

# Appunti sulla Modellazione Concettuale dei Dati

Basato sulle slide del Prof. Danilo Montesi

17 maggio 2025

## Indice

<b>1 Perché la Modellazione Concettuale?</b>	<b>2</b>
<b>2 Il Ciclo di Vita del Design del Database</b>	<b>2</b>
2.1 Design Concettuale . . . . .	2
2.2 Design Logico . . . . .	2
2.3 Design Fisico . . . . .	3
<b>3 Modelli di Dati: Costrutti, Schemi e Istanze</b>	<b>3</b>
<b>4 Il Modello Entità-Relazione (ER Model)</b>	<b>4</b>
4.1 Entità (Entity) . . . . .	4
4.2 Relazione (Relationship) . . . . .	4
4.3 Promozione di Relazioni a Entità . . . . .	5
4.4 Attributi (Attribute) . . . . .	5
4.5 Cardinalità (Cardinality) . . . . .	6
4.5.1 Cardinalità delle Relazioni . . . . .	6
4.5.2 Cardinalità degli Attributi . . . . .	6
4.6 Identificatori (Chiavi - Keys) . . . . .	7
4.7 Generalizzazione/Specializzazione (Inheritance) . . . . .	8
<b>5 Documentazione</b>	<b>9</b>
<b>6 UML (Unified Modeling Language) come Alternativa</b>	<b>9</b>
<b>7 Modellazione Concettuale con UML (Unified Modeling Language)</b>	<b>9</b>
7.1 Classi (Classes) . . . . .	10
7.2 Associazioni (Associations) . . . . .	10
7.3 Classe di Associazione (Association Class) . . . . .	11
7.4 Associazione N-aria (N-ary Association) e Reificazione . . . . .	12
7.5 Aggregazione e Composizione (Aggregation and Composition) . . . . .	13
7.6 Identificatori (Identifiers) . . . . .	14
7.7 Identificatore Esterno (External Identifier) e Associazioni Qualificate . . . . .	14
7.8 Generalizzazione (Generalization) . . . . .	15
7.9 Esempio Complessivo: Schema Concettuale in UML . . . . .	16

# 1 Perché la Modellazione Concettuale?

Partire direttamente a definire tabelle SQL (modello logico) è difficile e rischioso. I problemi principali sono:

- Ci si perde nei dettagli troppo presto.
- Il modello relazionale (tabelle, colonne, tipi) è troppo *rigido* per le fasi iniziali di brainstorming e analisi dei requisiti.

La soluzione è il **Modello Concettuale** (ad esempio, il diagramma Entità-Relazione - ERD):

- Permette di ragionare sulla *realtà di interesse* in modo **indipendente dall'implementazione** specifica (quale DBMS useremo, come saranno le tabelle, ecc.).
- Aiuta a definire le **classi di oggetti** (entità) e le loro **relazioni**.
- Fornisce una **rappresentazione visuale** chiara, utile per la documentazione e la comunicazione con gli stakeholder (anche non tecnici).

**Esempio Pratico:** Immagina di dover creare un sistema per una biblioteca. Invece di pensare subito a `CREATE TABLE Libri (...)`, con il modello concettuale pensi: "Ok, ho bisogno di *Libri*, *Utenti*, e una relazione che dice *Un Utente prende in prestito un Libro*". Questo è più astratto e flessibile.

## 2 Il Ciclo di Vita del Design del Database

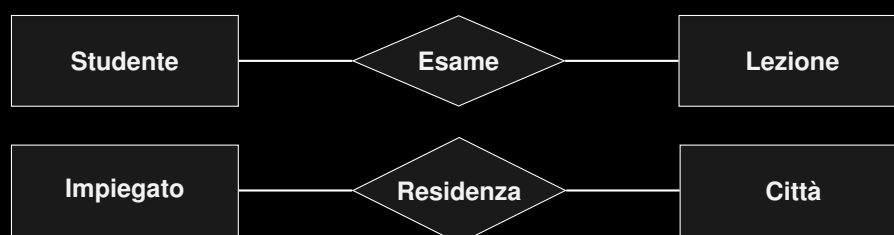
Il design del database è una fase cruciale nello sviluppo di Sistemi Informativi (SI). Le fasi principali del design sono:

### 2.1 Design Concettuale

- **Input:** Requisiti del database (cosa deve fare il sistema?).
- **Output:** **Schema Concettuale** (es. un diagramma Entità-Relazione - ERD).
- **Focus:** Il "COSA?" – quali informazioni ci servono e come sono collegate, ad alto livello.
- *Esempio Pratico:* "Abbiamo Entità *Studente* e *Corso*. Uno *Studente* si *IscriveA* un *Corso*."

### 2.2 Design Logico

- **Input:** Schema Concettuale.
- **Output:** **Schema Logico** (es. definizione di tabelle per un DB relazionale, o collezioni per un DB NoSQL come MongoDB).
- **Focus:** Il "COME?" – come traduciamo il modello concettuale in un modello supportato da un tipo di DBMS (es. relazionale, a documenti, a grafo). È indipendente dal DBMS specifico, ma non dal *tipo* di DBMS.
- *Esempio Pratico:*



- Dallo schema concettuale sopra, con un po' d'immaginazione sulle relazioni, con SQL potrebbe essere:

---

```
-- Table: Studente
CREATE TABLE Studente (
    id INT PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(100)
);

-- Table: Lezione
CREATE TABLE Lezione (
    id INT PRIMARY KEY,
    titolo VARCHAR(100)
);

-- Join Table: Esame (between Studente and Lezione)
CREATE TABLE Esame (
    studente_id INT,
    lezione_id INT,
    data DATE,
    voto INT,
    PRIMARY KEY (studente_id, lezione_id),
    FOREIGN KEY (studente_id) REFERENCES Studente(id),
    FOREIGN KEY (lezione_id) REFERENCES Lezione(id)
);

-- Table: Impiegato
CREATE TABLE Impiegato (
    id INT PRIMARY KEY,
    nome VARCHAR(100)
);

-- Table: Città
CREATE TABLE Città (
    id INT PRIMARY
);
```

---

## 2.3 Design Fisico

- **Input:** Schema Logico.
- **Output:** **Schema Fisico** (definizioni specifiche per il DBMS scelto: indici, partizionamento, filegroup, ecc.).
- **Focus:** Ottimizzazione delle performance e dello storage.
- *Esempio Pratico:* “Sulla tabella Studenti, creiamo un indice sulla colonna Cognome per velocizzare le ricerche.”

## 3 Modelli di Dati: Costrutti, Schemi e Istanze

- **Modello di Dati:** Una collezione di “costrutti” (come i tipi di dato in programmazione) per categorizzare i dati e descrivere le operazioni su di essi.
  - Esempio: il modello relazionale usa il costrutto `relazione` (tabella) per insiemi uniformi di tuple (righe).
- **Schema:** La struttura invariante nel tempo dei dati (aspetto *intensionale*).
  - SQL: `CREATE TABLE Users (id INT, name VARCHAR(255));`

– Prisma: `model User { id Int @id; name String; }`

- **Istanza:** I valori attuali dei dati in un certo momento, che cambiano nel tempo (aspetto *estensionale*).
  - SQL: Le righe effettive nella tabella `Users`: `(1, 'Alice')`, `(2, 'Bob')`.
  - MongoDB: I documenti effettivi nella collezione `users`.

## 4 Il Modello Entità-Relazione (ER Model)

È il modello concettuale più usato. Ecco i suoi costrutti principali:

### 4.1 Entità (Entity)

- Rappresenta una classe di “oggetti” (cose, persone, luoghi) del mondo reale che hanno proprietà comuni e un’esistenza autonoma.
- **Esempi:** `Studente`, `Prodotto`, `Dipartimento`.
- **Rappresentazione Grafica:** Rettangolo.
- **Convenzioni:** Nomi singolari, significativi.
- *Paragone Pratico:* Simile a una classe in OOP, un `model` in Prisma, o una collezione in MongoDB.

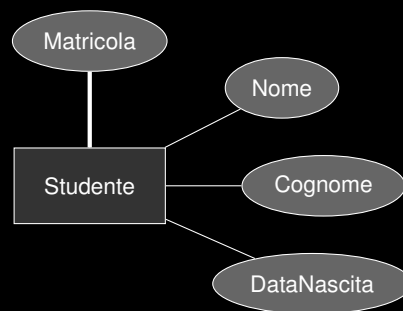


Figura 1: Esempio di entità `Studente` con i suoi attributi. La linea spessa indica l’identificatore (`Matricola`).

### 4.2 Relazione (Relationship)

- Un legame, un’associazione logica tra due o più tipi di entità.
- **Esempi:** `Studente Frequenta Corso`; `Impiegato LavoraIn Dipartimento`.
- **Rappresentazione Grafica:** Rombo.
- **Convenzioni:** Nomi singolari (se possibile, nomi invece di verbi).
- **Tipi:**
  - **Binarie:** Coinvolgono due entità.
  - **N-arie:** Coinvolgono più di due entità (es. `Fornitore Fornisce Prodotto` a un `Dipartimento`). Spesso si cerca di scomporle in binarie.
  - **Ricorsive:** Un’entità è in relazione con se stessa (es. `Impiegato Supervisiona Impiegato`).
    - \* *Paragone Pratico (Ricorsiva):* In SQL, una tabella `Impiegati` con una colonna `ID_Manager` che è una foreign key a `Impiegati.ID`.
- **Ruoli:** Utili nelle relazioni ricorsive per chiarire il significato (es. `Presidente` -(`Precedente`/`Successivo`)-> `Successione`).

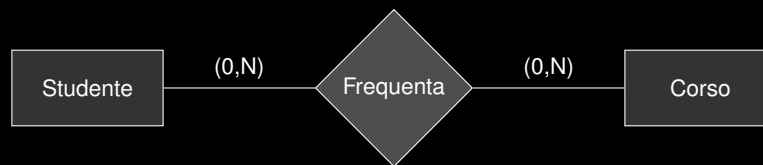


Figura 2: Esempio di relazione multi-a-molti tra Studente e Corso.

### 4.3 Promozione di Relazioni a Entità

#### Quando?

- Se una relazione ha attributi propri (es. la relazione *Iscrizione* tra *Studente* e *Corso* ha attributi come *DataIscrizione* e *VotoEsame*).
- Se uno studente può sostenere lo stesso esame più volte (es. per migliorare il voto). La semplice relazione *Studente-Esame-Corso* non cattura i tentativi multipli.

**Come?** La relazione diventa un'entità "associativa".

- *Esempio Pratico:* La relazione *Studente-Iscrizione-Corso* diventa: Entità *Studente* — Relazione *HaSostenuto* — Entità *IstanzaEsame* — Relazione *Riguarda* — Entità *Corso*. L'entità *IstanzaEsame* avrà attributi come *Data*, *Voto*.
- *SQL:* Questo si traduce in una "join table" o "tabella associativa":

---

```

CREATE TABLE EsamiSostenuti (
  ID_Studente INT,
  ID_Corso INT,
  Data DATE,
  Voto INT,
  PRIMARY KEY (ID_Studente, ID_Corso, Data) -- Data inclusa per tentativi multipli
);
  
```

---

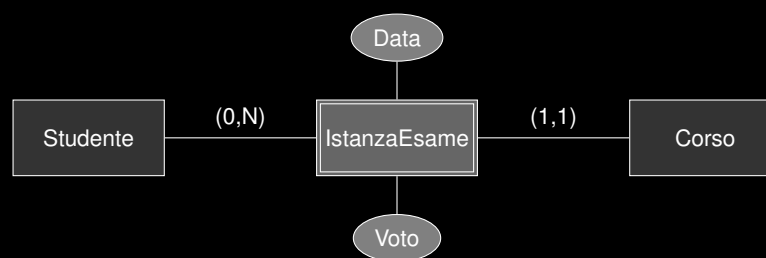


Figura 3: Esempio di promozione della relazione *Esame* a entità debole (doppio bordo) con attributi propri.

### 4.4 Attributi (Attribute)

- Una proprietà o caratteristica di un'entità o di una relazione.
- Collega ogni istanza dell'entità/relazione a un valore da un "dominio" (insieme di valori possibili).
- **Esempi:** Nome dell'entità *Studente*; *Data* della relazione *Esame*.
- **Rappresentazione Grafica:** Ovale.
- **Tipi:**
  - **Semplici:** Atomici (es. *Età*).

- **Composti:** Possono essere scomposti in sotto-attributi (es. Indirizzo composto da Via, NumeroCivico, Città).
  - \* *Paragone Pratico (Composto):* In MongoDB è naturale: `address: { street: "...", city: "..."}` . In SQL, spesso si “appiattiscono” in colonne separate (Via, NumeroCivico, Città) o, se complesso, si mette in una tabella separata.

## 4.5 Cardinalità (Cardinality)

Specifica il numero minimo e massimo di istanze di un’entità che possono partecipare a una relazione, o il numero di valori che un attributo può assumere.

- **Notazione comune:** (min, max)
  - min = 0: partecipazione opzionale.
  - min = 1 (o più): partecipazione obbligatoria.
  - max = 1: al massimo una.
  - max = N (o \*): molte.

### 4.5.1 Cardinalità delle Relazioni

- **Esempio:** Impiegato (1,1) — LavoraPer — (0,N) Dipartimento
  - Un Impiegato deve lavorare per **esattamente un** Dipartimento.
  - Un Dipartimento può avere **da zero a molti** Impiegati.
- **Tipi comuni (basati su max):**
  - **Uno-a-Uno (1:1):** Es. Persona (0,1) — Possiede — (0,1) Pacemaker.
  - **Uno-a-Molti (1:N):** Es. Cliente (1,1) — Effettua — (0,N) Ordine.
  - **Molti-a-Molti (M:N):** Es. Studente (0,N) — Frequenta — (0,N) Corso.
- \* *Paragone Pratico (M:N):* In SQL, le relazioni M:N si implementano sempre con una tabella associativa intermedia. Prisma gestisce questo in modo più astratto.

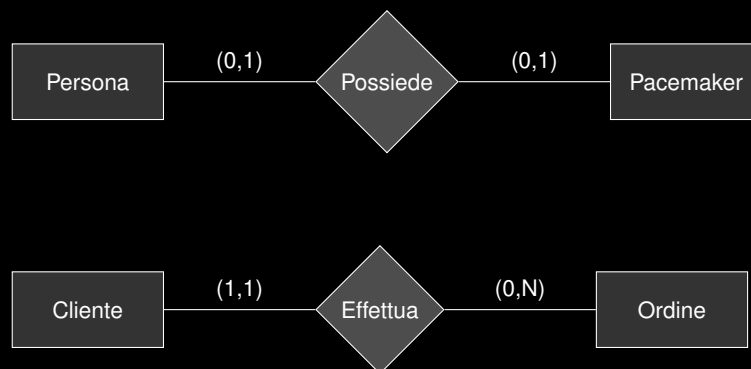


Figura 4: Esempi di relazioni uno-a-uno (Persona-Pacemaker) e uno-a-molti (Cliente-Ordine).

### 4.5.2 Cardinalità degli Attributi

- (0,1): Attributo opzionale (può essere NULL). Es. NumeroTelefonoSecondario.
- (1,1): Attributo obbligatorio, singolo valore (default). Es. CodiceFiscale.
- (0,N) o (1,N): Attributo multivalore (un’entità può avere più valori per quell’attributo). Es. NumeriTelefono (una persona può avere più numeri).
  - *Paragone Pratico (Multivalore):* In SQL, si usa una tabella separata: `Persona(ID_Persona), NumeriTelefono(ID_Persona_FK, Numero)`. In MongoDB, si usa un array: `telefoni: ["123", "456"]`.

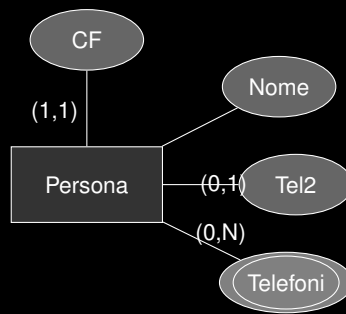


Figura 5: Esempi di attributi con diverse cardinalità: obbligatorio (CF), opzionale (Tel2), e multivalore (Telefoni).

## 4.6 Identificatori (Chiavi - Keys)

- Un attributo o un insieme di attributi che identificano univocamente ogni istanza di un'entità.
- **Rappresentazione Grafica:** Attributo sottolineato.
- **Tipi:**
  - **Identificatore Interno:** Formato da attributi della stessa entità.
    - \* Es. codiceFiscale per l'entità Persona.
    - \* *Paragone Pratico:* PRIMARY KEY in SQL; \_id in MongoDB; @id in Prisma.
  - **Identificatore Esterno:** Formato da attributi dell'entità più l'identificatore di un'entità esterna a cui è collegata tramite una relazione con cardinalità (1,1) dal lato dell'entità da identificare. Usato per "entità deboli" che non possono esistere o essere identificate senza l'entità "forte".
    - \* Es. lineId (attributo di OrderItem) + orderId (dall'entità Order) identifica univocamente un OrderItem. OrderItem è un'entità debole rispetto a Order.
- Ogni entità deve avere almeno un identificatore.
- Le relazioni di solito non hanno identificatori (se ne hanno bisogno, si promuovono a entità).

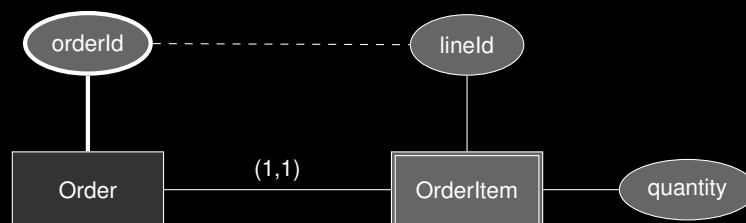


Figura 6: Esempio di entità forte (Order) con identificatore interno e entità debole (OrderItem) con identificatore esterno.

```
// Esempio con Prisma
model Order {
  orderId Int @id @default(autoincrement())
  // altri campi dell'ordine
  orderItems OrderItem[]
}

model OrderItem {
  orderId Int
  lineId Int
  quantity Int
  order Order @relation(fields: [orderId], references: [orderId])
}
```

```

    @@id([orderId, lineId]) // Chiave primaria composta
}

-- Definizione SQL dello schema
CREATE TABLE "Order" (
    orderId    SERIAL PRIMARY KEY,
    // altri campi dell'ordine
);

CREATE TABLE OrderItem (
    orderId    INT,
    lineId     INT,
    quantity   INT,
    PRIMARY KEY (orderId, lineId),
    FOREIGN KEY (orderId) REFERENCES "Order"(orderId) ON DELETE CASCADE
);

```

## 4.7 Generalizzazione/Specializzazione (Inheritance)

- Una relazione tra un'entità genitore (superclasse, es. *Veicolo*) e una o più entità figlie (sottoclassi, es. *Automobile*, *Motocicletta*).
- Le figlie sono "tipi di" genitore: ereditano attributi e relazioni del genitore e possono averne di propri.
- **Rappresentazione Grafica:** Freccia (triangolo vuoto) dalle figlie al genitore.
- **Proprietà:**
  - **Ereditarietà:** Le proprietà del genitore sono implicitamente presenti nelle figlie.
  - **Copertura (Total/Partial):**
    - \* **Totale:** Ogni istanza del genitore DEVE essere un'istanza di (almeno) una delle figlie. (Es. *Persona* -> *Maschio*, *Femmina*).
    - \* **Parziale:** Un'istanza del genitore PUÒ essere un'istanza di una figlia (o solo del tipo genitore). (Es. *Veicolo* -> *Automobile*, *Motocicletta*).
  - **Disgiunzione (Disjoint/Overlapping):**
    - \* **Disgiunta:** Un'istanza del genitore può essere al massimo un tipo di figlia. (Es. *Persona* è *Maschio* O *Femmina*).
    - \* **Sovrapposta:** Un'istanza del genitore può essere più tipi di figlia contemporaneamente (raro e più complesso da modellare).
  - Di solito ci si concentra su generalizzazioni **Disgiunte (Totali o Parziali)**.
- *Paragone Pratico:*
  - OOP: `class Veicolo {}, class Automobile extends Veicolo {}`.
  - SQL: Ci sono diversi pattern per implementare l'ereditarietà.
  - Prisma: Può essere modellato con campi discriminatori o modelli separati con relazioni.



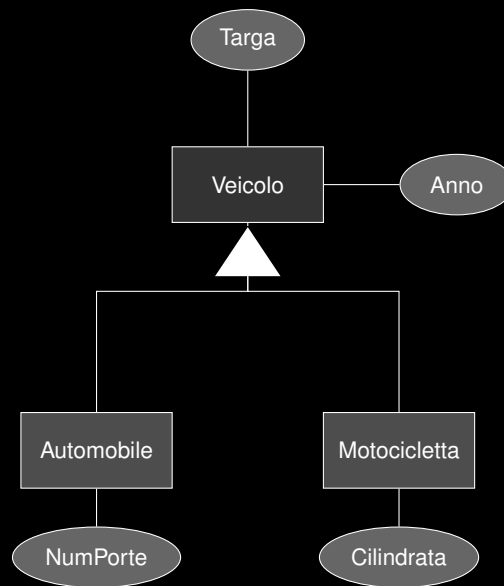


Figura 7: Esempio di generalizzazione/specializzazione: Veicolo come superclasse e Automobile/Motocicletta come sottoclassi con simbolo di ereditarietà (triangolo vuoto).

## 5 Documentazione

- **Dizionario dei Dati:** Descrive in dettaglio ogni entità, relazione e attributo.
- **Vincoli Non Esprimibili:** Alcuni vincoli non possono essere rappresentati graficamente nell'ERD (es. "Lo stipendio di un impiegato non può superare quello del suo manager"). Vanno documentati a parte.
  - *Paragone Pratico:* Questi vincoli si implementano spesso con CHECK constraints in SQL, triggers, o a livello applicativo.

## 6 UML (Unified Modeling Language) come Alternativa

- UML è un linguaggio di modellazione più ampio, usato per vari aspetti dello sviluppo software.
- Per la modellazione dei dati, si usano principalmente i **Diagrammi delle Classi (Class Diagrams)**.
- Molti concetti ER hanno un equivalente in UML:
  - **Entità -> Classe**
  - **Relazione -> Associazione**
  - **Relazione con attributi -> Classe di Associazione**
  - **Cardinalità:** 1, 0..1, \*, 1..\*
  - **Identificatori:** {id} accanto all'attributo.
  - **Generalizzazione/Specializzazione:** Freccia con triangolo vuoto verso la superclasse.
  - **Concetti specifici UML:** Aggregazione (rombo vuoto), Composizione (rombo pieno).

## 7 Modellazione Concettuale con UML (Unified Modeling Language)

UML è un linguaggio di modellazione standardizzato e ampiamente utilizzato per specificare, visualizzare, costruire e documentare gli artefatti di un sistema software. Sebbene l'ERD sia specifico per i database, UML offre un approccio più generale e può essere utilizzato anche per la modellazione concettuale dei dati, principalmente attraverso i **Diagrammi delle Classi (Class Diagrams)**.

## 7.1 Classi (Classes)

In UML, un'entità del modello ER corrisponde a una **Classe**. Una classe è rappresentata come un rettangolo, tipicamente diviso in tre sezioni:

1. **Nome della Classe:** In alto, in grassetto.
2. **Attributi (Attributes):** Al centro, elencano le proprietà della classe.
3. **Operazioni (Operations/Methods):** In basso (spesso omessa nella modellazione concettuale dei dati puri, poiché ci si concentra sulla struttura).

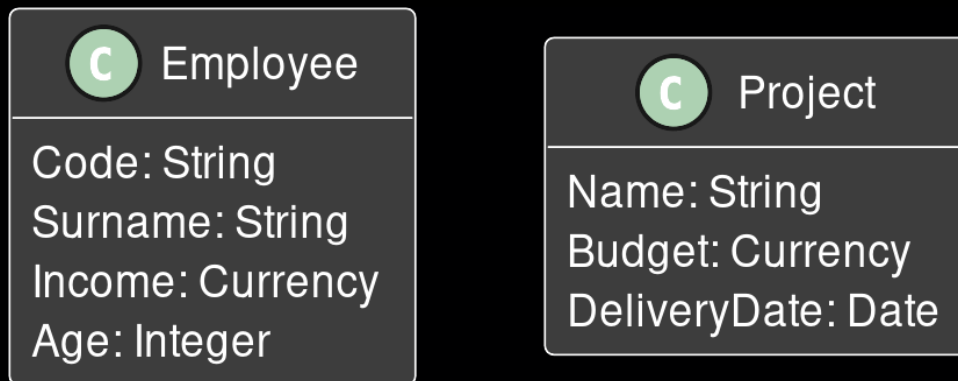


Figura 8: Esempio di Classi UML: Employee e Project.

## 7.2 Associazioni (Associations)

Le relazioni del modello ER sono chiamate **Associazioni** in UML. Un'associazione rappresenta una relazione semantica tra due o più classi. È disegnata come una linea continua che connette le classi.

- **Nome dell'Associazione (opzionale):** Può essere scritto vicino alla linea, spesso con una freccetta che indica la direzione di lettura (se il nome è un verbo).
- **Ruoli (opzionale):** Nomi posti alle estremità della linea di associazione per chiarire il ruolo che una classe gioca nell'associazione.
- **Molteplicità (Multiplicity):** Equivalente alla cardinalità ER, indica quante istanze di una classe possono essere collegate a un'istanza dell'altra classe. Notazioni comuni:
  - 1 (esattamente uno)
  - 0..1 (zero o uno)
  - \* (zero o molti)
  - 1..\* (uno o molti)
  - m..n (da m a n)

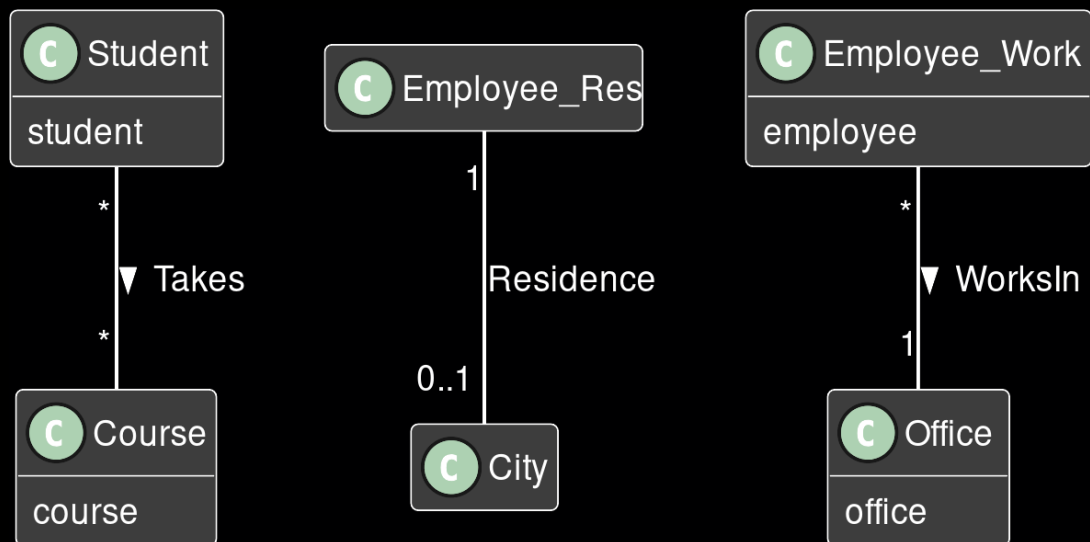


Figura 9: Esempi di Associazioni UML con nomi, ruoli e molteplicità.

### 7.3 Classe di Associazione (Association Class)

Quando un'associazione stessa ha attributi o operazioni, può essere modellata come una **Classe di Associazione**. È rappresentata come una classe normale collegata da una linea tratteggiata all'associazione che descrive. *Esempio:* L'associazione "Sostiene Esame" tra **Student** e **Course** può avere attributi come **Date** e **Degree**. **Exam** diventa una classe di associazione.

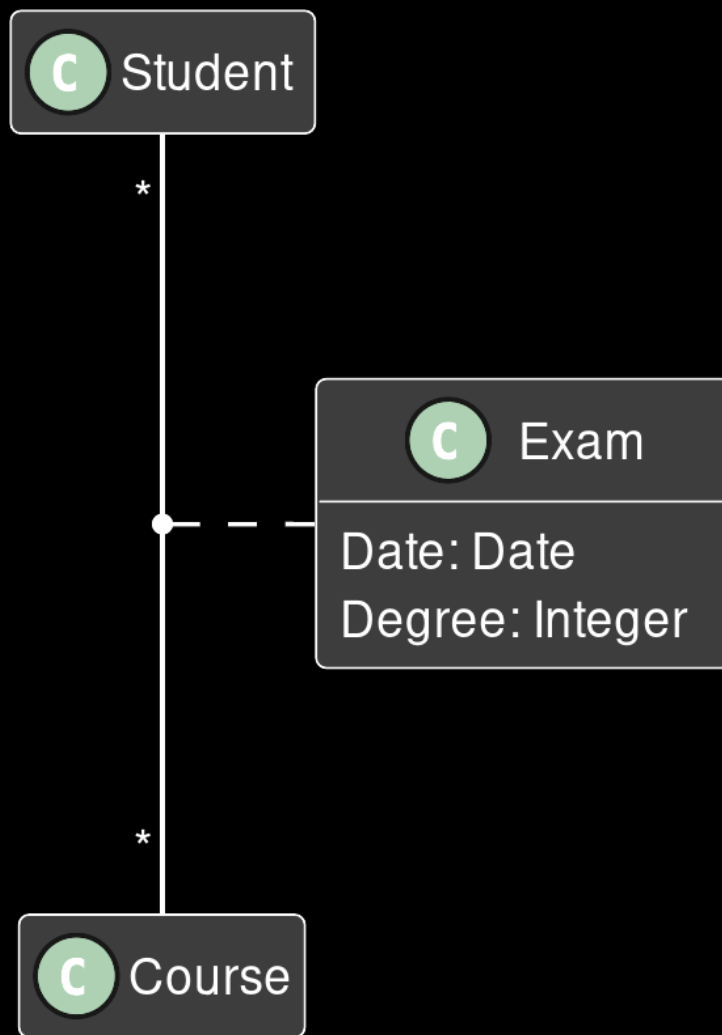


Figura 10: Esempio di Classe di Associazione UML: Exam.

#### 7.4 Associazione N-aria (N-ary Association) e Reificazione

Un'associazione può coinvolgere più di due classi (ternaria, quaternaria, ecc.). Graficamente, si usa un rombo (come in ER) a cui sono collegate le classi. Se l'associazione n-aria ha attributi, una classe di associazione viene collegata al rombo. Le associazioni n-arie ( $n > 2$ ) sono spesso complesse da gestire e interpretare. Una pratica comune è la **reificazione** (o "promozione a classe"): l'associazione n-aria viene trasformata in una nuova classe regolare, che viene poi collegata alle classi originariamente coinvolte tramite associazioni binarie.

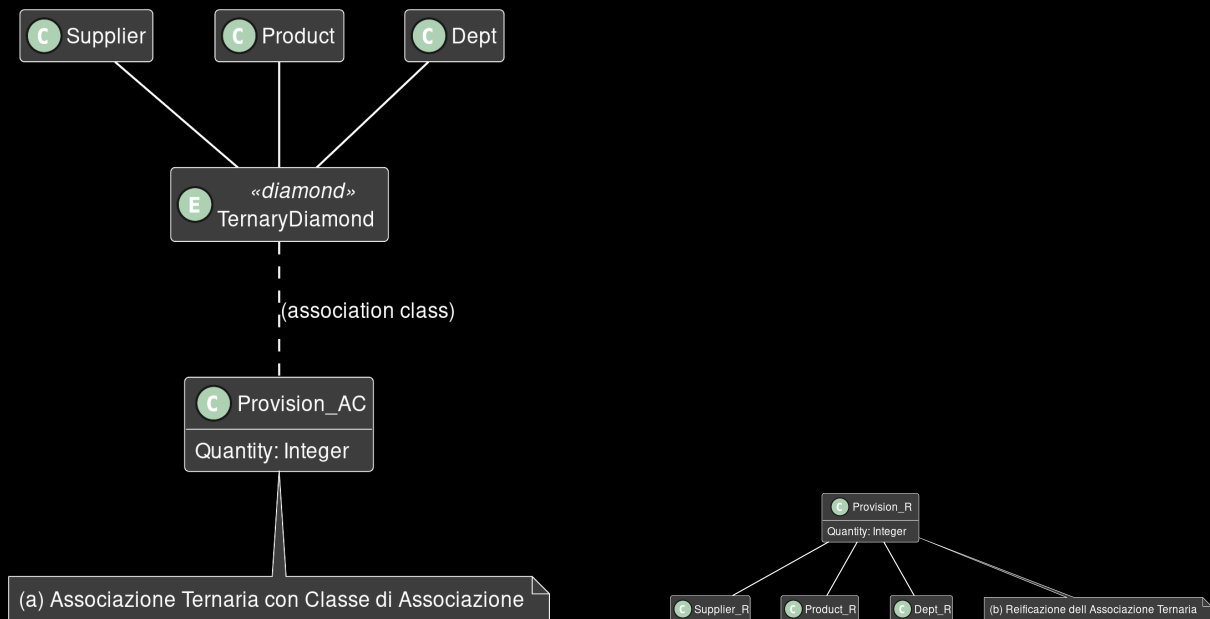


Figura 11: Associazione Ternaria con classe di associazione (a, sinistra) e sua Reificazione (b, destra) in UML.

## 7.5 Aggregazione e Composizione (Aggregation and Composition)

Sono tipi speciali di associazione che rappresentano relazioni "parte-di" (whole-part).

- **Aggregazione (Aggregation):** Rappresenta una relazione "ha-un" debole. Le parti possono esistere indipendentemente dal tutto. È indicata da un **rombo vuoto** dal lato del "tutto" (aggregato). *Esempio:* Un **Team** è composto da **Technician**. Un tecnico può esistere anche se il team viene sciolto, o può appartenere a più team (a seconda della molteplicità).
- **Composizione (Composition):** Rappresenta una relazione "ha-un" forte. Le parti dipendono esistenzialmente dal tutto; se il tutto viene distrutto, anche le parti lo sono. È indicata da un **rombo pieno** dal lato del "tutto" (composito). La molteplicità dal lato del composito verso la parte è solitamente 1 o 0..1 (una parte appartiene a un solo tutto). *Esempio:* Un'automobile (**Car**) è composta da un motore (**Engine**). Se l'automobile viene rottamata, anche il suo motore specifico (come parte di quell'auto) cessa di esistere in quel contesto. Una **Agency** è parte di una **Firm**.

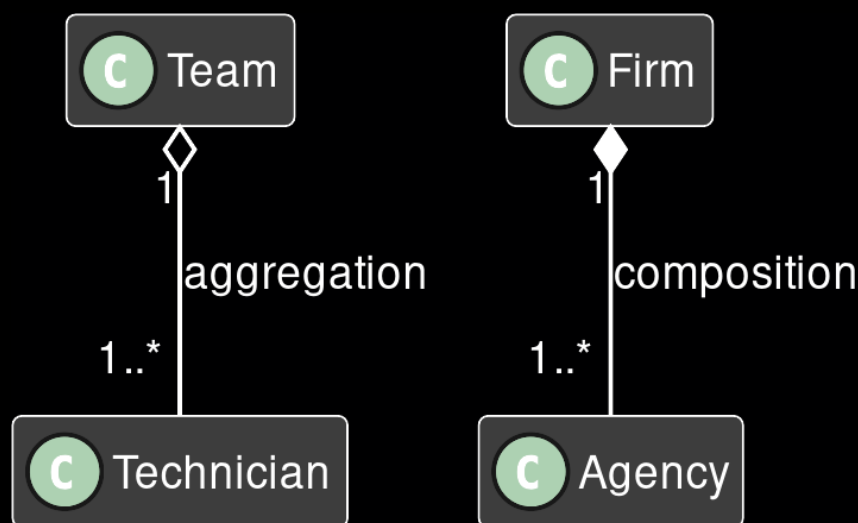


Figura 12: Esempio di Aggregazione (Team-Technician) e Composizione (Firm-Agency) in UML.

## 7.6 Identificatori (Identifiers)

In UML, gli attributi che compongono l'identificatore (chiave primaria) di una classe possono essere contrassegnati con la proprietà {id} o talvolta sottolineati (anche se {id} è più comune in UML2).

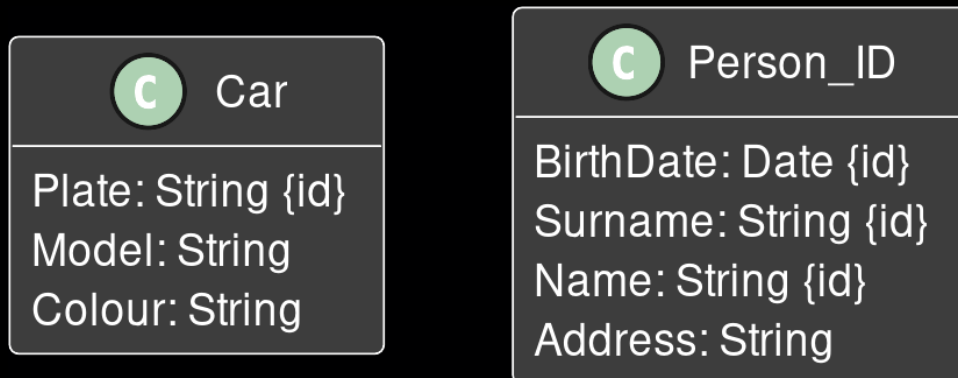


Figura 13: Esempio di Identificatori UML con {id}.

## 7.7 Identificatore Esterno (External Identifier) e Associazioni Qualificate

Un concetto simile all'identificatore esterno ER si ha quando l'identità di una classe (la "debole") dipende parzialmente da un'altra classe attraverso un'associazione. Questo può essere indicato con:

- Uno **stereotipo** sull'associazione, come «*identifying*» (come suggerito nelle slide del prof., anche se non standard UML stretto per questo specifico caso).
- Una **Associazione Qualificata**: un piccolo rettangolo (il qualificatore) è attaccato alla classe "forte", contenente un attributo della classe "debole" che, insieme all'istanza della classe forte, identifica univocamente l'istanza della classe debole.
- La molteplicità dal lato della classe "debole" verso la "forte" è spesso 1 in un'associazione identificante.

Nelle slide del Prof. Montesi (slide 100), si usa lo stereotipo «*identifying*» (probabile typo per «*identifying*») sull'associazione e {id} sugli attributi che compongono la chiave, inclusi quelli della classe "debole" e quelli ereditati implicitamente tramite l'associazione identificante.

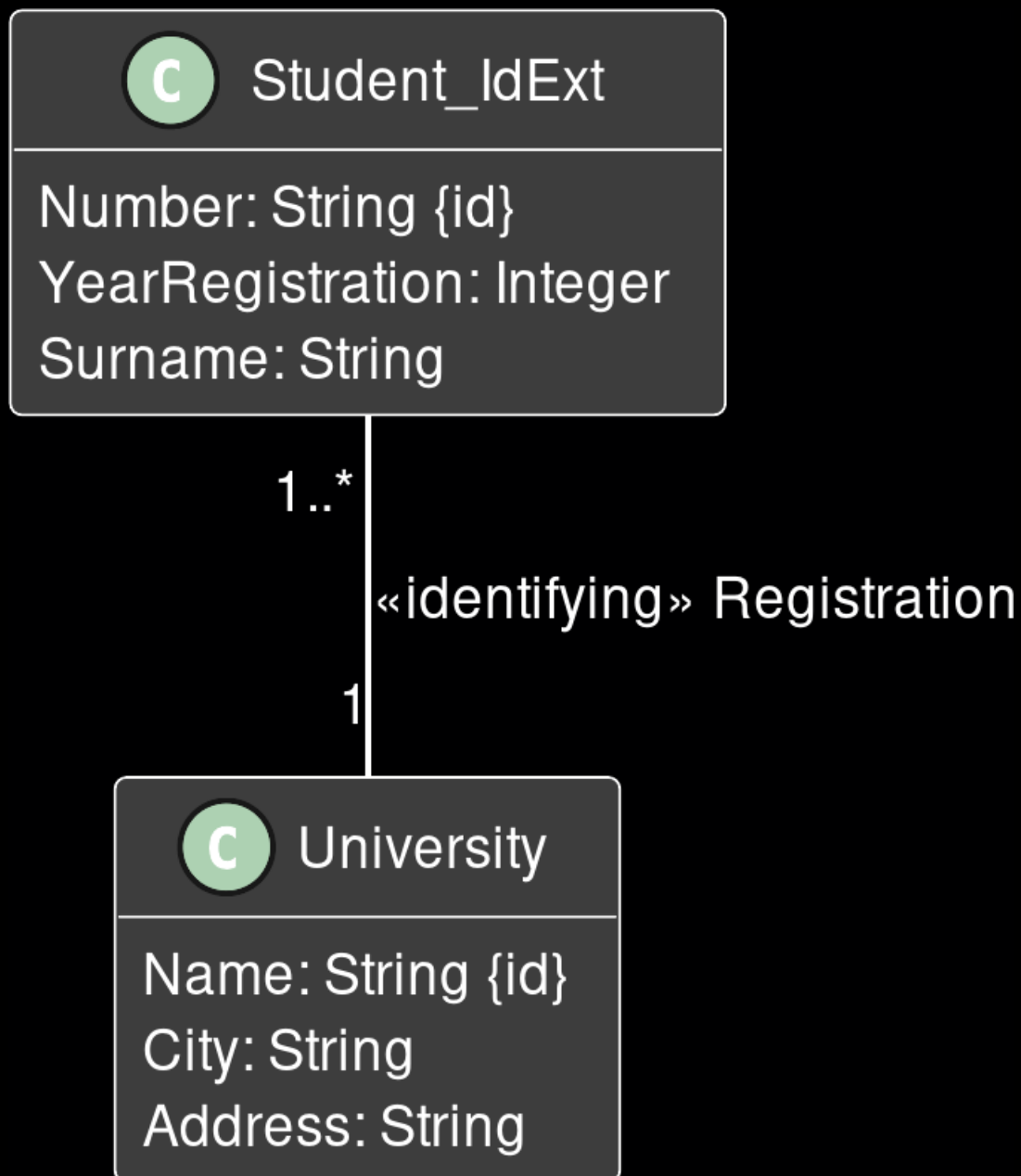


Figura 14: Esempio di associazione identificante con stereotipo (come da slide 100).

*Nota:* L'attributo Number di Student è {id} nel contesto dell'associazione con University. La vera chiave univoca di Student sarebbe una combinazione di Student.Number e l'identificatore di University.

## 7.8 Generalizzazione (Generalization)

Corrisponde alla generalizzazione/specializzazione del modello ER e rappresenta una relazione "è-un-tipo-di" (is-a-kind-of) tra una classe più generale (superclasse) e una classe più specifica (sottoclasse).

- **Rappresentazione Grafica:** Una linea continua con una **grande freccia triangolare vuota** che punta dalla sottoclasse alla superclasse.
- **Ereditarietà:** La sottoclasse eredita attributi, operazioni e associazioni della superclasse.
- **Vincoli:** Simili a ER, si possono specificare vincoli come:
  - {complete, disjoint} o {total, disjoint}: Ogni istanza della superclasse è esattamente una delle sottoclassi.

- {incomplete, disjoint} o {partial, disjoint}: Un'istanza della superclasse può essere una delle sottoclassi o nessuna di esse (solo la superclasse), ma non più di una.
- {overlapping}: Una sottoclasse può essere istanza di più sottoclassi (più raro).

Questi vincoli sono scritti vicino alla freccia di generalizzazione.

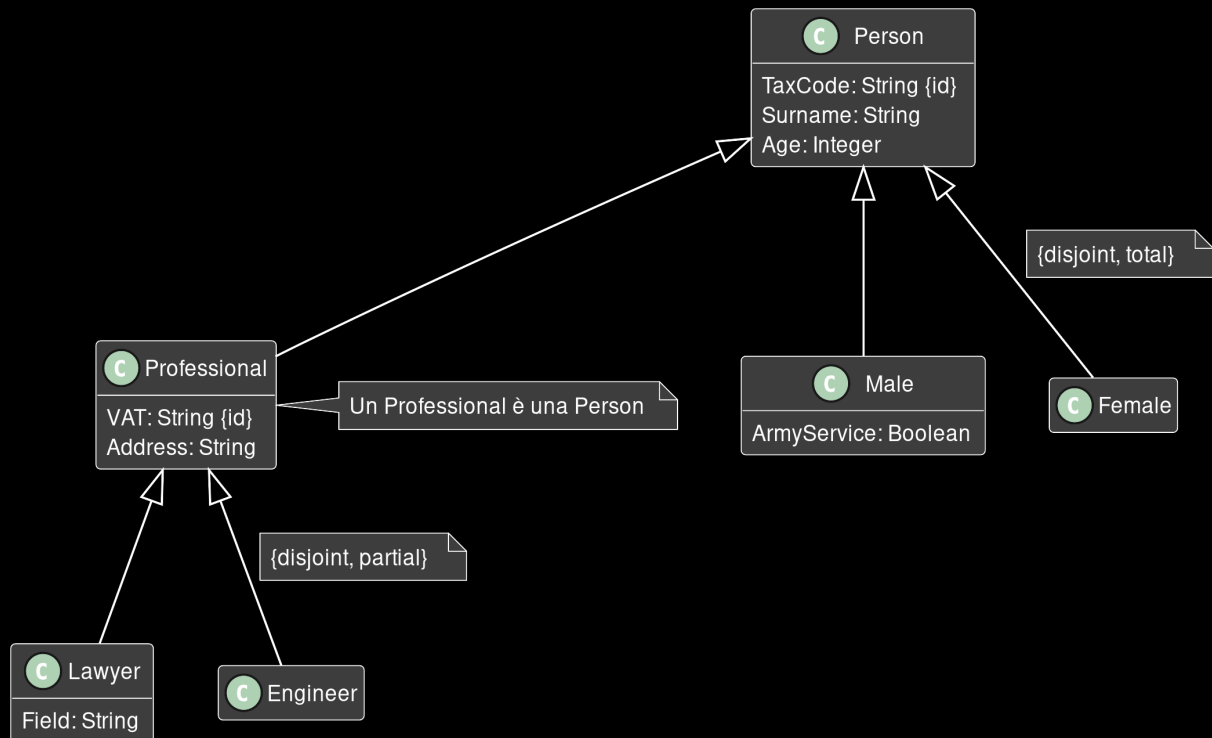


Figura 15: Esempio di Generalizzazione UML (basato su slide 101).

## 7.9 Esempio Complessivo: Schema Concettuale in UML

La slide 102 del Prof. Montesi mostra un diagramma ER tradotto in UML Class Diagram. Notiamo:

- Le entità diventano Classi (**Employee**, **Dept**, **Project**, **Office**).
- Le relazioni diventano Associazioni (**Management**, **Affiliation**, **Attendance**).
- **Affiliation** è una classe di associazione perché ha l'attributo **Date**.
- **Composition** tra **Dept** e **Office** è una composizione forte (rombo pieno) e identificante («identifying»).
- Le cardinalità ER sono tradotte in molteplicità UML.
- Gli identificatori sono marcati con {id}.
- Una nota è attaccata alla classe **Project**.



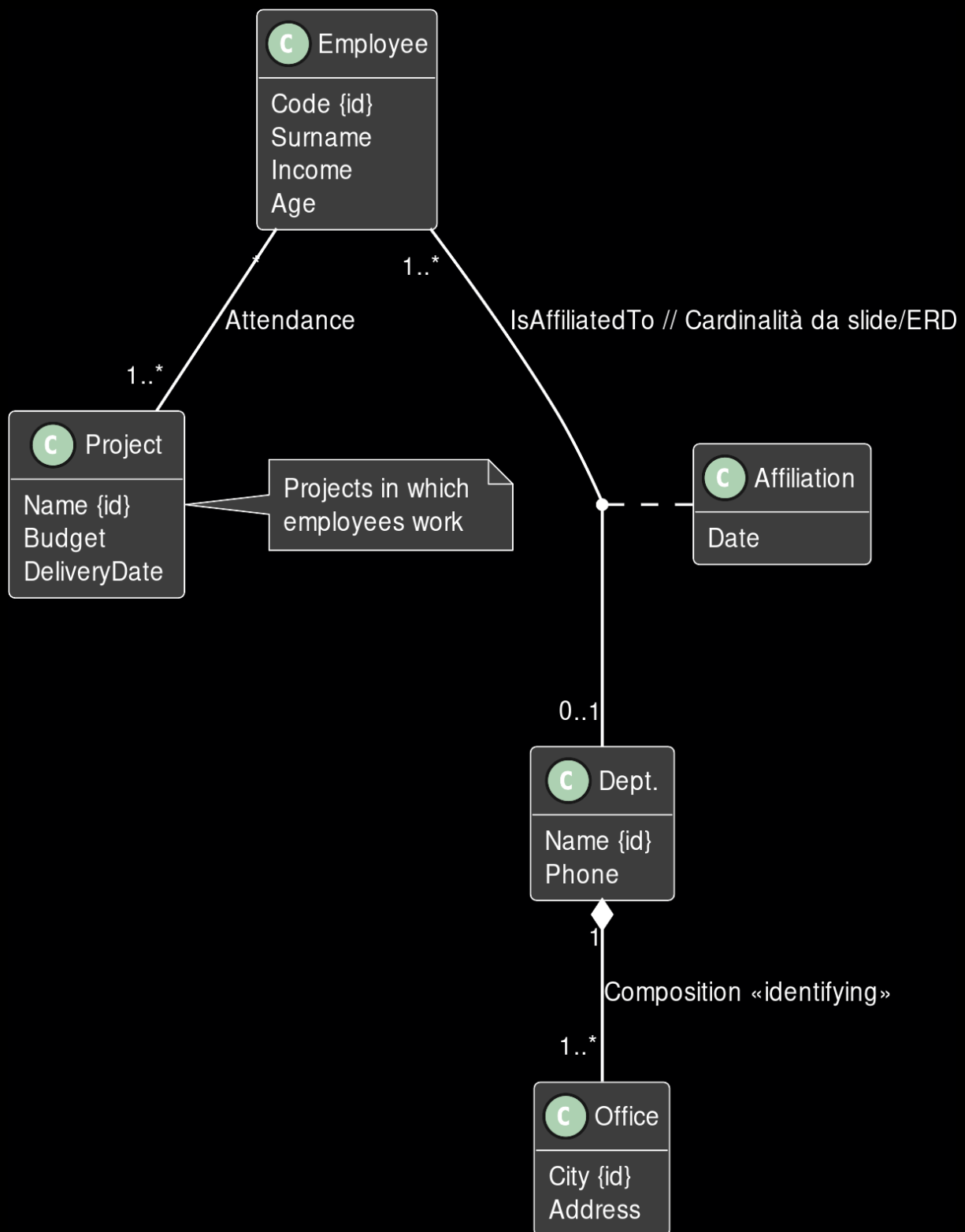


Figura 16: Diagramma concettuale UML basato sulla slide 102.

*Conclusion:* UML offre un set ricco di costrutti per la modellazione concettuale dei dati, con una notazione leggermente diversa ma concettualmente simile a ER. La scelta tra ER e UML Class Diagrams spesso dipende dalle convenzioni del team o dalla necessità di integrare il modello dati con altri modelli UML del sistema.