



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

# Diagramma Entità Relazione

## Basi di Dati

*Corso di Laurea in Informatica per il Management*

*Alma Mater Studiorum - Università di Bologna*

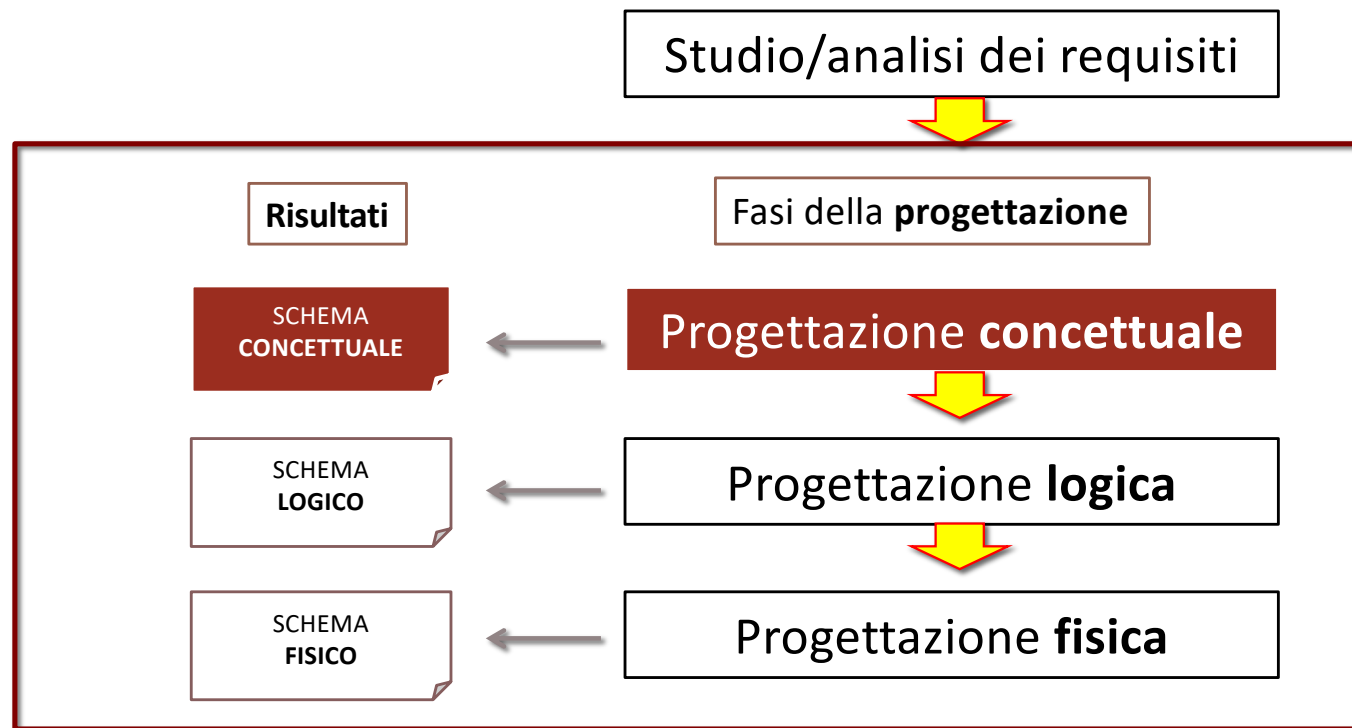
---

**Prof. Marco Di Felice**

Dipartimento di Informatica – Scienza e Ingegneria

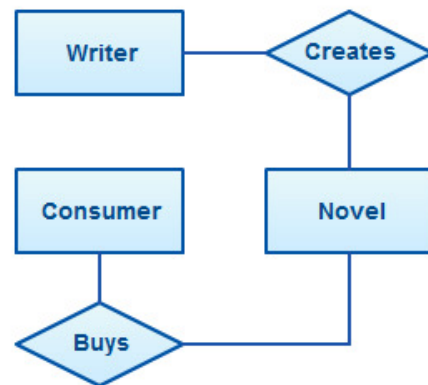
marco.difelice3@unibo.it

# Progettazione di DB

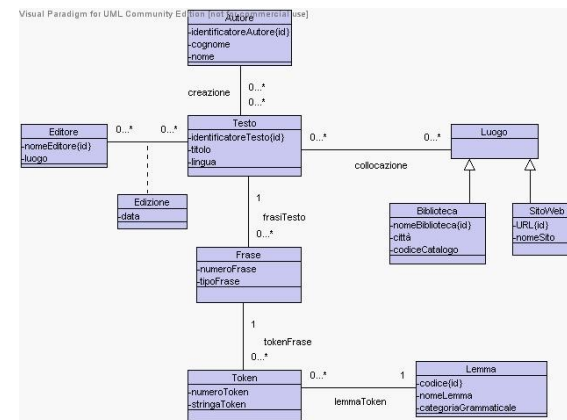


# Progettazione di DB

Sono disponibili molti **modelli concettuali** per la progettazione di basi di dati:



**MODELLO ENTITA'  
-RELAZIONE (ER)**



**UNIFIED MODELING  
LANGUAGE (UML)**

# Modello E-R

---

Modello **Entità-Relazione** → Modello per la **rappresentazione concettuale** dei dati ad alto livello di astrazione proposto nel 1976.

E' basato su rappresentazione grafica (**diagramma**).

- Utile per modellare i dati di interesse di un DB.
- Utile come documentazione di un DB.
- Indipendente dal modello logico in uso e dal DBMS di riferimento.

# Modello E-R

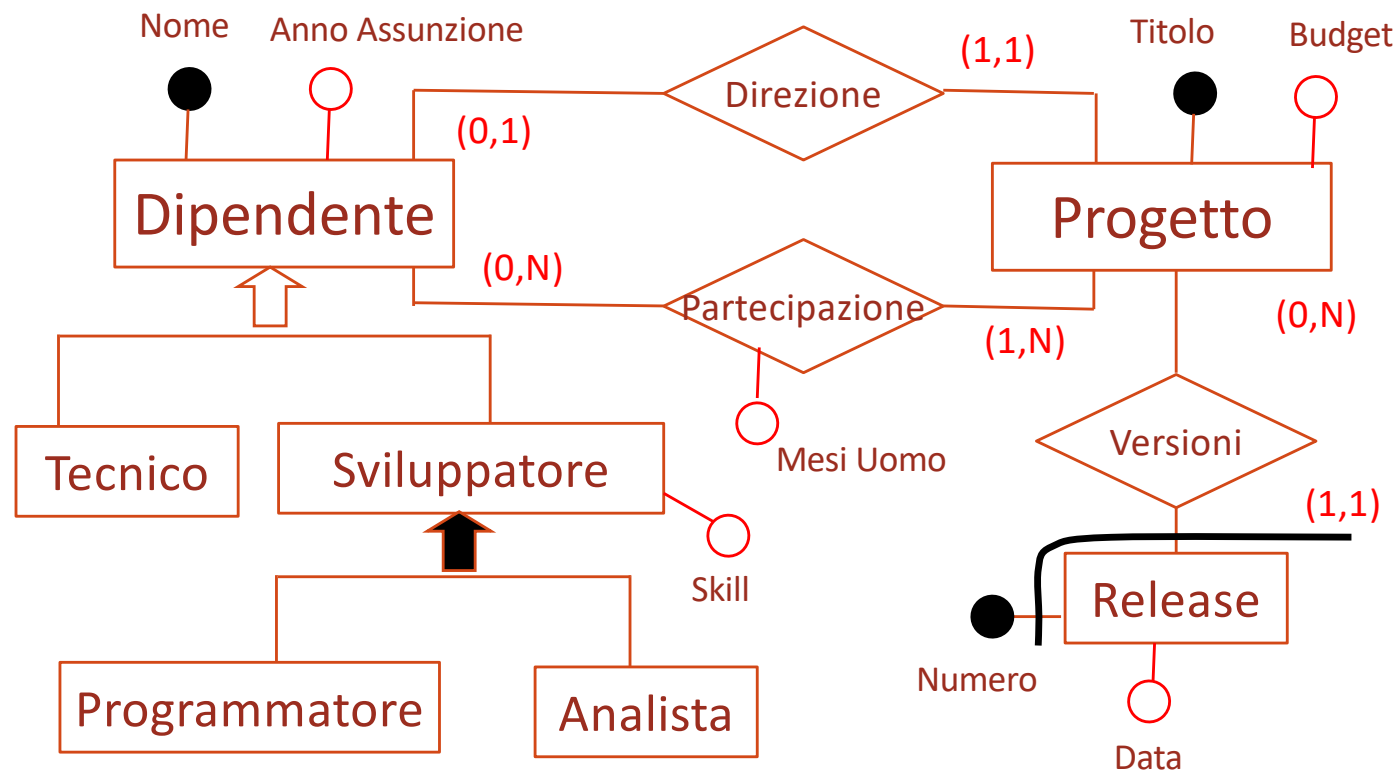
---

## ANALISI REQUISITI



Si vuole realizzare una base di dati di una Software House, di cui si vogliono rappresentare i dati dei dipendenti e dei progetti. Ogni dipendente e' identificato da un nome, ed ha una stipendio e data di assunzione. I dipendenti possono far parte di progetti software. E' consentito ad un dipendente di partecipare a piu' di un progetto, allocando mesi-uomo su ciascun progetto. Inoltre, ogni progetto ha un direttore unico tra i dipendenti che vi partecipano. Ogni progetto ha un titolo univoco, un budget, e puo' disporre di diverse release. Ad ogni release di un progetto e' associato un numero progressivo ed una data. Tra i dipendenti, si vogliono gestire i dati dei tecnici e degli sviluppatori. Di ogni sviluppatore, si vuole tenere traccia delle skill specifiche. Gli sviluppatori sono ulteriormente suddivisi in Programmatori ed Analisti.

# Modello E-R



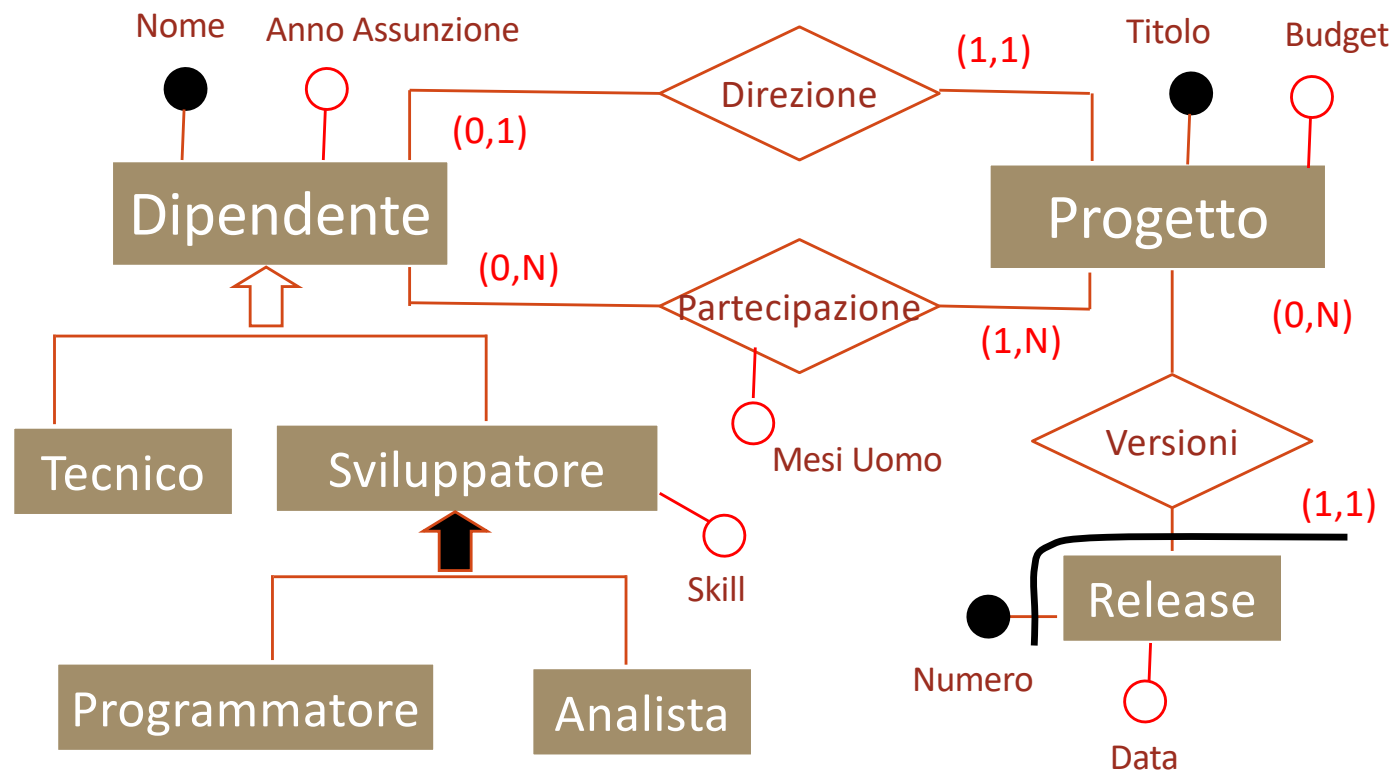
# Modello E-R

---

## COMPONENTI DI UN DIAGRAMMA E-R

- **Entità**
- Relazioni
- Attributi
- Cardinalità delle relazioni
- Cardinalità degli attributi
- Identificatori
- Generalizzazioni

# Modello E-R





# Modello E-R

**Entità** → Classe di oggetti (fatti, persone, cose) della realtà di interesse con proprietà comuni e con esistenza autonoma.

Esempi: IMPIEGATO, STUDENTE, PROFESSORE ...

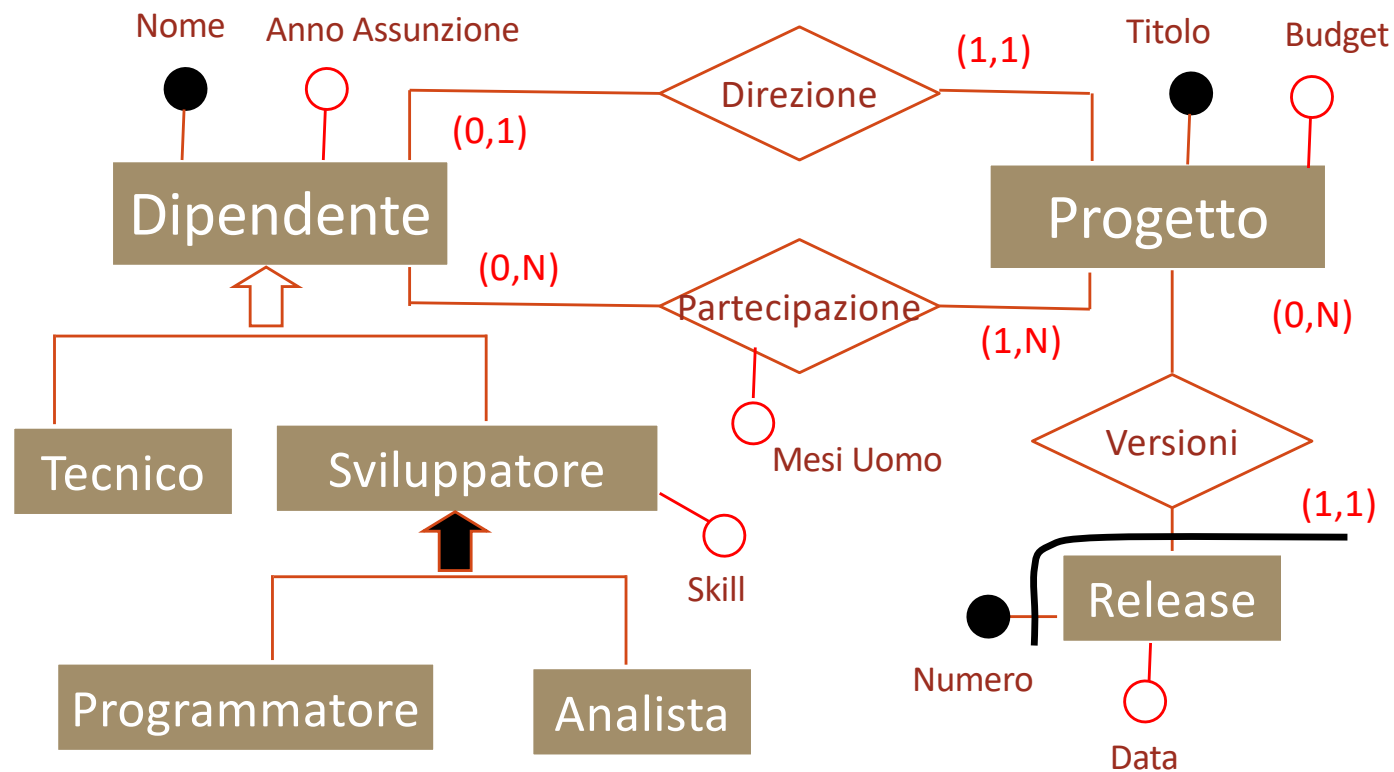
Graficamente, un'entità viene rappresentata attraverso un **rettangolo** (con nome dell'entità al centro).

Impiegato

Studente

Professore

# Modello E-R



# Modello E-R

---

In prima approssimazione, **un'entità può essere tradotta in una tabella** (del modello relazionale), di cui però non è ancora definito lo schema.

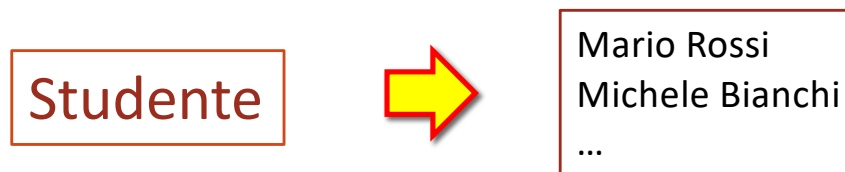


# Modello E-R

---

Ad ogni entità è associato un **nome**, che identifica l'oggetto rappresentato. Per convenzione, si usano **nomi al singolare** per rappresentare entità.

L'**istanza di un'entità** è uno specifico oggetto appartenente a quell'entità (es. una specifica persona, uno specifico studente, uno specifico professore, etc).



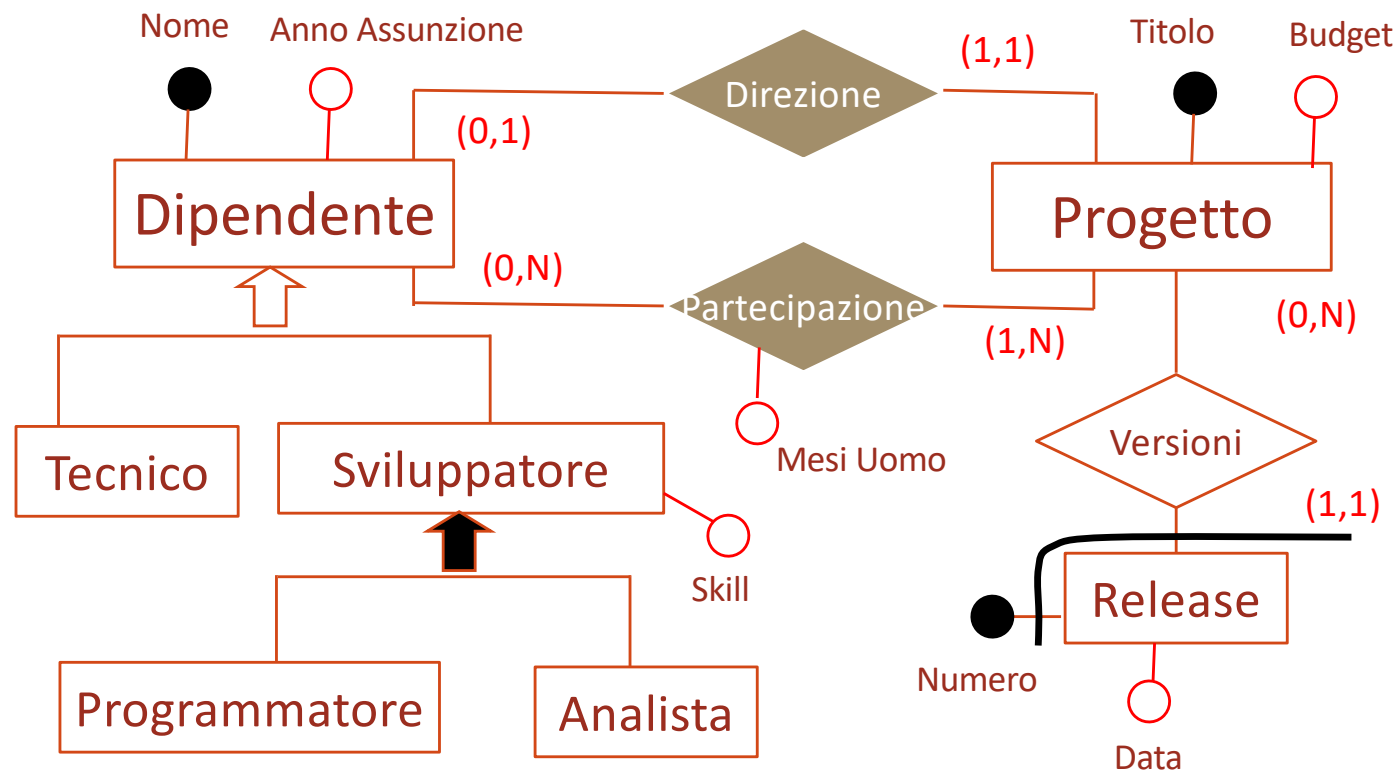
# Modello E-R

---

## COMPONENTI DI UN DIAGRAMMA E-R

- Entità
- **Relazioni**
- Attributi
- Cardinalità delle relazioni
- Cardinalità degli attributi
- Identificatori
- Generalizzazioni

# Modello E-R



# Modello E-R

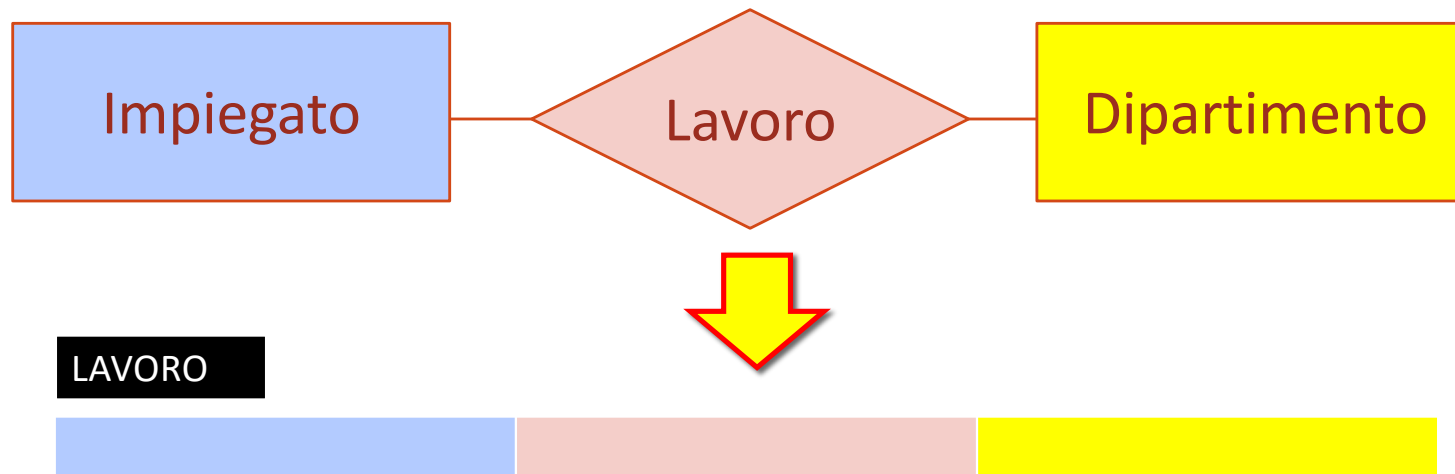
**Relazione** → Legame logico fra due o più entità, rilevante nel sistema che si sta modellando.

Graficamente, una relazione viene rappresentata attraverso un **rombo/diamante** collegato ad entità (anche più di due).



# Modello E-R

- In prima approssimazione, **una relazione può essere tradotta in una tabella** (del modello relazionale), di cui però non è ancora definito lo schema.





# Modello E-R

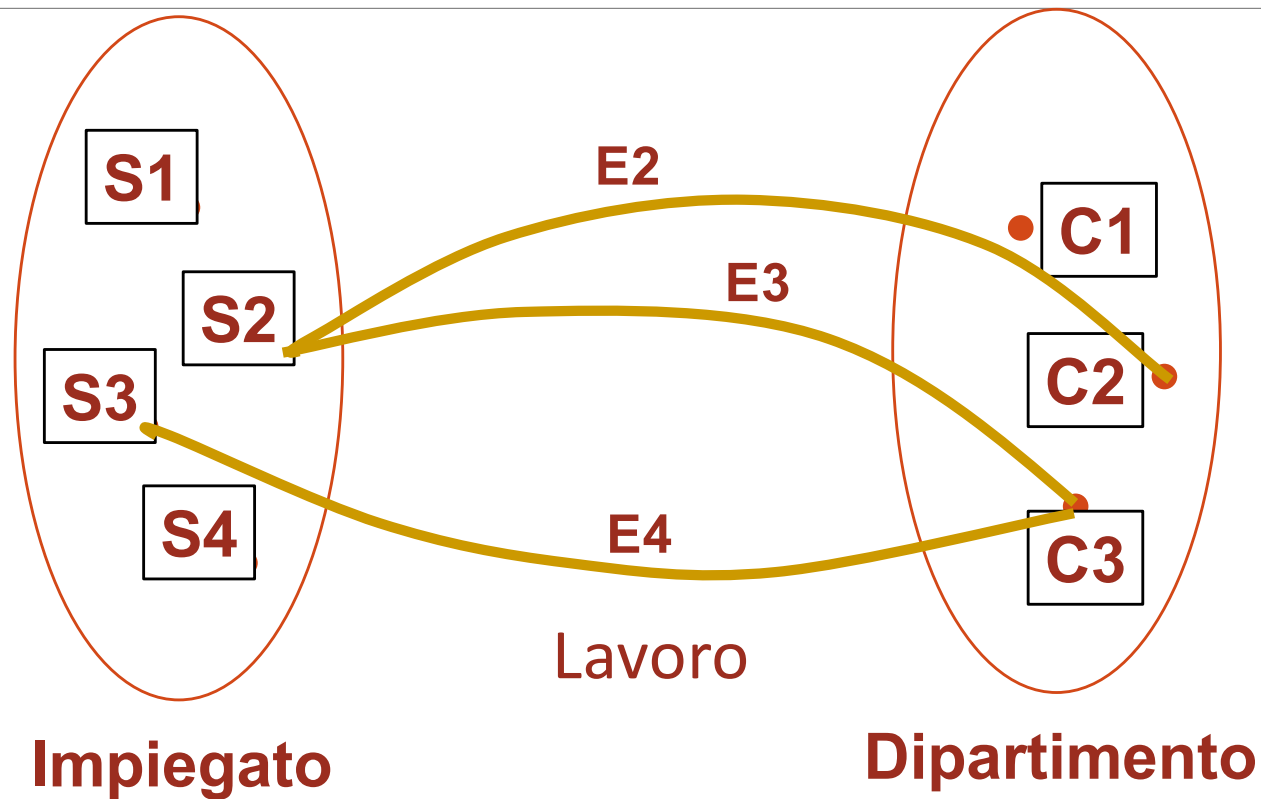
---

Ad ogni relazione è associato un **nome**, che la identifica nello schema. Per convenzione, si usano **nomi al singolare** (non i verbi, se possibile) per rappresentare le relazioni.

L'**istanza di una relazione** è una **combinazione di istanze dell'entità** che prendono parte all'associazione.

Es. La coppia  $(c,d)$  è un'istanza della relazione Lavoro, dove  $c$  è un'istanza di Impiegato, e  $d$  è un'istanza di Dipartimento.

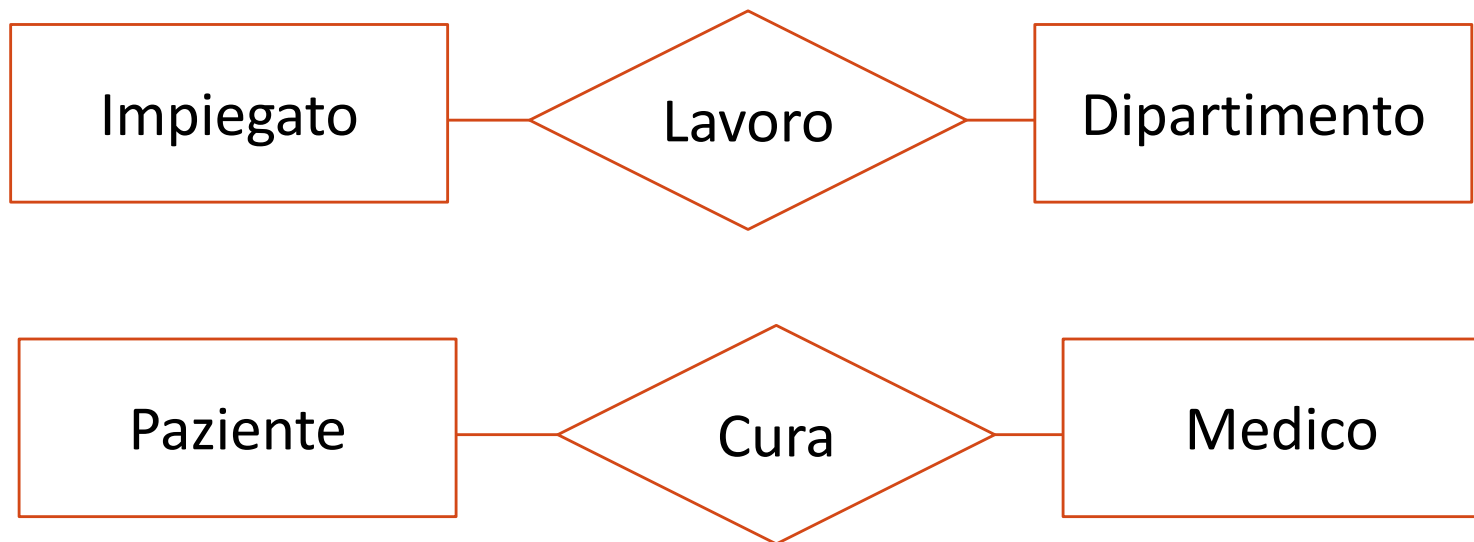
# Modello E-R



# Modello E-R

---

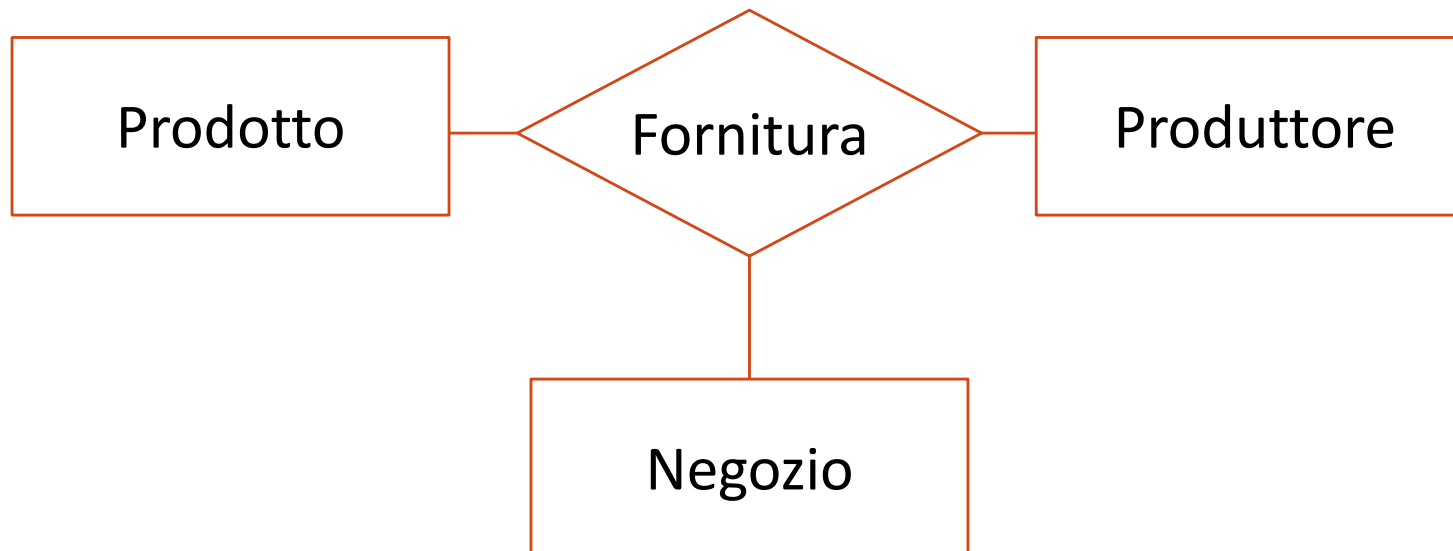
- Esempi di **relazioni binarie** (2 entita' coinvolte ...)



# Modello E-R

---

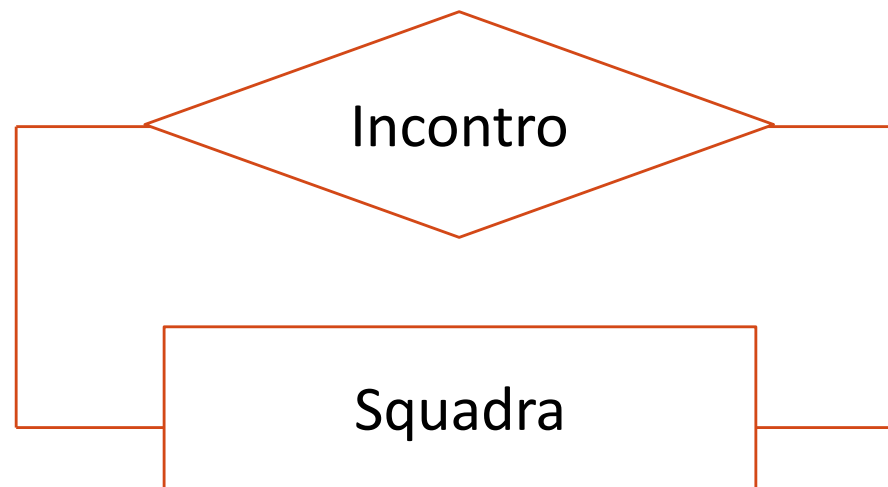
In generale, una **relazione** può coinvolgere un **numero arbitrario di entità (relazioni n-arie)**.



# Modello E-R

---

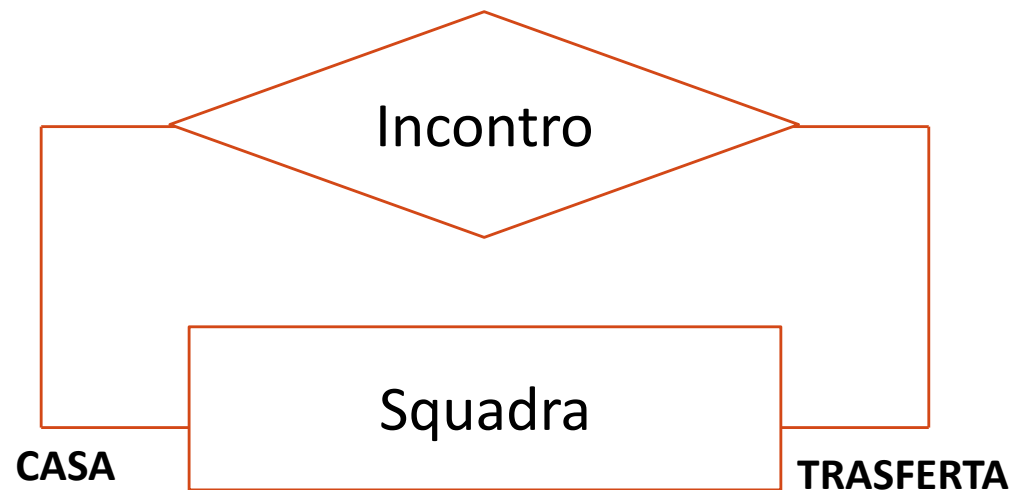
Relazione **ricorsiva** → una relazione può coinvolgere più istanze della stessa entità.



# Modello E-R

---

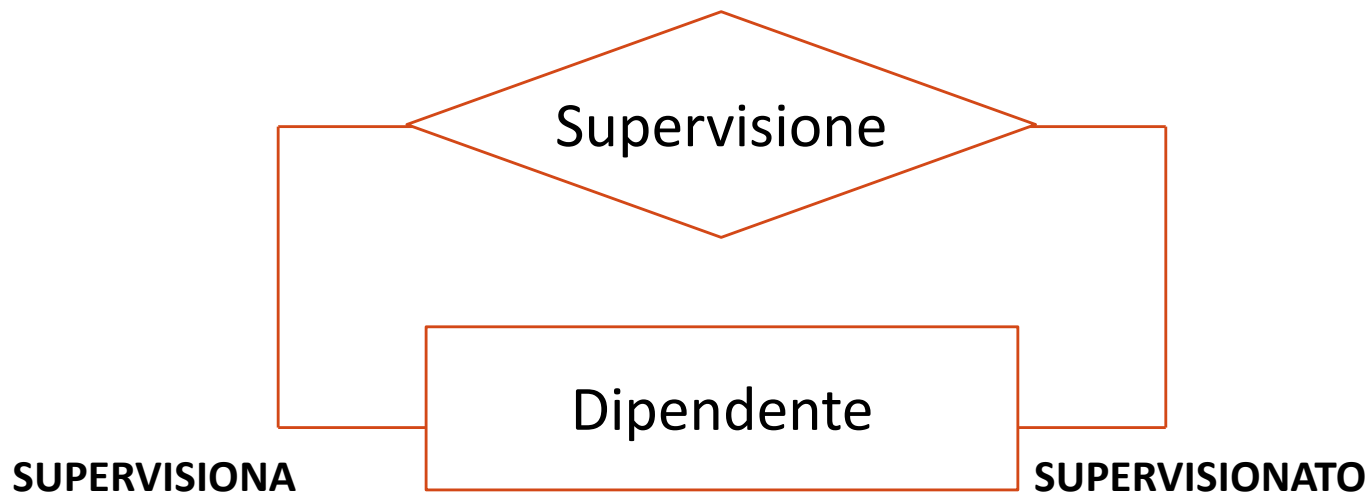
In caso di **relazioni ricorsive**, il modello E-R consente di definire un **ruolo** per ciascun ramo della relazione.



# Modello E-R

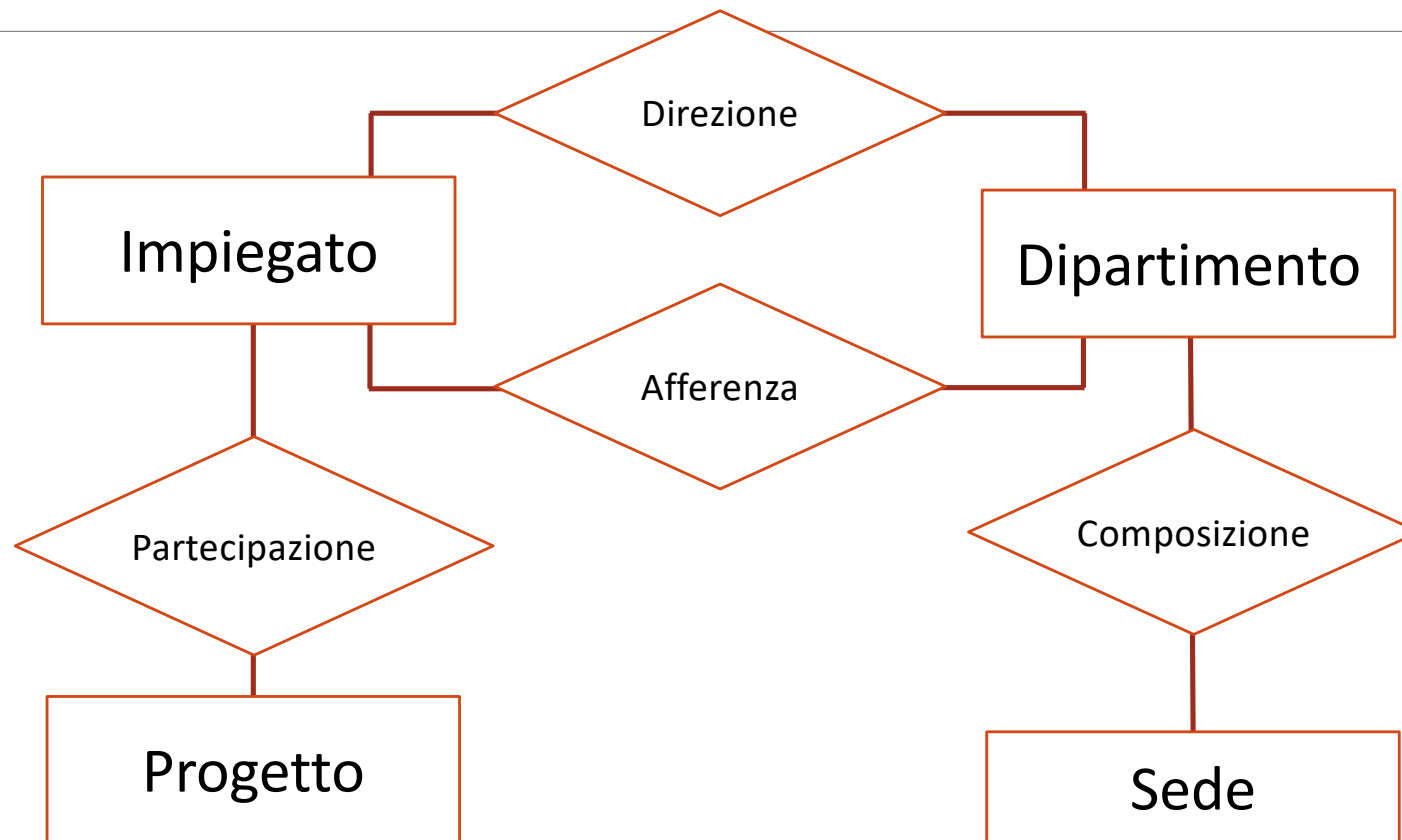
---

In caso di **relazioni ricorsive**, il modello E-R consente di definire un **ruolo** per ciascun ramo della relazione.



# Modello E-R

---





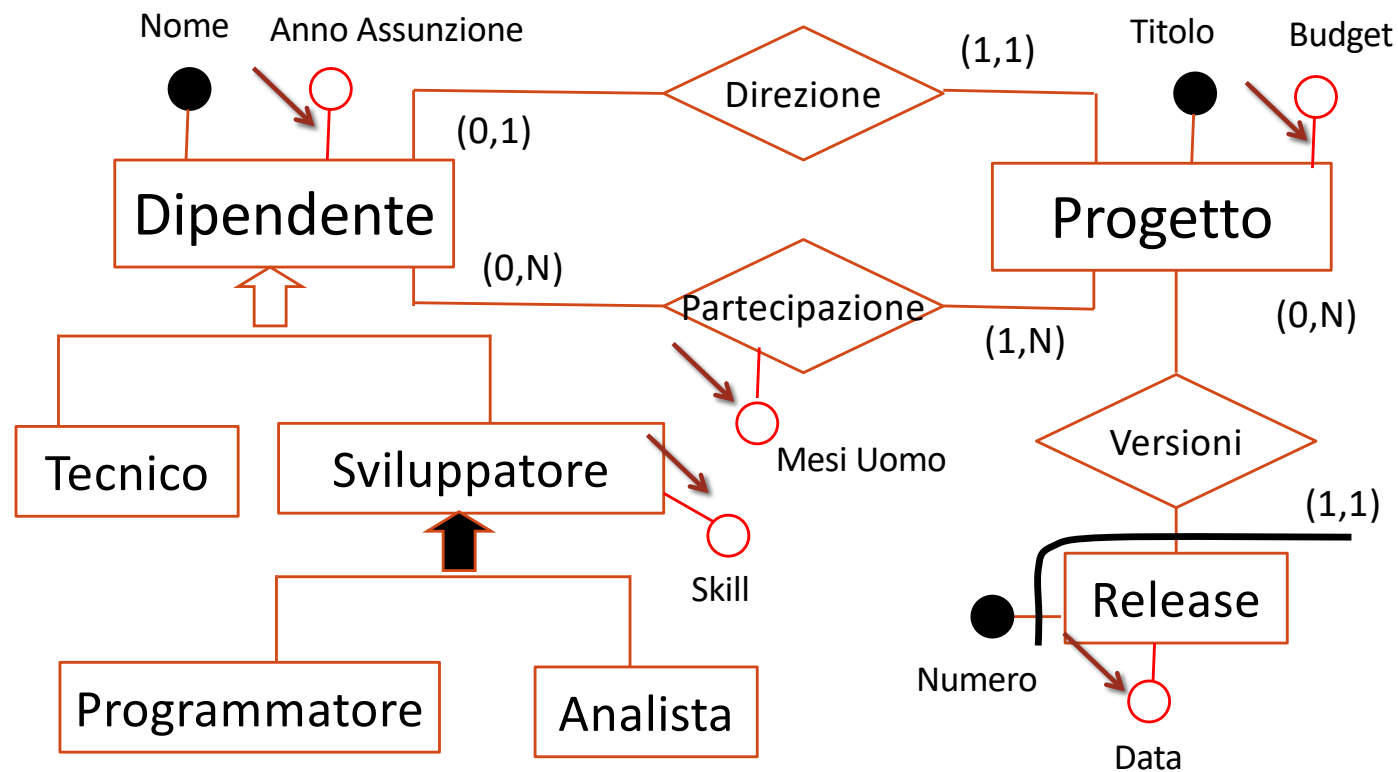
# Modello E-R

---

## COMPONENTI DI UN DIAGRAMMA E-R

- Entità
- Relazioni
- **Attributi**
- Cardinalità delle relazioni
- Cardinalità degli attributi
- Identificatori
- Generalizzazioni

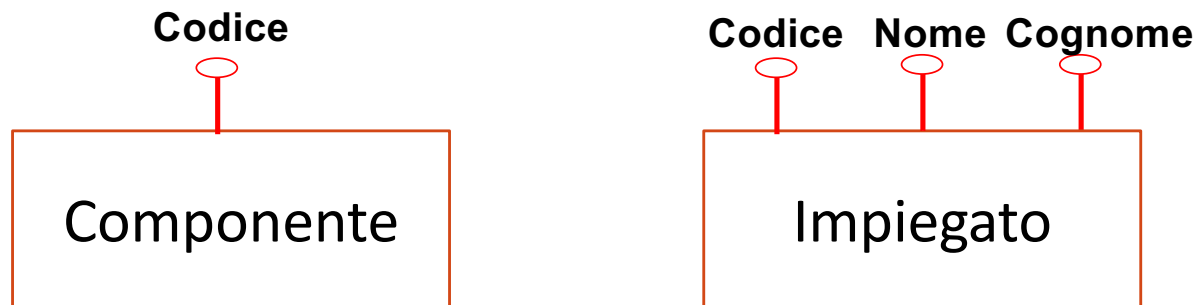
# Modello E-R



# Modello E-R

**Attributo** → Proprietà elementare di un'entità o di una relazione del modello.

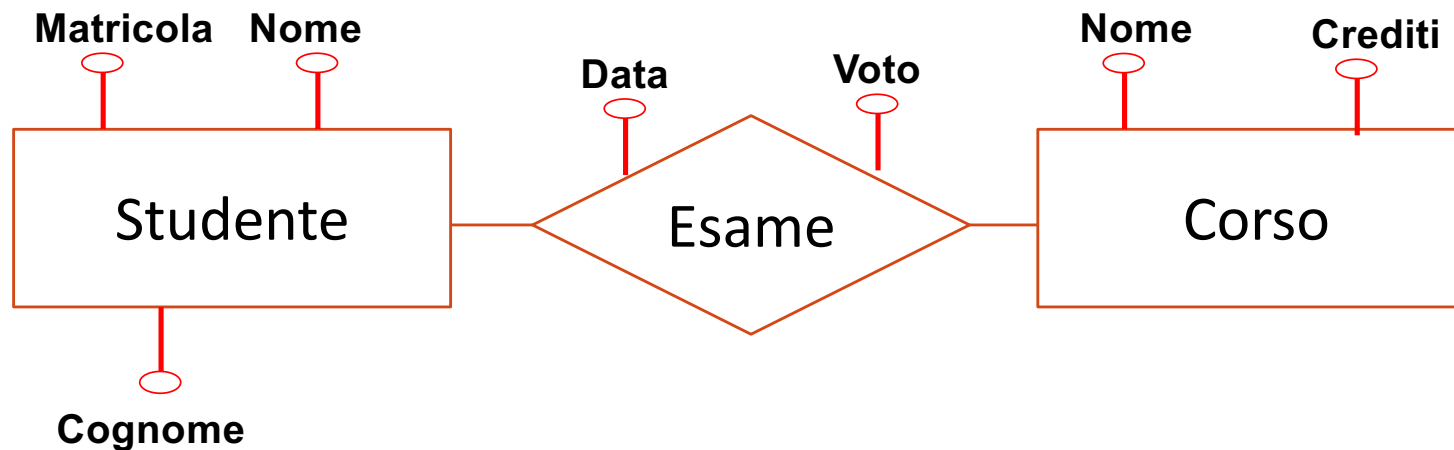
Ogni attributo è definito su un dominio specifico ...



# Modello E-R

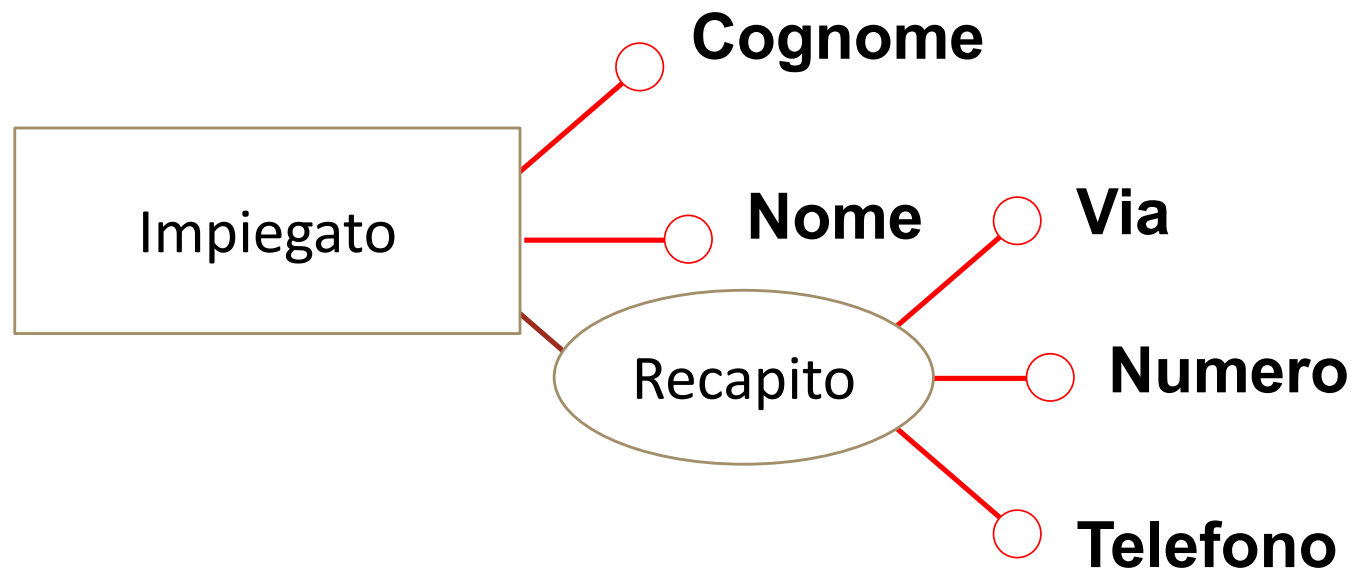
**Attributo** → Proprietà elementare di un'entità o di una relazione del modello.

Ogni attributo è definito su un dominio specifico ...



# Modello E-R

E' possibile definire **attributi composti** come unione di attributi affini di una certa entità/relazione. Sono rappresentati da un **ovale**.



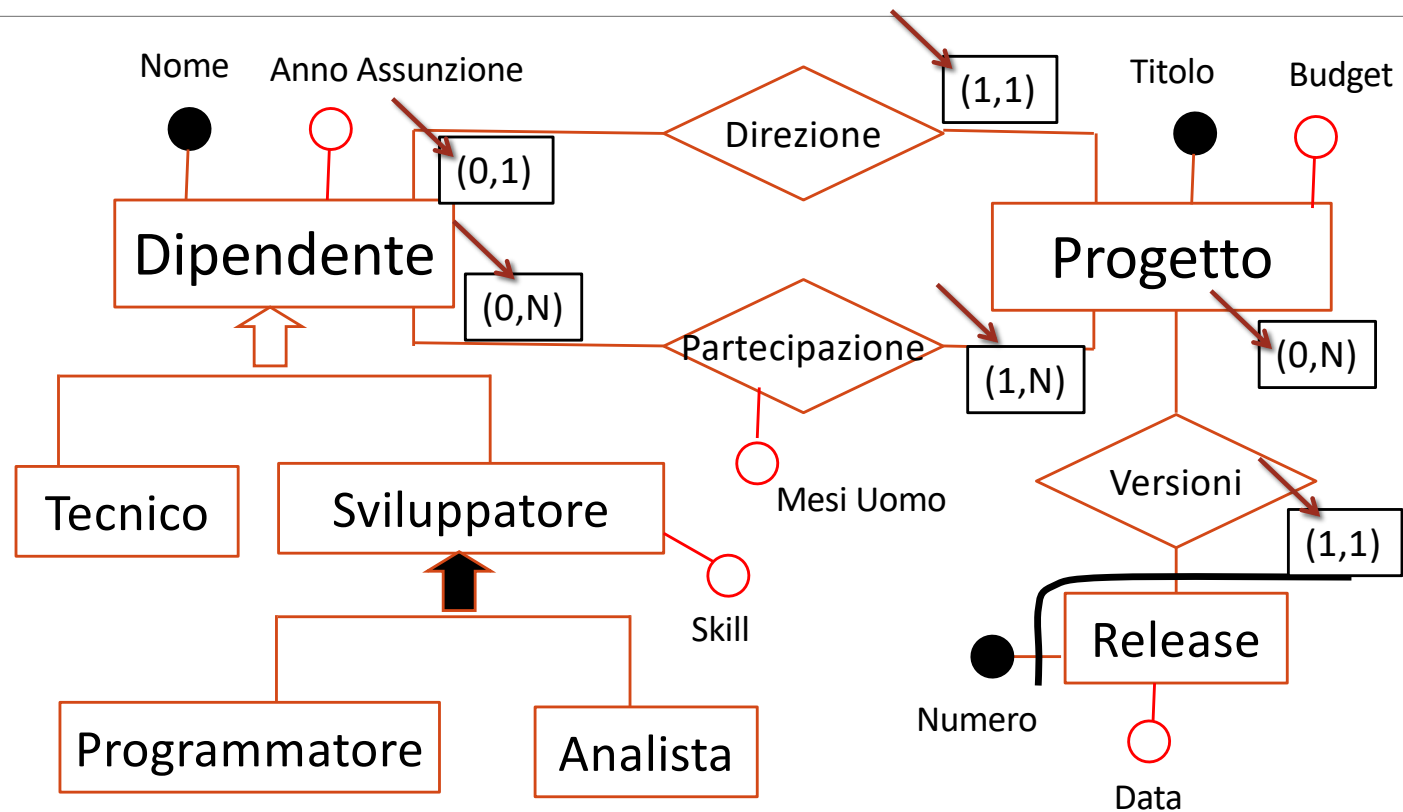
# Modello E-R

---

## COMPONENTI DI UN DIAGRAMMA E-R

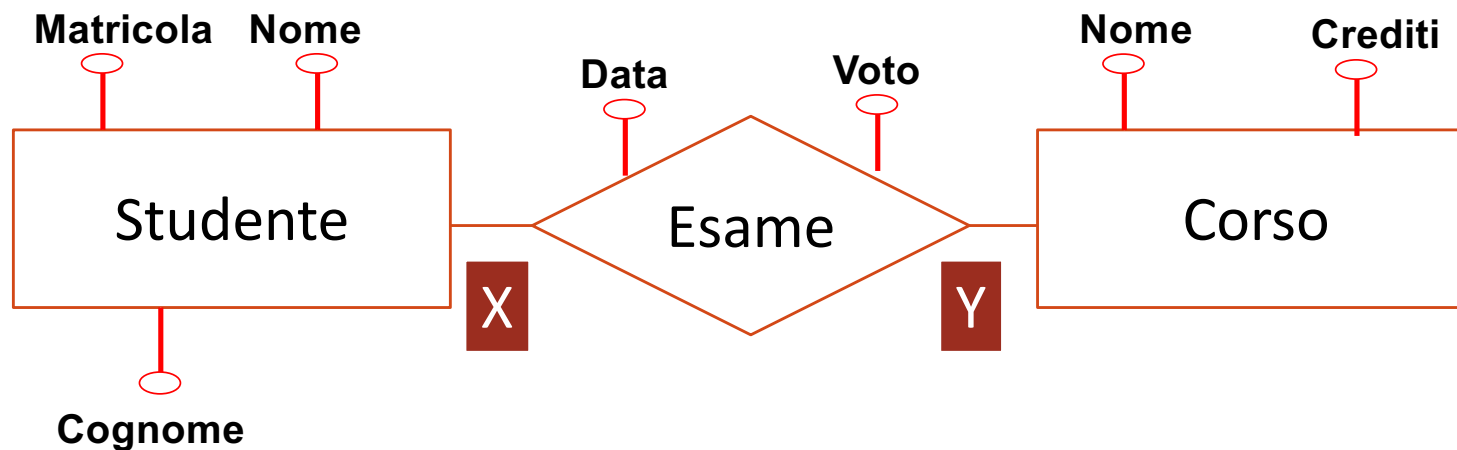
- Entità
- Relazioni
- Attributi
- **Cardinalità delle relazioni**
- Cardinalità degli attributi
- Identificatori
- Generalizzazioni

# Modello E-R



# Modello E-R

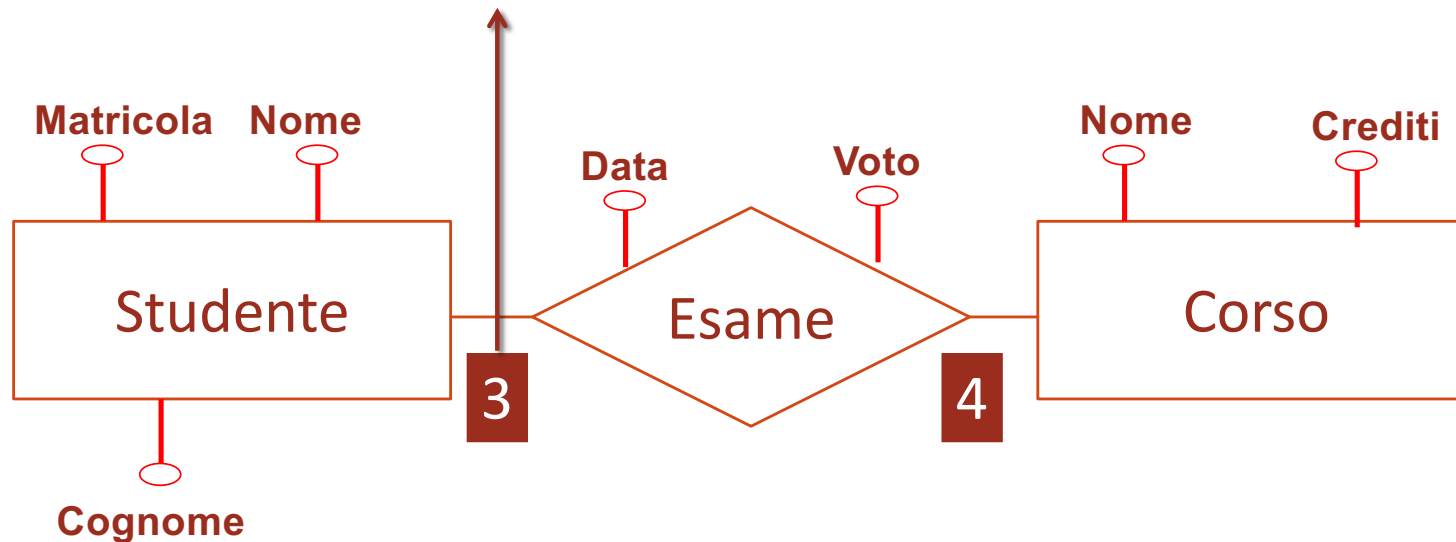
- **Quante volte** uno studente può ripetere un determinato esame?
- Dato un corso, **quanti** appelli sono previsti?





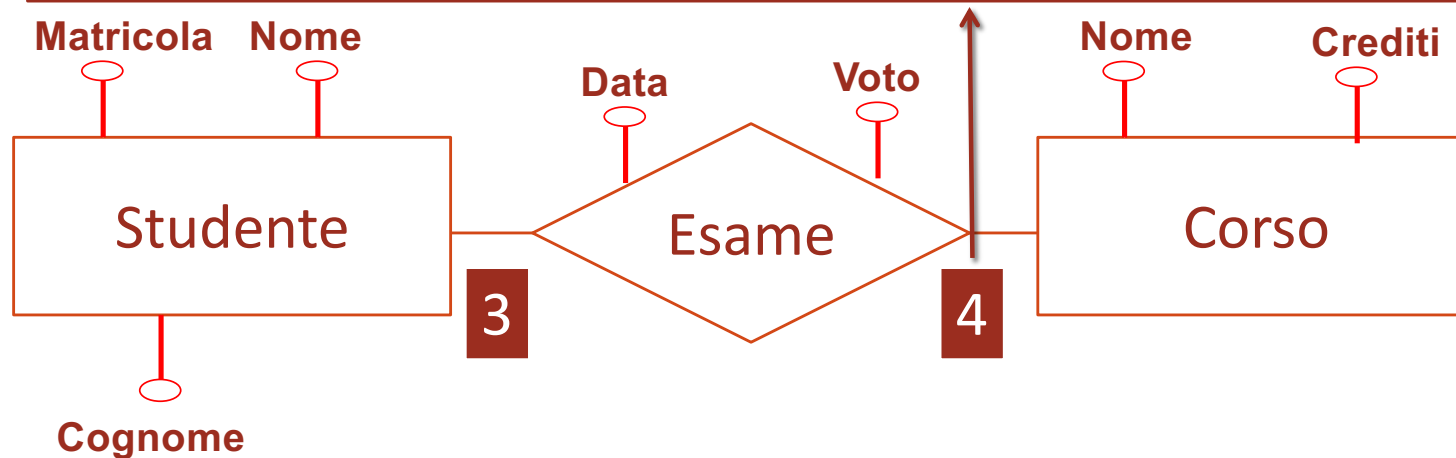
# Modello E-R

<Data, Voto, **STUDENTE(Mario Rossi)**, Corso>  
<Data, Voto, **STUDENTE(Mario Rossi)**, Corso>  
<Data, Voto, **STUDENTE(Mario Rossi)**, Corso>



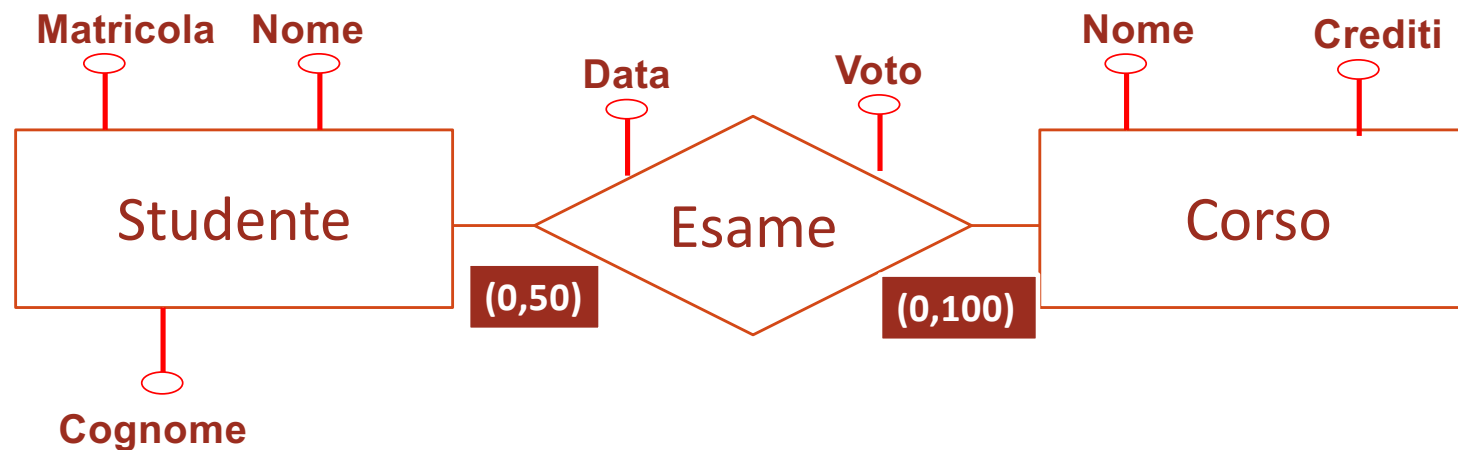
# Modello E-R

<Data, Voto, Studente, **CORSO (BASI di DATI)**>  
<Data, Voto, Studente, **CORSO (BASI di DATI)**>  
<Data, Voto, Studente, **CORSO (BASI di DATI)**>  
<Data, Voto, Studente, **CORSO (BASI di DATI)**>

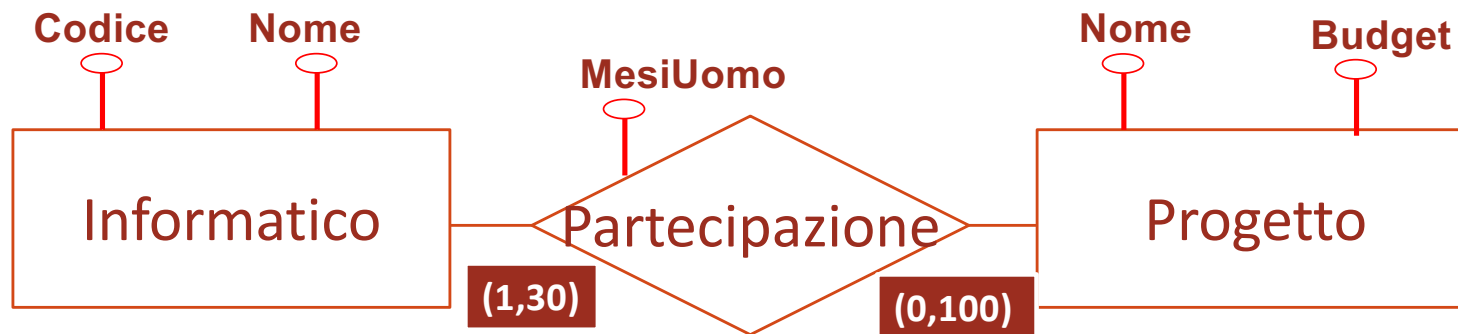


# Modello E-R

- **Cardinalità delle relazioni** → Coppia di valori (**min, max**) che specificano il numero minimo/massimo di occorrenze delle relazione cui ogni istanza di entità può partecipare.



# Modello E-R



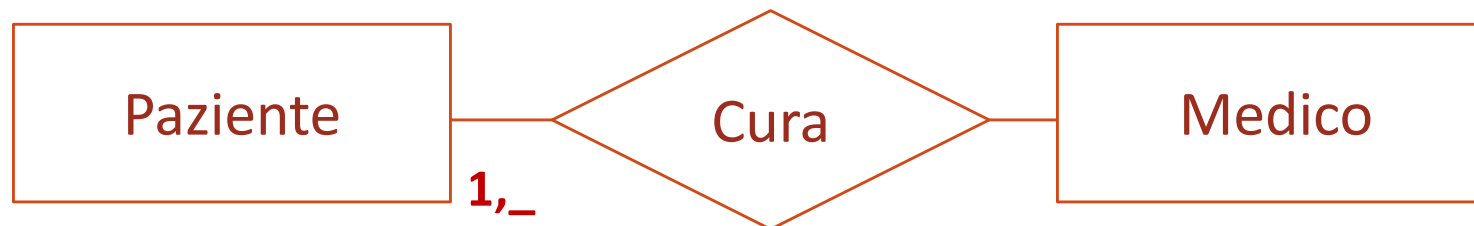
- Ogni istanza di Informatico deve comparire **almeno in un'istanza** della relazione Partecipazione.
- La stessa istanza di Informatico può comparire **al massimo in 30 istanze** della relazione Partecipazione.
- La stessa istanza di Progetto può comparire **al massimo in 100 istanze** della relazione Partecipazione.

# Modello E-R

---

Nella pratica, si usano solo due valori per il minimo:

- **0** → Partecipazione **opzionale** dell'entità.
- **1** → Partecipazione **obbligatoria** dell'entità



**In pratica:** Ogni paziente deve essere in cura presso (almeno) un medico.

# Modello E-R

---

Nella pratica, si usano solo due valori per il minimo:

- **0** → Partecipazione **opzionale** dell'entità.
- **1** → Partecipazione **obbligatoria** dell'entità



**In pratica:** Possono esistere pazienti che non sono in cura presso alcun medico.

# Modello E-R

---

Nella pratica, si usano solo due valori per il massimo:

- **1** → Al massimo 1 istanza coinvolta.
- **N** → Non esiste un limite massimo (N arbitrario)



**In pratica:** Ad ogni paziente corrisponde al massimo un medico (o nessuno, dipende dal valore minimo).

# Modello E-R

---

Nella pratica, si usano solo due valori per il massimo:

- **1** → Al massimo 1 istanza coinvolta.
- **N** → Non esiste un limite massimo ( $N > 1$ , arbitrario)



**In pratica:** Ogni paziente puo' essere in cura presso un numero arbitrario di medici ...



# Modello E-R

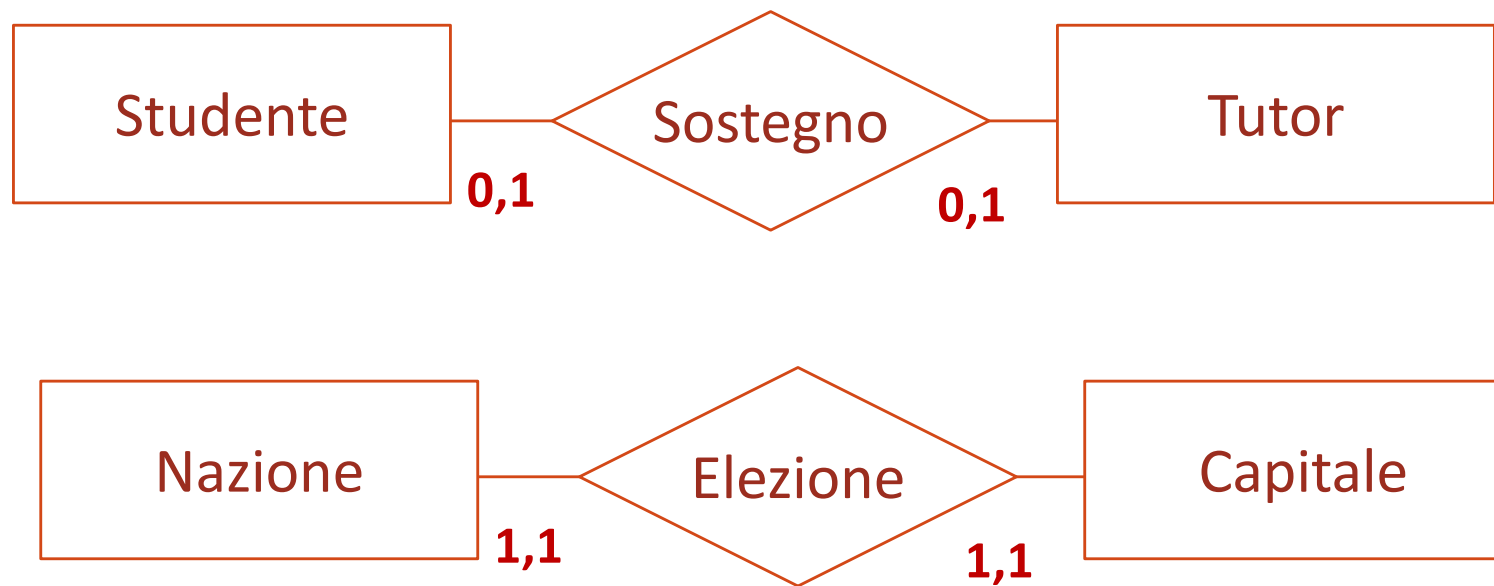
---

In base al valore della **cardinalità massima delle entità** E1 ed E2 (cardMax(E1), cardMax(E2)) coinvolte in una relazione R, si **distinguono tre casi**:

- Relazioni **uno-ad-uno**:  $\text{cardMax}(E1)=1$ ,  $\text{cardMax}(E2)=1$ .
- Relazioni **uno-a-molti**:  $\text{cardMax}(E1)=1$ ,  $\text{cardMax}(E2)=N$   
oppure:  $\text{cardMax}(E1)=N$ ,  $\text{cardMax}(E2)=1$ .
- Relazioni **molti-a-molti**:  $\text{cardMax}(E1)=N$ ,  $\text{cardMax}(E2)=N$ .

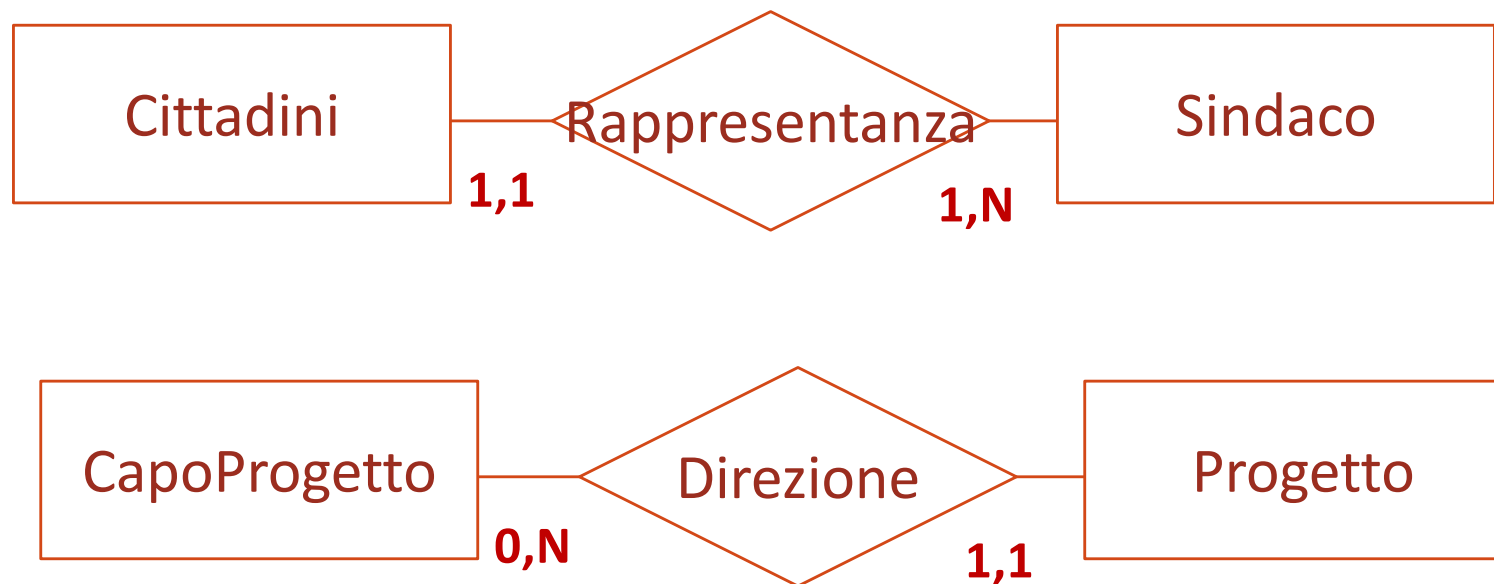
# Modello E-R

## ESEMPI RELAZIONI UNO-A-UNO



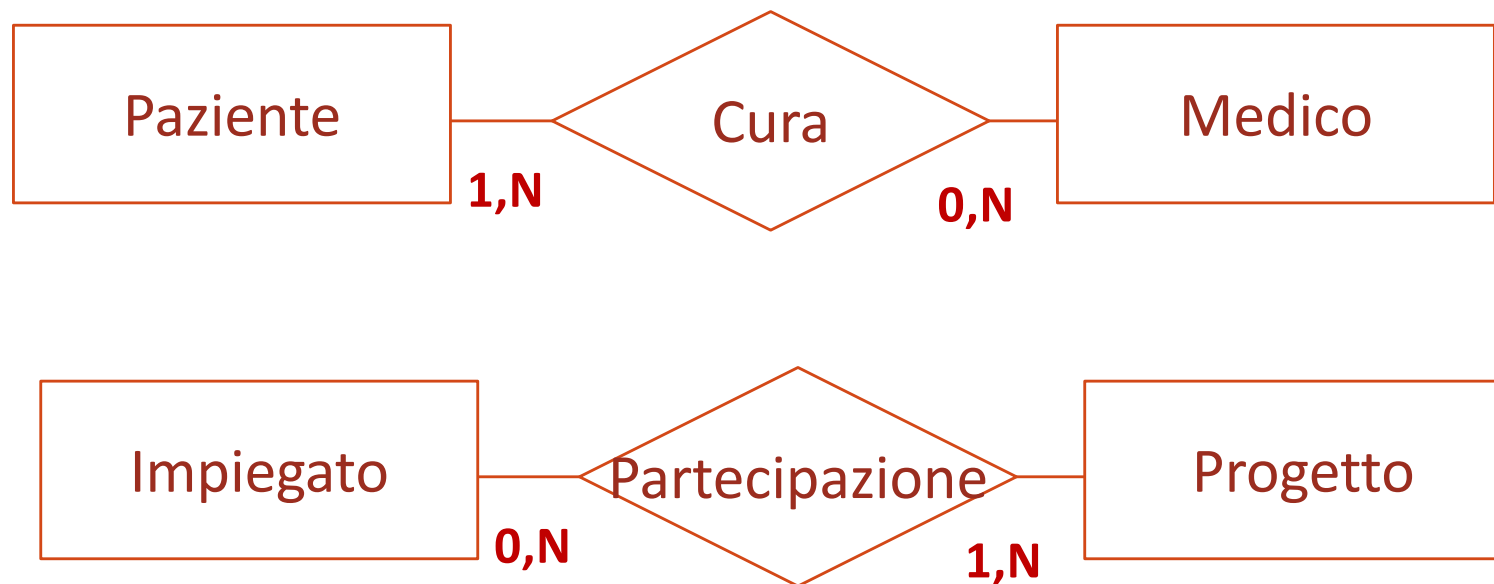
# Modello E-R

## ESEMPI RELAZIONI UNO-A-MOLTI



# Modello E-R

## ESEMPI RELAZIONI MOLTI-A-MOLTI



# Modello E-R

---

**D. Chi stabilisce** se una relazione è multi-a-molti, uno-a-molti, uno-a-uno?

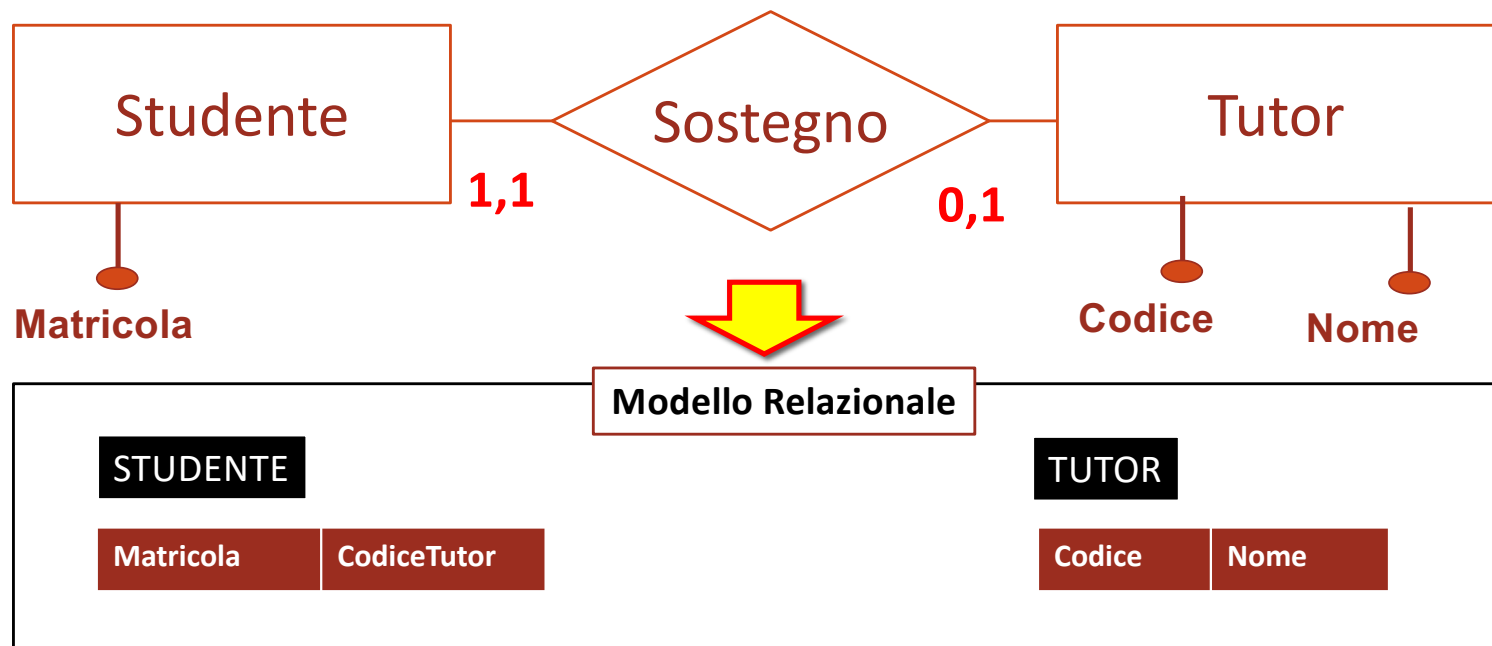
R. **Dipende dalla realtà di interesse**, dovrebbe emergere dal documento di specifica dei dati!

**D. A che serve** sapere una relazione è multi-a-molti, uno-a-molti, uno-a-uno?

R. E' fondamentale **in fase di traduzione del modello!**

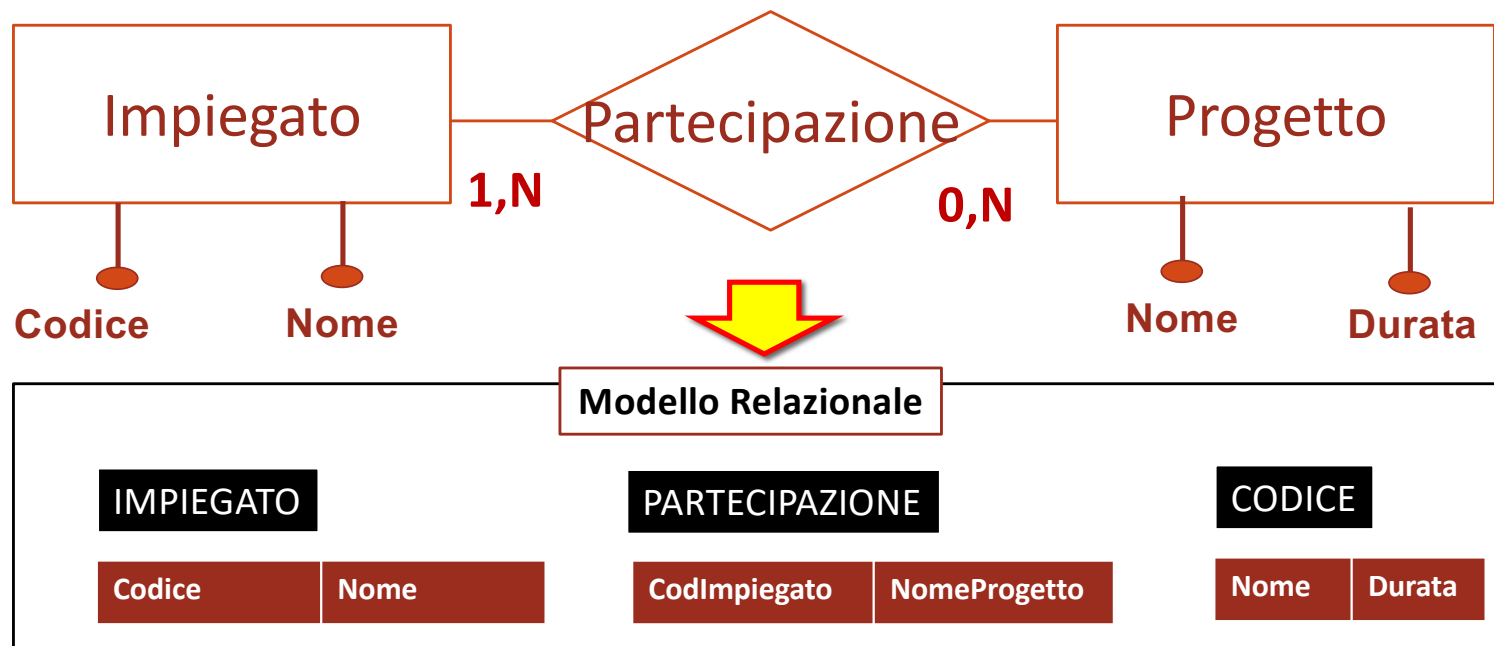
# Modello E-R

## ESEMPI di TRADUZIONE NEL MODELLO RELAZIONALE



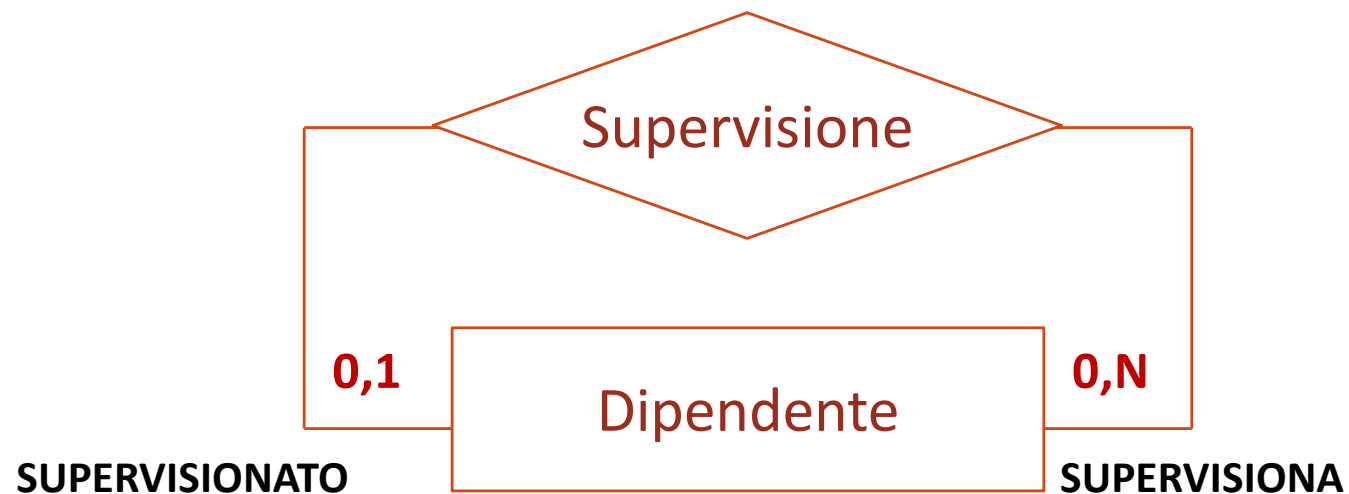
# Modello E-R

## ESEMPI di TRADUZIONE NEL MODELLO RELAZIONALE



# Modello E-R

La cardinalità può essere specificata anche in presenza di **relazioni ricorsive con ruoli**.





# Modello E-R

---

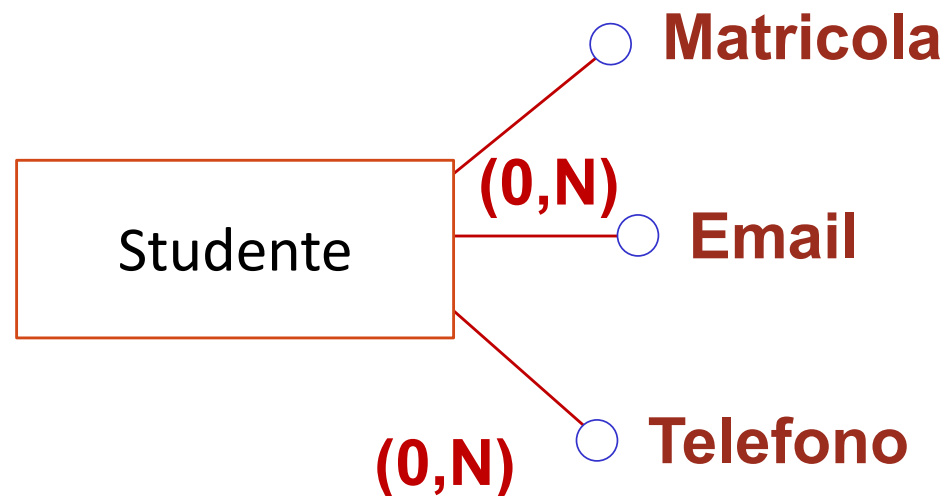
## COMPONENTI DI UN DIAGRAMMA E-R

- Entità
- Relazioni
- Attributi
- Cardinalità delle relazioni
- **Cardinalità degli attributi**
- Identificatori
- Generalizzazioni

# Modello E-R

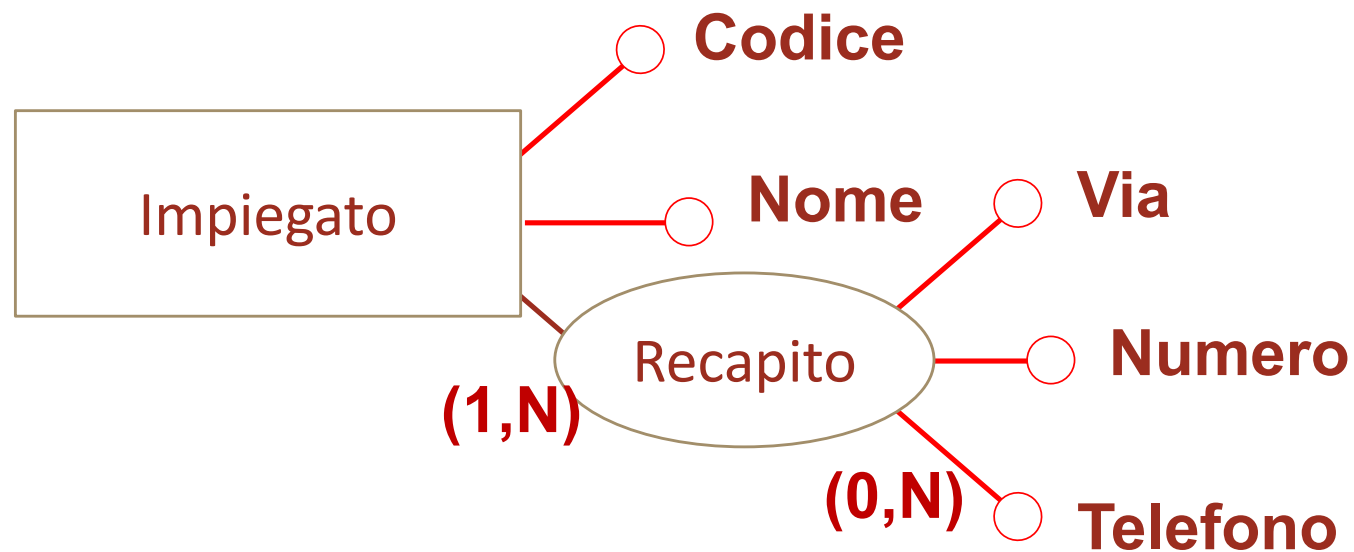
---

Come per le relazioni, anche per gli **attributi** è possibile definire una **cardinalità** minima e massima.



# Modello E-R

La cardinalità si può applicare anche agli **attributi composti**.



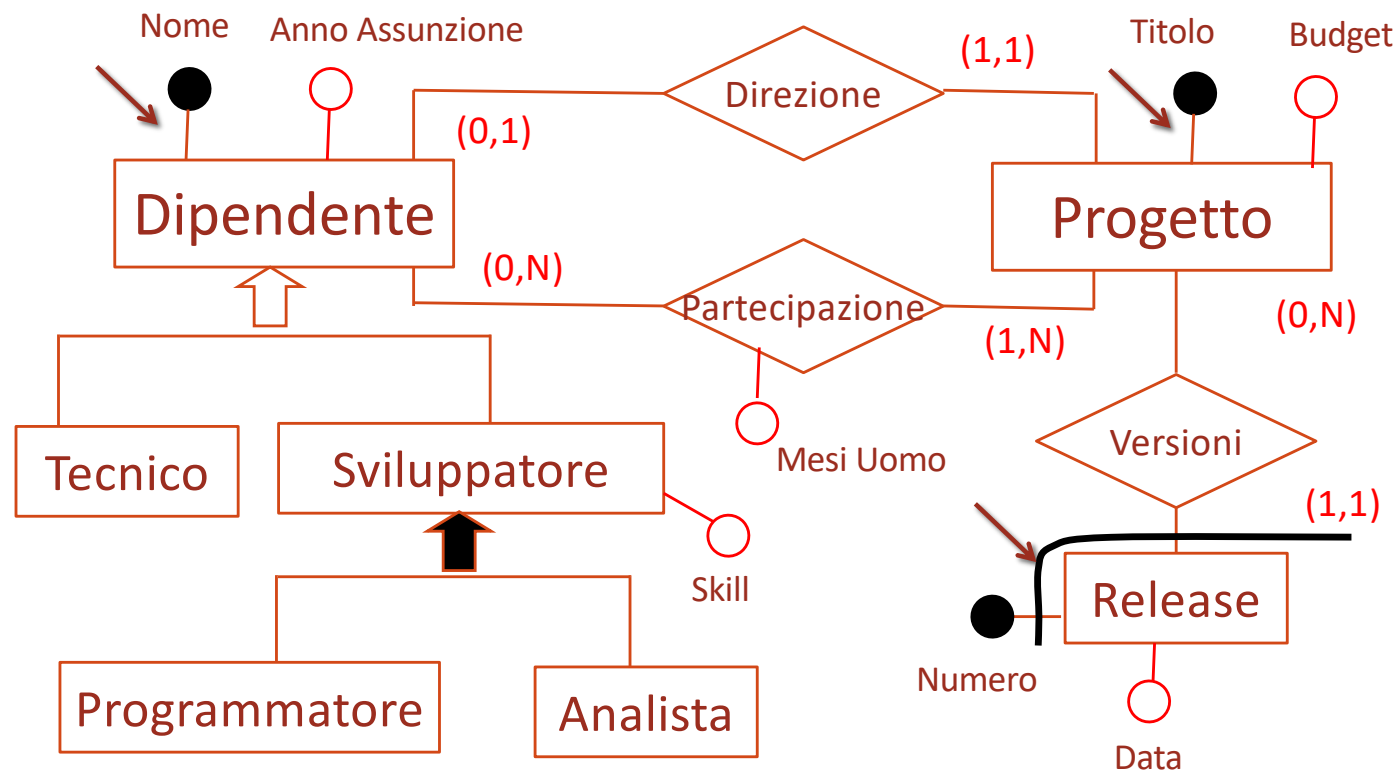
# Modello E-R

---

## COMPONENTI DI UN DIAGRAMMA E-R

- Entità
- Relazioni
- Attributi
- Cardinalità delle relazioni
- Cardinalità degli attributi
- **Identificatori**
- Generalizzazioni

# Modello E-R



# Modello E-R

**Identificatore** → Strumento per identificare in maniera univoca le istanze di una entità.

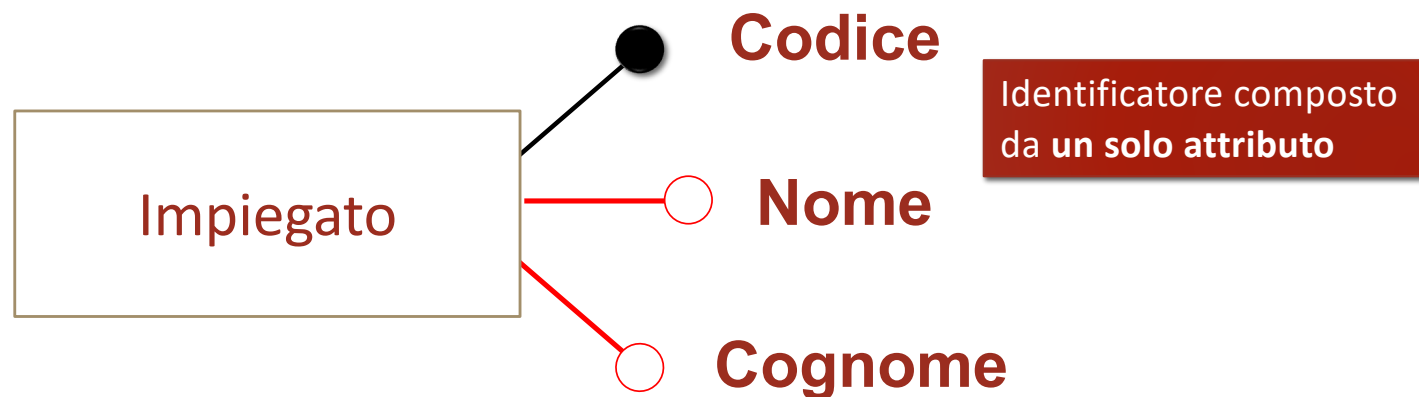
Corrisponde al concetto di **chiave** nel modello relazionale (quindi deve godere del requisito di minimalità!)

**Ogni entità deve avere un identificatore (ma non la relazione).**

- **Interno** → Composto da attributi dell'entità.
- **Esterno** → Composto da attributi dell'entità + entità esterne.

# Modello E-R

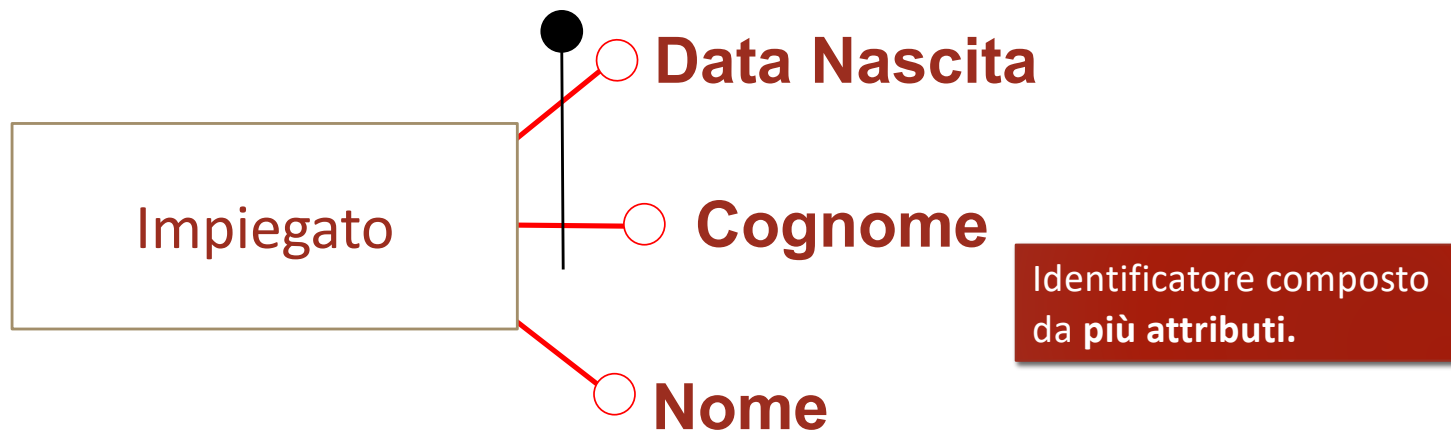
**Identificatore Interno** → Composto da uno o più attributi dell'entità.



- Codice è l'identificatore interno → **Non possono esistere due istanze di Impiegato con lo stesso codice!!**

# Modello E-R

**Identificatore Interno** → Composto da uno o più attributi dell'entità.



- La coppia <Data Nascita,Cognome> è l'identificatore dell'Impiegato.



# Modello E-R

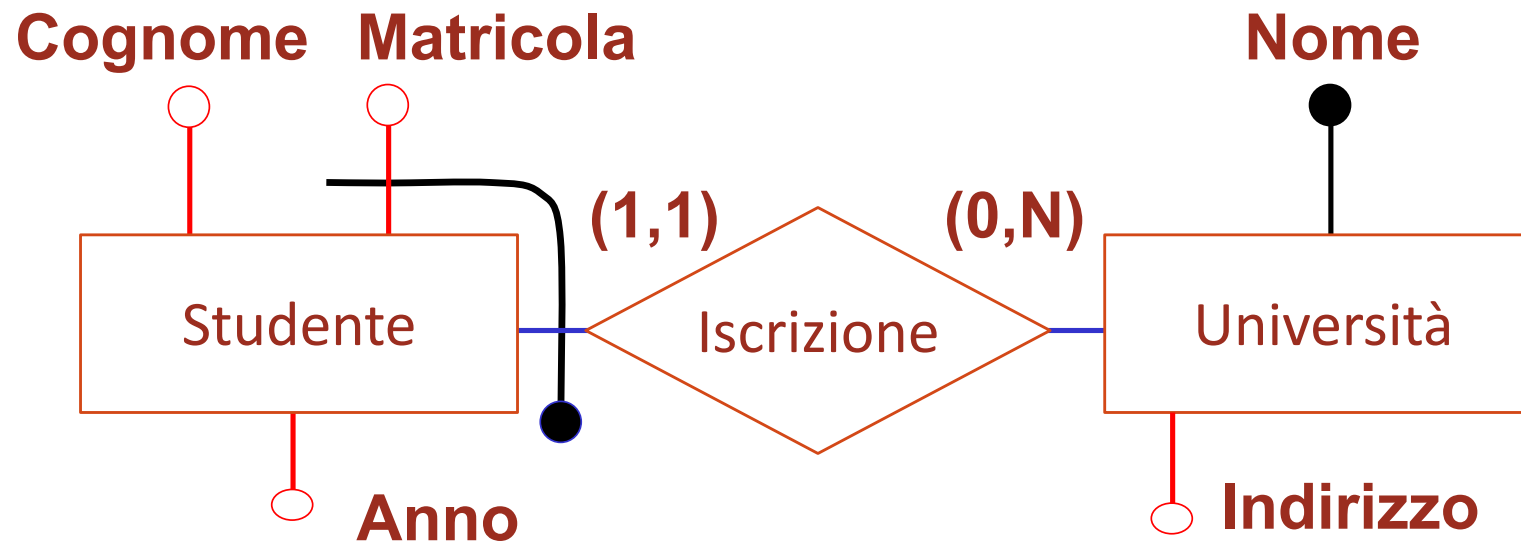
**NOTA:** Gli attributi che formano l'identificatore (interno) di un'entità devono avere cardinalità **(1,1)**.



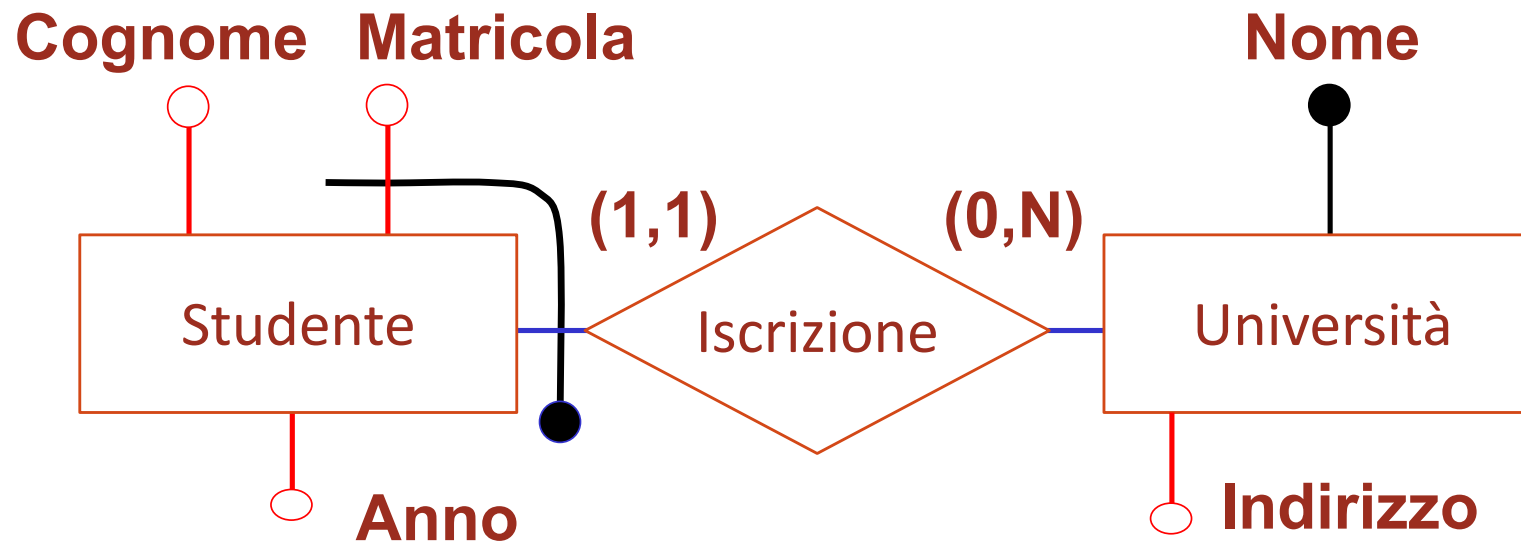
- Gli esempi sopra riportati **NON** sono corretti ...

# Modello E-R

**Identificatore Esterno** → Include anche **entità esterne**, collegate attraverso relazioni all'entità corrente.



# Modello E-R



- Uno studente è identificato dal suo numero di matricola e dall'università cui è iscritto ...

# Modello E-R

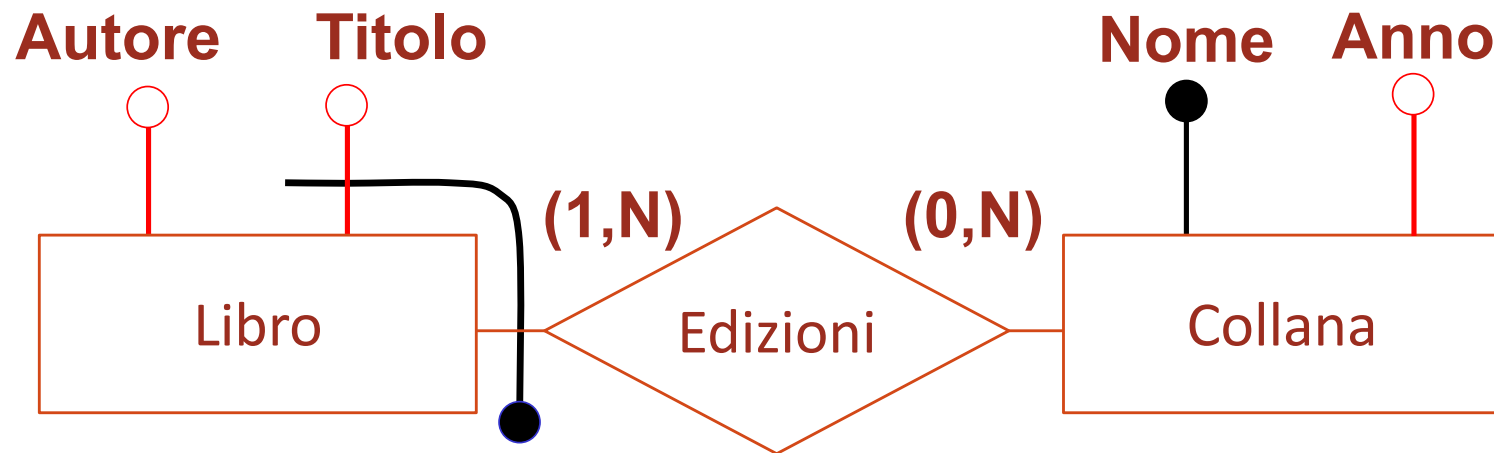
---

## PROPRIETA' DELL'IDENTIFICATORE ESTERNO

- Può comprendere anche **attributi** dell'entità corrente (es. Matricola)
- L'entità esterna **deve essere in relazione (1,1)** con l'entità corrente.

In pratica, gli identificatori esterni servono a modellare le situazioni in cui **un'istanza di un'entità ha valori univoci solo all'interno di un certo contesto**, definito dalle relazioni cui partecipa l'entità ...

# Modello E-R



**ERRORE!** Libro è coinvolto in una relazione **(1,N)**

- Collana **NON** può essere un identificatore esterno di Libro ...

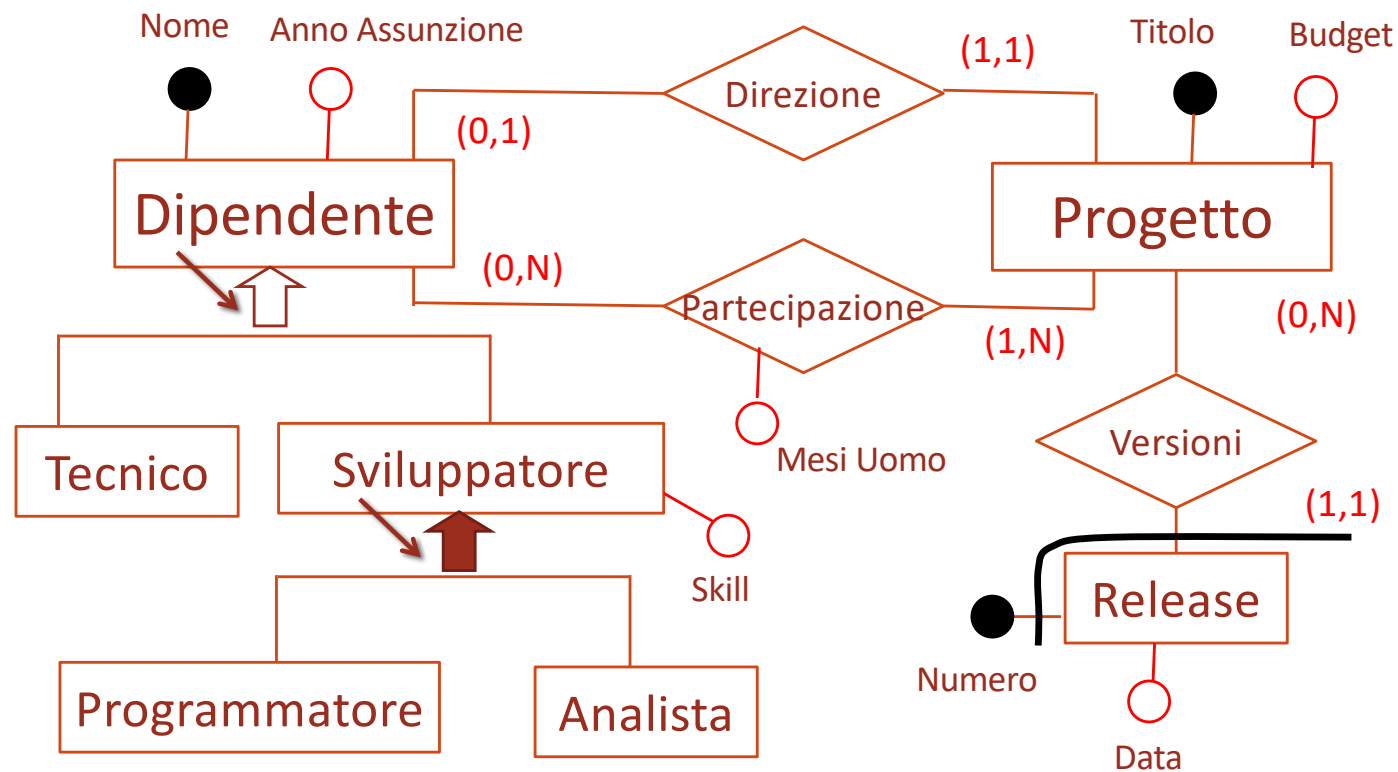
# Modello E-R

---

## COMPONENTI DI UN DIAGRAMMA E-R

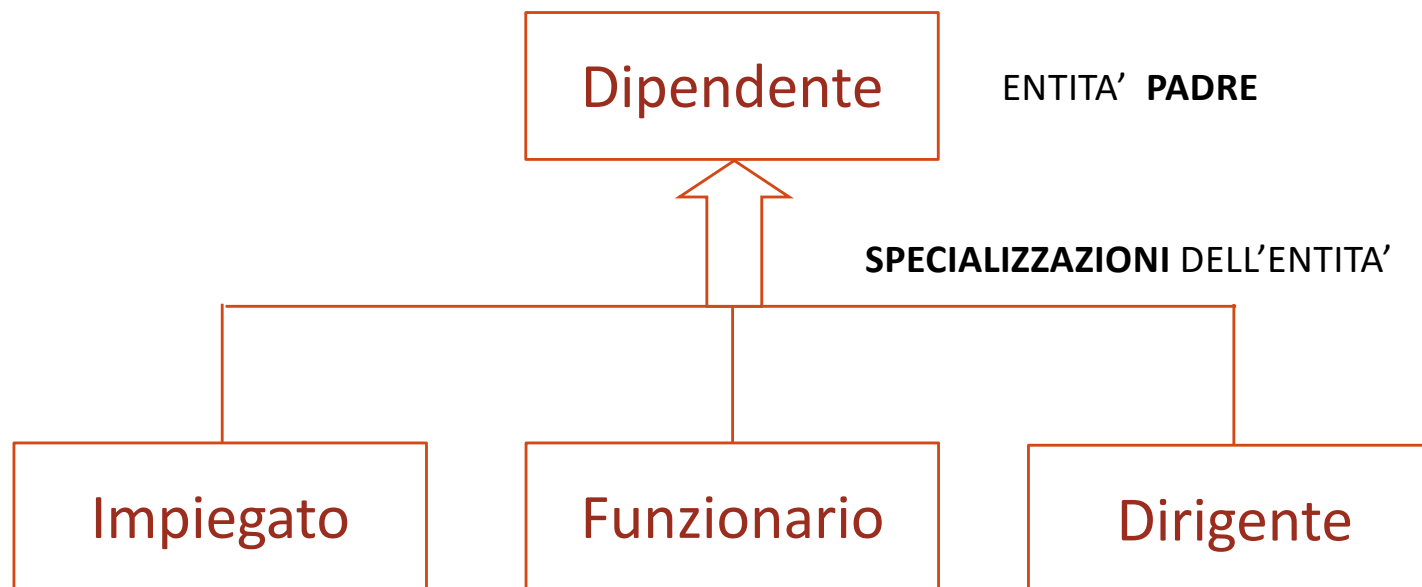
- Entità
- Relazioni
- Attributi
- Cardinalità delle relazioni
- Cardinalità degli attributi
- Identificatori
- **Generalizzazioni**

# Modello E-R



# Modello E-R

**Generalizzazione** → Definisce una gerarchia tra entità basata sul concetto di ereditarietà.





# Modello E-R

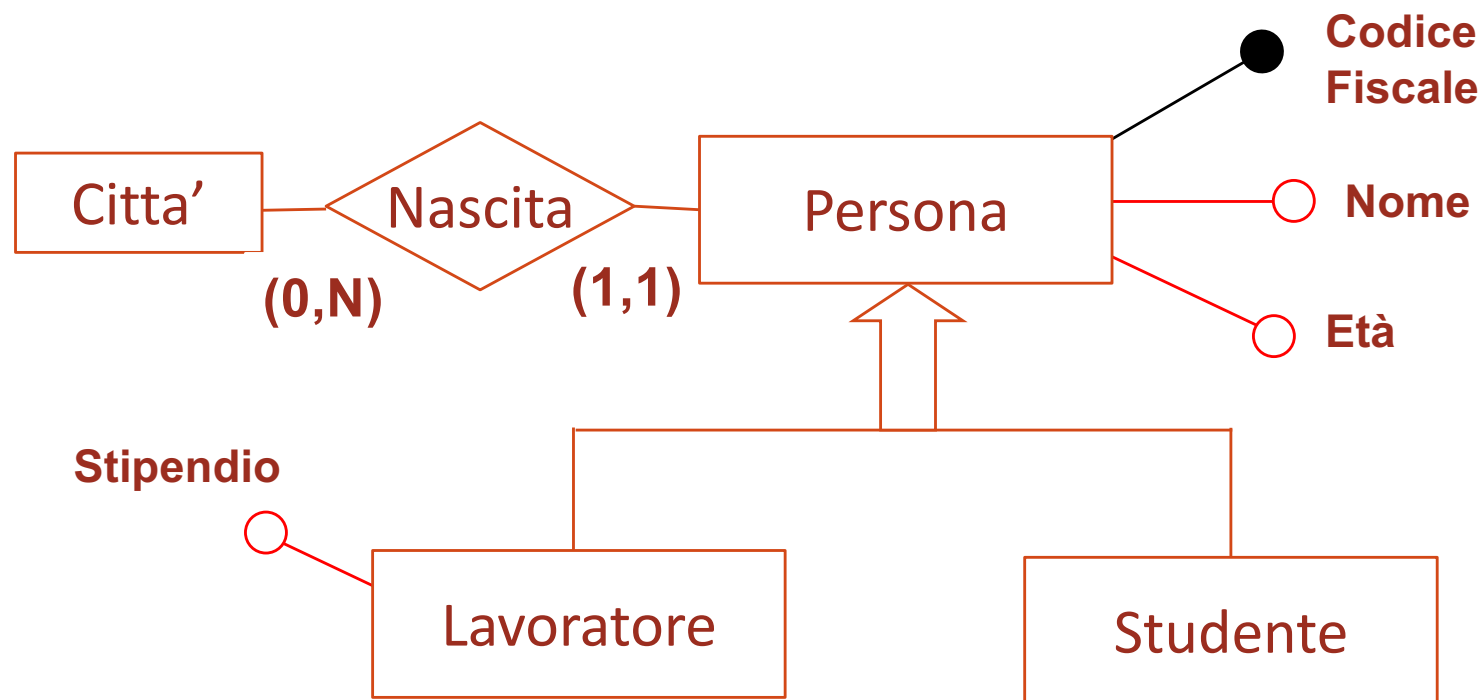
---

In generale, un'entità  $E$  è una **generalizzazione** di  $E_1, E_2, \dots, E_n$  se ogni istanza di  $E_1, E_2, \dots, E_n$  lo è anche di  $E$ .

$E_1, E_2, \dots, E_n$  sono **specializzazioni** di  $E$ .

- Tutti gli **attributi di  $E$**  sono anche **attributi di  $E_1, E_2, \dots, E_n$**
- **$E_1, E_2, \dots, E_n$  partecipano a tutte le relazioni di  $E$ .**

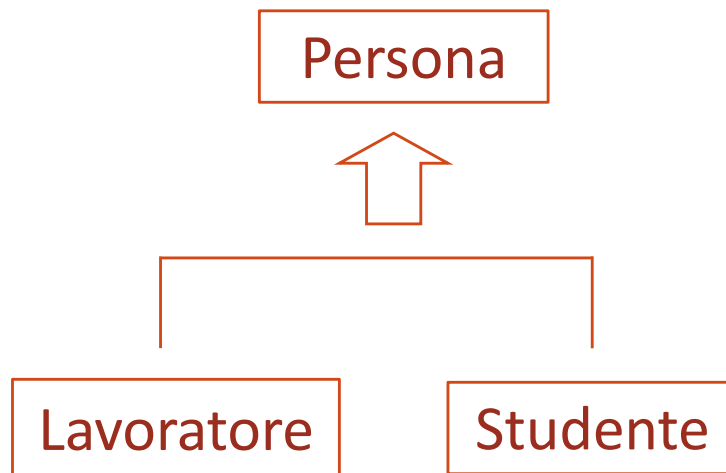
# Modello E-R



Uno Studente dispone di Codice Fiscale, Nome, Età ...

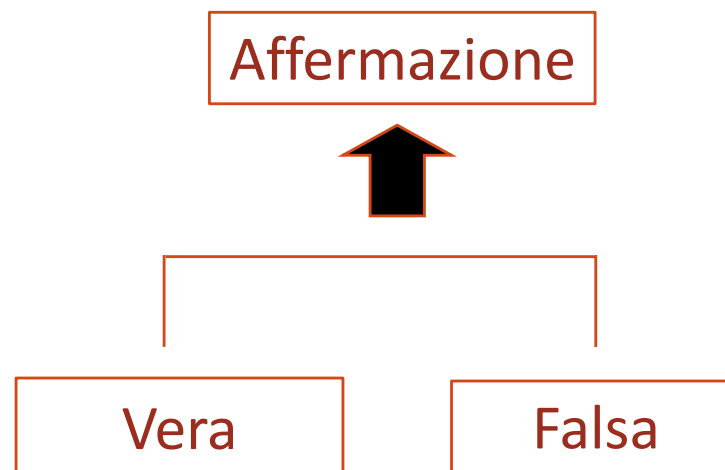
# Modello E-R

## GENERALIZZAZIONE PARZIALE



- **Esistono occorrenze dell'entità padre che non sono occorrenze delle entità figlie (es. PENSIONATI).**

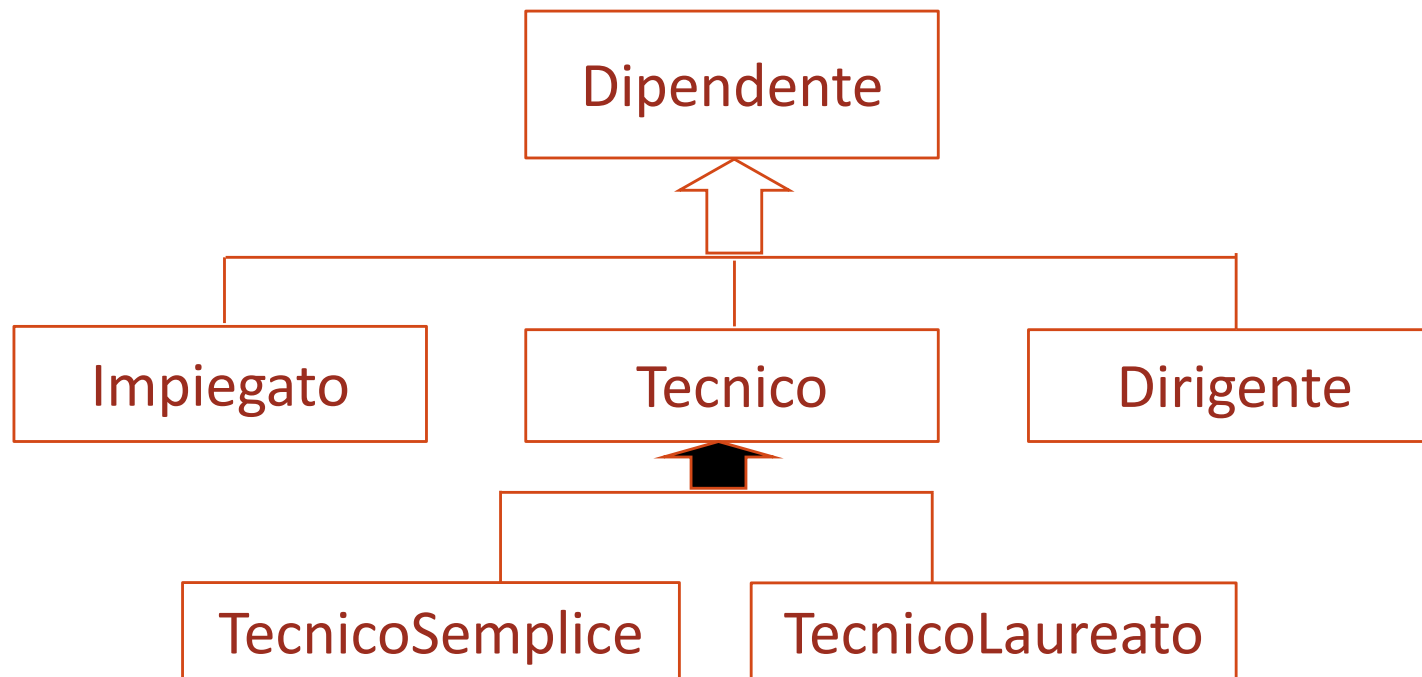
## GENERALIZZAZIONE TOTALE



- **Ogni occorrenza dell'entità padre è occorrenza di almeno una delle due entità figlie.**

# Modello E-R

- E' possibile definire **generalizzazioni a cascata** ..



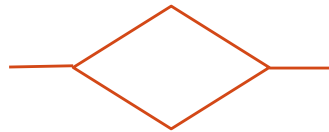
# Modello E-R

## COMPONENTI DEL MODELLO E-R

Entità



Relazione



Attributo



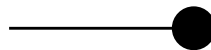
Cardinalità delle relazioni

(0,1), (1,1),(1,N), ...

Cardinalità degli attributi

(0,1), (1,1),(1,N), ...

Identificatori



Generalizzazioni



# Modello E-R

Il **dizionario dei dati** è una tabella contenente la descrizione delle entità/relazioni del modello E-R.

## DIZIONARIO DELLE ENTITA'

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
<u>Impiegato</u>	Dipendente dell'azienda	Codice, Cognome, Stipendio	Codice
<u>Progetto</u>	Progetti aziendali	Nome, Budget	Nome
<u>Dipartimento</u>	Struttura aziendale	Nome, Telefono	Nome, Sede
<u>Sede</u>	Sede dell'azienda	Città, Indirizzo	Città

# Modello E-R

Il **dizionario dei dati** è una tabella contenente la descrizione delle entità/relazioni del modello E-R.

## DIZIONARIO DELLE RELAZIONI

Relazioni	Descrizione	Componenti	Attributi
Direzione	Direzione di un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	
Afferenza	Afferenza a un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	Data
Partecipazione	Partecipazione a un progetto	Impiegato, Progetto	
Composizione	Composizione dell'azienda	Dipartimento, Sede	

# Modello E-R

---

**PROBLEMA:** Il diagramma E-R è uno strumento di modellazione molto potente e generale, ma **non tutti i vincoli presenti nelle specifiche sono esprimibili** nel modello ...

- Un laureando deve aver sostenuto tutti gli esami del suo corso di laurea.
- Il voto di un corso è un numero tra 18 e 30.
- Il numero di impiegati di un dipartimento si ottiene contando gli impiegati (tecnici esclusi).



# Modello E-R

---

Per esprimere i vincoli non rappresentabili dal diagramma E-R, si utilizzano delle **business rules** (regole aziendali):

- Descrizione di un concetto rilevante per l'applicazione (es. entita', relazioni, etc) → rappresentate nel **glossario dei dati**.
- **Vincoli sui dati dell'applicazione**
- **Derivazione di concetti**

# Modello E-R

---

Le **business rules** possono essere raccolte in **tabelle**, e devono essere **allegate al diagramma E-R**.

<b>Regole di vincolo</b>
1. Il direttore di un dipartimento deve appartenere a tale dipartimento
2. Un impiegato non deve avere uno stipendio maggiore del direttore del dipartimento al quale appartiene
<b>Regole di derivazione</b>
(1) Il budget di un dipartimento si ottiene sommando il budget dei progetti appartenenti a quel dipartimento

# Modello E-R

---

Ricapitolando:

- **STEP 0: Analisi dei requisiti**
  
- **STEP1: Progettazione Concettuale**
  - ✧ STEP 1.1: **Diagramma E-R**
  - ✧ STEP 1.2: **Dizionario** delle entità
  - ✧ STEP 1.2: **Dizionario** delle relazioni
  - ✧ STEP 1.3: Tabella delle **business rules**

# Modello E-R

---

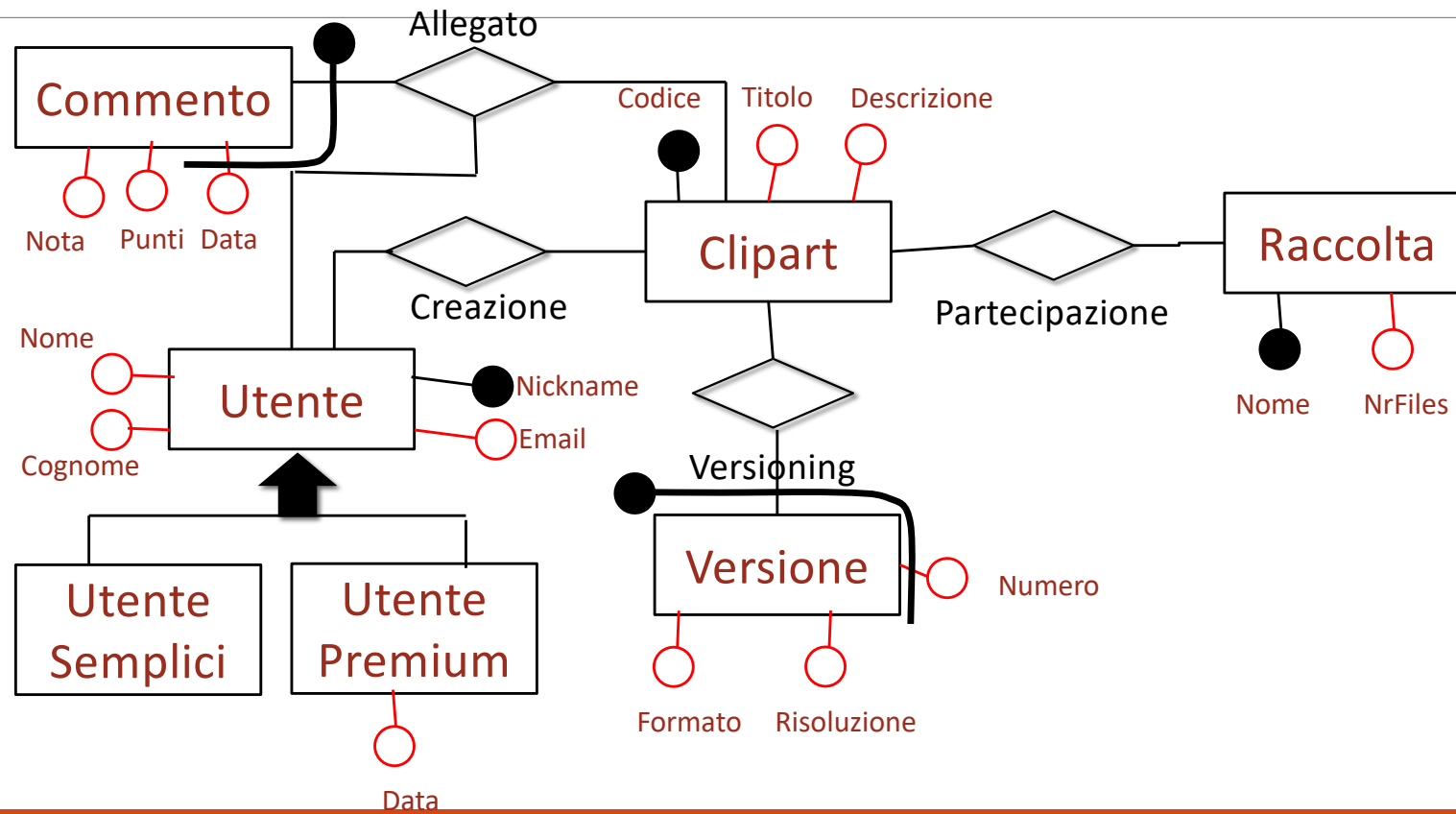
## **PROGRAMMAZIONE CONCETTUALE: UN ESEMPIO**

# Modello E-R

---

Si vuole progettare la base di dati per un sistema on-line di condivisione di cliparti tra utenti registrati al sistema. Ogni clipart ha un codice (univoco), un titolo, una descrizione, e può disporre di diverse versioni. Ogni versione dispone di un numero progressivo, una risoluzione ed un formato. Ogni clipart è associata al nickname del suo creatore (un utente registrato del sistema). Ogni utente ha un nickname univoco, un nome, cognome, ed uno o più indirizzi email. Sono previste due tipologie di utenti: utenti semplici ed utenti premium. Gli utenti semplici non possono creare più di 50 clipart nel sistema. Per gli utenti premium è necessario registrare la data in cui l'abbonamento premium scade. Ogni utente può inserire commenti a ciascuna clipart del sistema. Un commento è composto da una nota (stringa di testo), una data associata ed un punteggio (un numero compreso tra 0 e 5). Inoltre, le clipart possono essere organizzate in collezioni tematiche. Ogni collezione dispone di un nome univoco, e del numero totale di files (versioni\*clipart) associati.

# Modello E-R



# Modello E-R

## DIZIONARIO DELLE ENTITA'

Entita'	Descrizione	Attributi	Identificatore
<b>Clipart</b>	Clipart del sistema	Codice, Titolo, Descrizione	Codice
<b>Versione</b>	Versione della clipart	Numero, Formato, Risoluzione	Numero, Clipart
<b>Raccolta</b>	Insieme di clipart	Nome, NrFiles	Nome
<b>Commento</b>	Commento inserito dall'utente	Nome, Punti, Data	Data, Utente, Clipart
<b>Utente</b>	Utente del sistema	Nome, Cognome, Nickname, Email	Nickname
<b>Utente Semplici</b>	Utente generico		Nickname
<b>Utente Premium</b>	Utente con abbonamento	Data	Nickname

# Modello E-R

---

## DIZIONARIO DELLE RELAZIONI

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
<b>Versioning</b>	Associa versioni ad una clipart	Clipart, Versione	
<b>Partecipazione</b>	Specifica il contenuto di una raccolta	Clipart, Raccolta	
<b>Creazione</b>	Associa una clipart al suo creatore	Clipart, Utente	
<b>Allegato</b>	Associa un commento scritto da un utente ad una clipart	Clipart, Utente, Commento	



# Modello E-R

---

## TABELLA DELLE BUSINESS RULES

### Regole di vincolo

- (1) Gli utenti semplici non possono creare piu' di 50 clipart nel sistema.
- (2) Il punteggio deve essere compreso tra 0 e 5.

### Regole di derivazione

- (1) Il numero totale di files si ottiene moltiplicando il numero totale di clipart per il numero di versioni associate a ciascuna di esse.