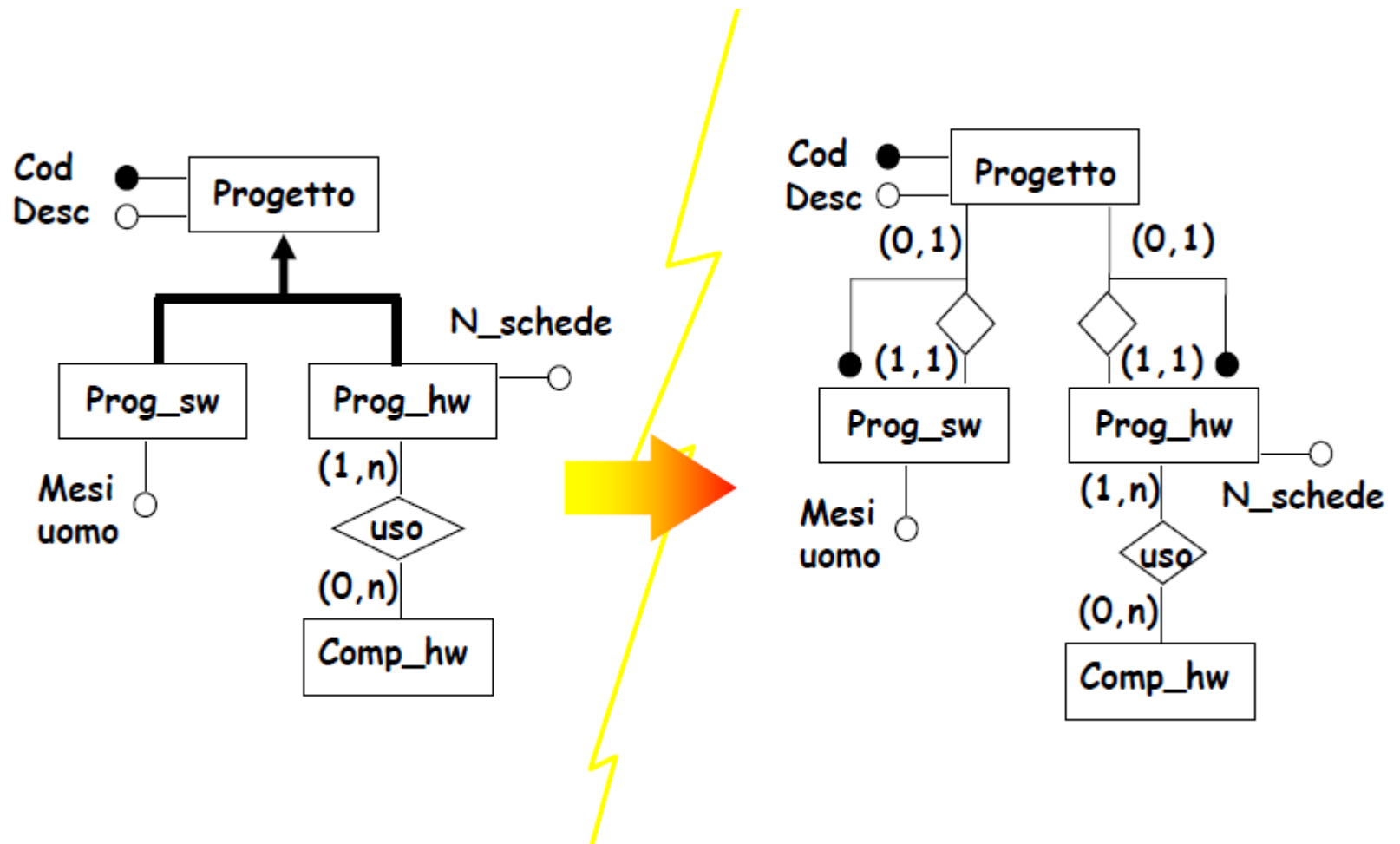
- ❑ Se la copertura non è completa, il collasso verso il basso non si può applicare:
 - non si saprebbe infatti dove collocare le istanze di E che non sono né in E1, né in E2.
- ❑ Se la copertura non è esclusiva, si introduce ridondanza:
 - una certa istanza può essere sia in E1 sia in E2, e quindi si rappresentano due volte gli attributi che provengono da E.



3. Sostituire con associazioni...



3. Esempio



Sostituire con associazioni: osservazioni

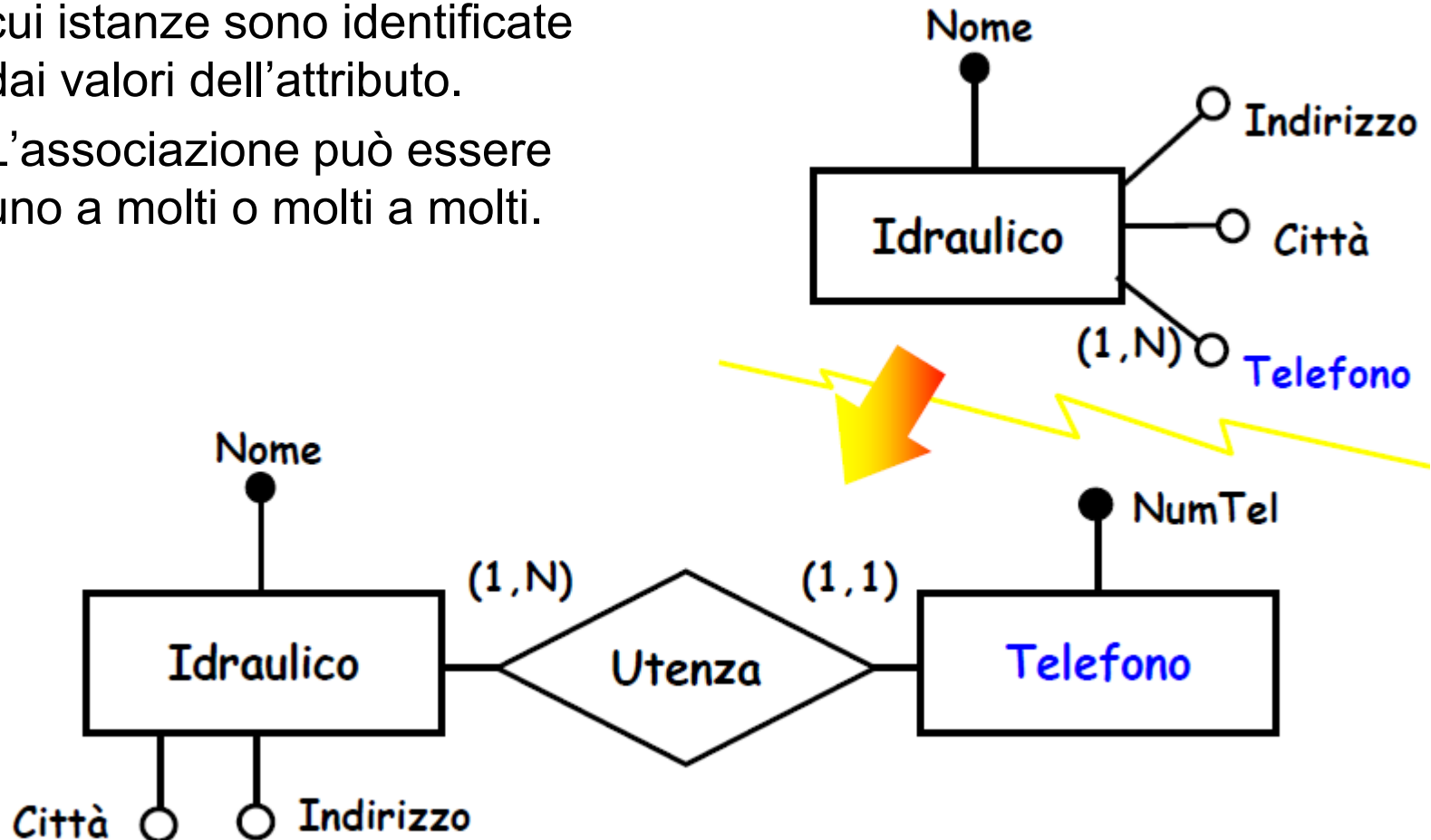
- ❑ Tutte le entità vengono mantenute: le entità **figlie** sono in associazione binaria con l'entità **padre** e sono **identificate esternamente**.
- ❑ La sostituzione con associazioni è sempre possibile, indipendentemente dalla copertura della gerarchia.

Quale alternativa scegliere?

- ❑ La scelta fra le alternative illustrate si può fare considerando sia il numero degli accessi sia l'occupazione di spazio.
- ❑ È possibile seguire alcune **semplici regole generali** (ovvero: **mantieni insieme ciò che viene usato insieme**):
 1. conviene se gli accessi all'entità padre e alle entità figlie sono contestuali;
 2. conviene se gli accessi alle entità figlie sono distinti, ma d'altra parte è possibile solo con generalizzazioni totali;
 3. conviene se gli accessi alle entità figlie sono separati dagli accessi al padre.
- ❑ Sono anche possibili soluzioni “**ibride**”, soprattutto in presenza di gerarchie a più livelli.

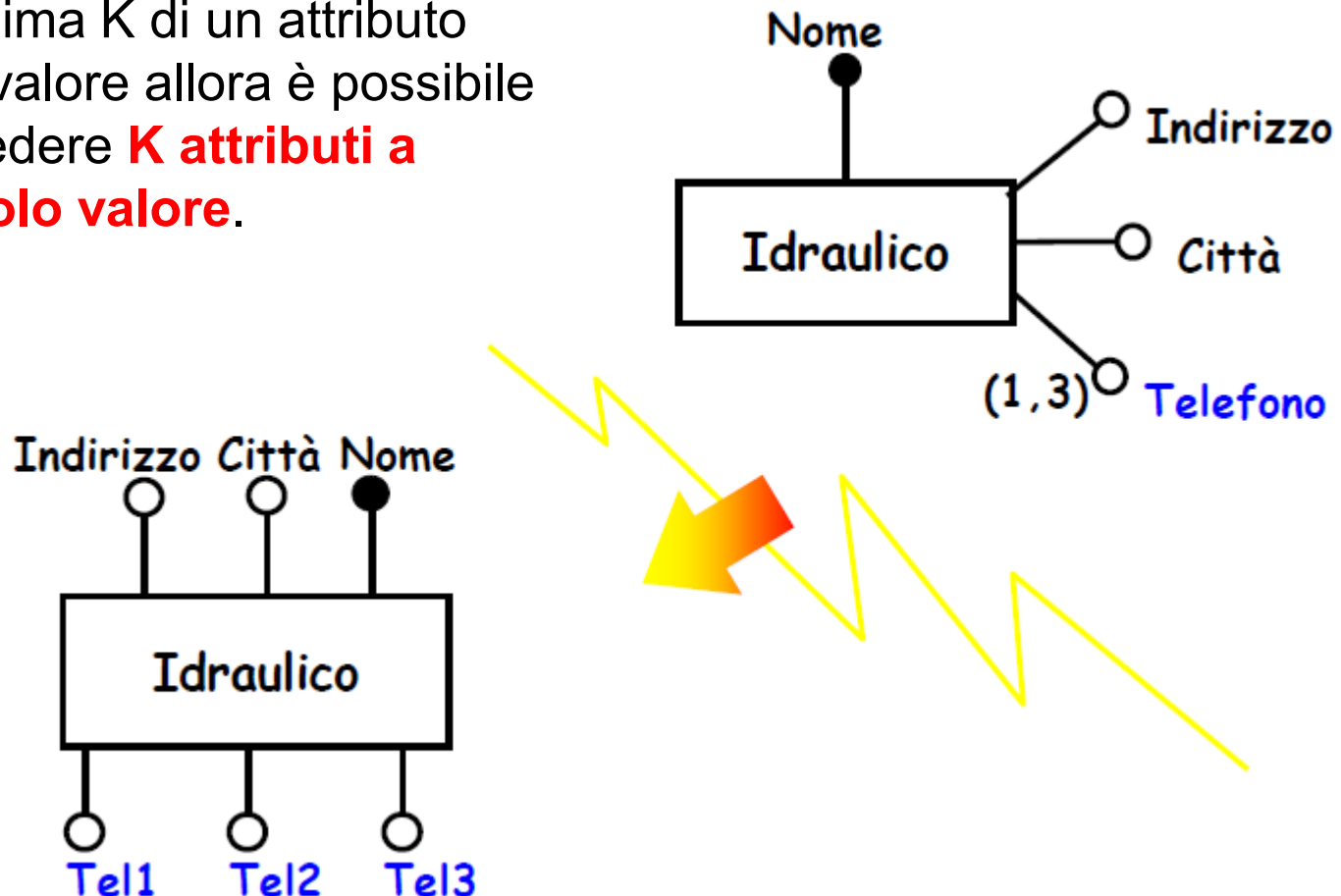
Eliminazione di attributi multivalore (1)

- Si introduce una **nuova entità** le cui istanze sono identificate dai valori dell'attributo.
- L'associazione può essere uno a molti o molti a molti.



Eliminazione di attributi multivalore (2)

- Se è nota la cardinalità massima K di un attributo multivalore allora è possibile prevedere **K attributi a singolo valore**.



Eliminazione di attributi multivalore (3)

- Se un valore dell'attributo multivalore compare una sola volta nella ripetizione esso può costituire **l'identificatore** della nuova entità (o una sua parte).

