La Progettazione delle Basi di Dati

Progettazione Concettuale - Modello Entità-Relazione

Prof. Fedeli Massimo - Tutti i diritti riservati

ITS 4.0 Fabbrica Digitale

4 dicembre 2025

Sommario

La Progettazione del Database

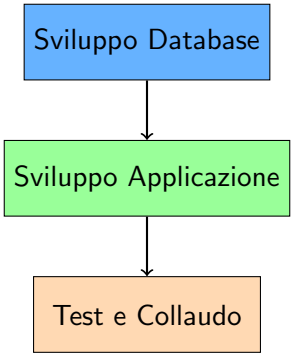
I passi principali della progettazione

1. Analisi del problema
2. Progettazione concettuale del database $\rightarrow$ **modello E-R**
3. Progettazione logica del database $\rightarrow$ **schema logico**
4. Progettazione fisica e implementazione
5. Realizzazione delle applicazioni (Java, VB, PHP, etc.)

Complessità

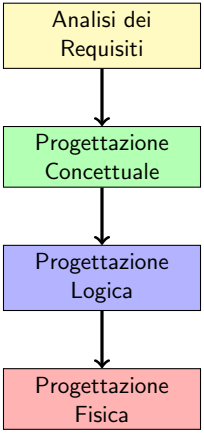
Ognuno di questi passi presenta criticità e implica operazioni complesse

Fasi di Sviluppo



- Fase di sviluppo del database
- Fase di sviluppo dell'applicazione
- Test di funzionamento ed collaudo

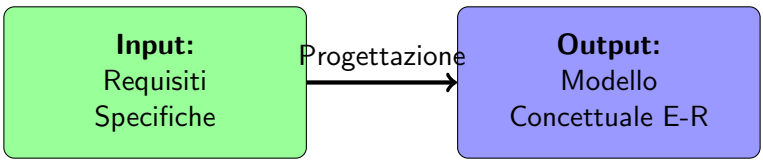
Le Fasi della Progettazione



Output della Progettazione

Progettazione Concettuale

L'output della progettazione concettuale è il **modello concettuale**



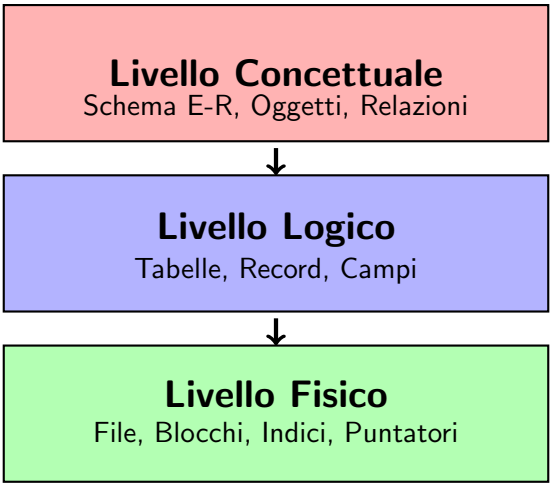
I Livelli di Astrazione

Tre livelli di rappresentazione

La progettazione avviene a diversi livelli di astrazione:

1. **Livello Concettuale** (livello di oggetti)
   - Rappresenta la realtà dei dati e le relazioni
   - Usa uno schema astratto
2. **Livello Logico** (livello di record)
   - Organizzazione dei dati negli archivi
   - Descrive composizione e formato dei dati
3. **Livello Fisico**
   - Installazione fisica su disco
   - Ubicazione nelle memorie di massa

Schema dei Livelli di Astrazione

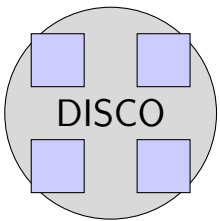


Implementazione fisica dei dati

Il livello fisico è l'implementazione del livello logico sui supporti di memorizzazione fisica

Si occupa di:

- Partizioni
- Puntatori
- Blocchi fisici
- Cluster
- Indici



Blocchi fisici

Analisi Preliminare alla Modellazione

Obiettivi dell'analisi

Individuare le esigenze del cliente o il dominio dell'applicazione

Domande chiave

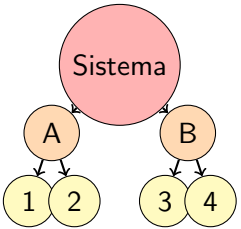
- Quali informazioni devono essere salvate?
- In che modo queste informazioni verranno manipolate?
- Chi sono gli utenti finali?

Approcci:

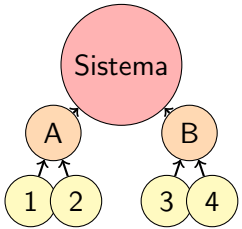
- Top-down: dalla visione generale ai dettagli
- Bottom-up: dai dati ai concetti (preferibile per DB)

Approcci di Analisi

Top-Down



Bottom-Up



La Fase di Modellazione

Modelli disponibili

Al termine dell'analisi, si può ricorrere a:

1. **Modello Entità-Relazione (E-R)**
   - Approccio classico e più diffuso
   - Ampiamente utilizzato nell'industria
   - Standard de facto
2. **Modello a Oggetti**
   - Approccio più recente
   - Interessante dal punto di vista accademico
   - Meno diffuso commercialmente

Scelta consigliata

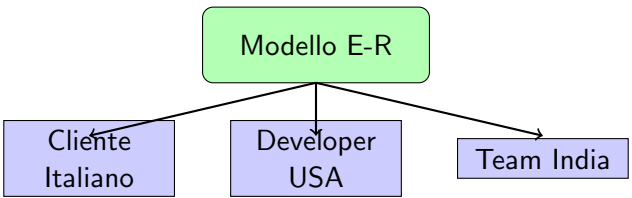
La stragrande maggioranza delle applicazioni usa l'**approccio E-R**

Modello Entità-Relazione: Vantaggi

Indipendenza dal linguaggio

Il modello E-R supera le barriere linguistiche essendo:

- Assolutamente indipendente dal linguaggio scritto o parlato
- Comprensibile a tutti gli stakeholder
- Rappresentazione grafica universale



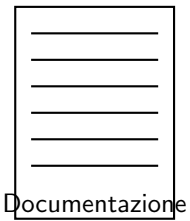
Documentazione Associata

Importante

Al modello E-R viene **sempre** affiancato un documento tecnico

Il documento descrive:

- Dettagli degli oggetti
- Vincoli di integrità
- Regole di business
- Casi particolari
- Assunzioni fatte



Progettazione Concettuale: Scopi

Primo scopo

Fornire la **rappresentazione grafica** di tutti gli oggetti del database

- Visualizzazione completa della struttura
- Verifica del flusso delle informazioni
- Controllo prima dello sviluppo

Secondo scopo

Base per la **creazione del database fisico**

- Gli sviluppatori lo usano come blueprint
- Guida per creare tabelle e relazioni
- Riferimento per tutti gli oggetti

Principi di Qualità del Modello

Un buon modello concettuale deve rispettare quattro principi:

1. **Correttezza**
   - Uso appropriato degli strumenti di modellazione
2. **Completezza**
   - Rappresentazione di tutti gli aspetti rilevanti
3. **Chiarezza**
   - Modello leggibile e comprensibile
4. **Indipendenza**
   - Non dipendente da strumenti specifici

Correttezza del Modello

Utilizzo appropriato degli strumenti

Il modello deve usare gli strumenti secondo la loro finalità specifica

Esempio

Un diagramma E-R serve a rappresentare **relazioni tra entità**, non flussi di processo

- Corretto: rappresentare studenti e corsi con la loro relazione
- Errato: usarlo per descrivere un workflow aziendale

Coerenza semantica

Ogni simbolo deve rispettare le convenzioni:

- Rettangoli per le entità
- Rombi per le relazioni
- Ovali per gli attributi

Completezza del Modello

Modellazione completa

Rappresentare **tutti** gli aspetti significativi del dominio applicativo

- Tutte le entità rilevanti
- Tutte le relazioni importanti
- Tutti gli attributi necessari
- Tutti i vincoli di integrità

Chiarezza del Modello

Leggibilità e comprensibilità

Il modello deve essere facilmente leggibile e le informazioni comprensibili

Come ottenere chiarezza:

- Nomi significativi per entità e attributi
- Layout ordinato e ben organizzato
- Evitare sovrapposizioni di linee
- Raggruppare concetti correlati
- Usare colori o evidenziazioni (quando possibile)
- Limitare la complessità di ogni diagramma

Regola pratica

Se un diagramma non è comprensibile a prima vista, va semplificato!

Indipendenza del Modello

Astrazione tecnologica

Il modello concettuale deve essere **astratto e neutrale**

NON dipendente da:

- DBMS specifici
- Linguaggi di programmazione
- Tecnologie particolari
- Piattaforme hardware

Vantaggi:

- Longevità del modello
- Flessibilità implementativa
- Portabilità
- Manutenibilità

Cosa descrivere

Cosa fare, non **come** implementarlo

Indipendenza: Esempio Pratico

Dipendente

"Usare PostgreSQL con trigger per gestire cancellazioni"

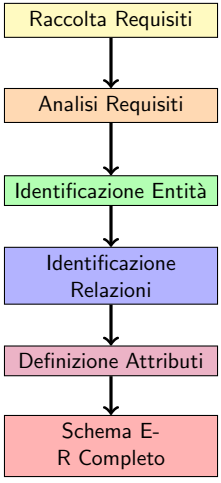
- Riferimento a tecnologia specifica
- Dettagli implementativi
- Non portabile

Indipendente

"Una prenotazione cancellata deve aggiornare la disponibilità della risorsa"

- Regola di business
- Tecnologicamente neutrale
- Implementabile ovunque

Fasi della Progettazione Concettuale



Caratteristiche della Progettazione Concettuale

Rigorosa

Per non lasciare dubbi sulle caratteristiche della base di dati

- Precisione nelle definizioni
- Specifiche non ambigue
- Documentazione dettagliata

Semplice nei formalismi

Per consentire lettura e comprensione anche agli utenti non tecnici

- Notazione grafica intuitiva
- Simboli standard
- Documentazione in linguaggio naturale

Importante

Gli utenti devono essere certi che i progettisti abbiano compreso le loro esigenze

Aspetti rilevanti

Concetti e formalismi utilizzati nella costruzione del modello entità/associazioni

Caratteristiche:

- Molto utilizzato nella progettazione
- Non ha rappresentazione standardizzata
- Composto da: entità, associazioni e attributi
- Diversi modi di rappresentazione

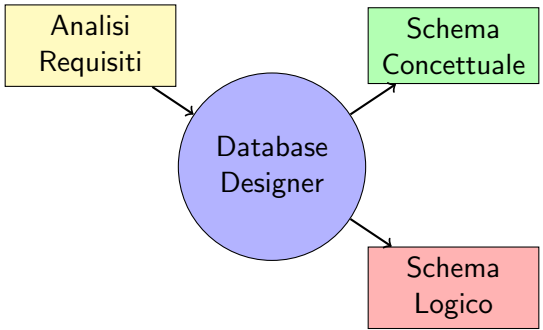
Notazioni principali:

1. Notazione classica (Chen)
2. Notazione standard UML

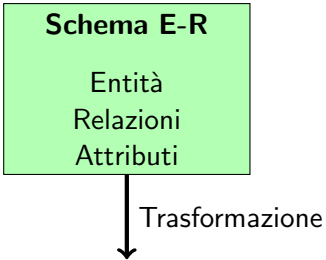
Chi Realizza il Modello? Il Database Designer

Ruolo del Database Designer

Responsabile dell'astrazione dei dati dal mondo reale



Schema Logico



I Compiti del Database Designer

Primo compito

Analizzare le informazioni raccolte durante l'analisi dei requisiti

Obiettivo principale

Costruire il modello di base, da raffinare fino al completamento

Prime operazioni:

1. Classificare gli oggetti come **entità** o **attributi**
2. Partire dalla documentazione del progetto
   - Raccolta e analisi della documentazione
   - Definizione del glossario dei termini

Analisi della Documentazione

Tipi di documentazione

Documentazione specifica del progetto:

- Note delle riunioni tecniche
- Richieste del cliente
- Appunti dalle interviste agli utenti
- Documentazione scritta ad hoc

Documentazione esistente:

- Normative generali e del settore
- Regolamenti interni
- Procedure aziendali

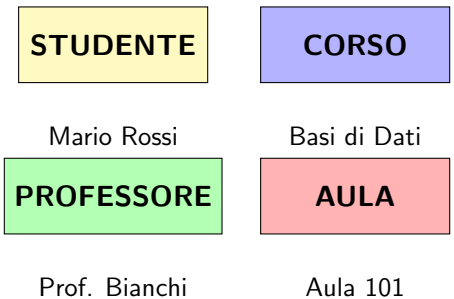
Sistema esistente:

- Sistema da rimpiazzare
- Specifiche di integrazione con sistemi esistenti

Identificare le Entità

Che cos'è un'entità?

Un'entità rappresenta un **oggetto** (concreto o astratto) del mondo reale che ha un'esistenza autonoma



Esempi di Entità

Entità Concrete:

- Persona
- Automobile
- Edificio
- Prodotto
- Computer

Entità Astratte:

- Corso universitario
- Prenotazione
- Transazione
- Progetto
- Evento

Caratteristica comune

Tutte hanno proprietà (attributi) che le descrivono e un'identità univoca

Identificare gli Attributi

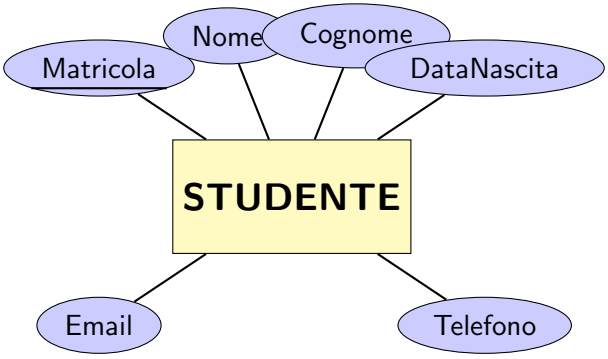
Che cos'è un attributo?

Gli attributi **descrivono** un'entità: corrispondono ai campi dei record

Regole per individuare gli attributi:

1. Gli attributi devono essere **atomici**
   - Non ulteriormente scomponibili
2. Gli attributi **derivati** non dovrebbero essere memorizzati
   - Esempio: età (derivabile dalla data di nascita)
3. Utilizzare **codici** per classificare gli attributi
   - Quando si presenta l'opportunità

Esempio di Attributi



Atomicità degli Attributi

Esempio CORRETTO

PERSONA: Nome, Cognome, Via, Città, CAP

Esempio ERRATO

PERSONA: NomeCompleto, Indirizzo

- NomeCompleto non è atomico (contiene nome e cognome)
- Indirizzo non è atomico (contiene via, città, CAP)

Perché l'atomicità è importante:

- Facilita le ricerche specifiche
- Migliora l'ordinamento
- Evita ridondanza
- Semplifica aggiornamenti

Scegliere Correttamente i Nomi

Regole per i nomi

I nomi degli oggetti devono essere unici

- Evitare ambiguità
- Nessuna duplicazione nel modello

Devono avere significato per l'utente finale

- Usare terminologia del dominio
- Comprensibili senza spiegazioni

Contenere il minimo numero di parole necessarie

- Descrizione univoca e accurata
- Bilanciare brevità e chiarezza

Esempi di Denominazione

Nomi CORRETTI

- Studente
- DataIscrizione
- CorsoDiLaurea
- NumeroMatricola
- IndirizzoEmail

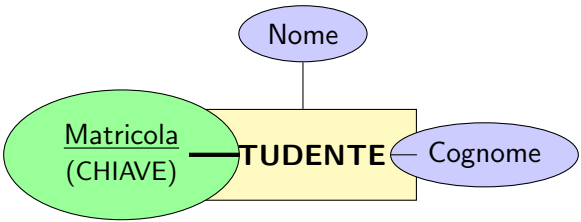
Nomi da EVITARE

- S (troppo generico)
- Data1 (non significativo)
- CorsoDiLaureaTriennaleInInformatica (troppo lungo)
- Num (abbreviazione oscura)
- x_email (non user-friendly)

Il Concetto di Chiave

Definizione

Una **chiave** è un attributo (o insieme di attributi) che identifica univocamente un'istanza di un'entità



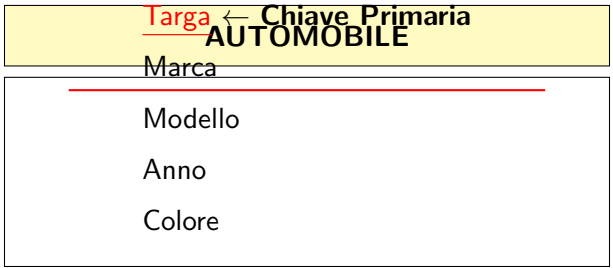
Proprietà della chiave:

- Univocità: nessun duplicato
- Minimalità: minimo numero di attributi necessari

Tipi di Chiavi

1. **Chiave Primaria (Primary Key - PK)**
   - Identifica univocamente ogni istanza
   - Non può contenere valori NULL
   - Unica per ogni entità
2. **Chiave Candidata**
   - Potenziale chiave primaria
   - Soddisfa requisiti di univocità
3. **Chiave Esterna (Foreign Key - FK)**
   - Riferisce la chiave primaria di un'altra entità
   - Stabilisce relazioni tra entità

Esempio di Chiave Primaria



La **Targa** identifica univocamente ogni automobile

Chiavi Composte

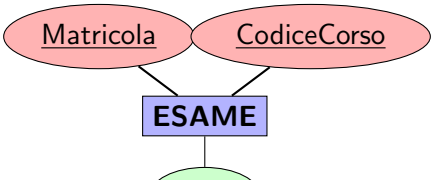
Definizione

Una chiave composta è formata da **più attributi** che insieme identificano univocamente un'istanza

Esempio

Entità **ESAME**:

- Matricola (da sola non univoca)
- CodiceCorso (da solo non univoco)
- **(Matricola, CodiceCorso)** $\rightarrow$ Chiave composta univoca



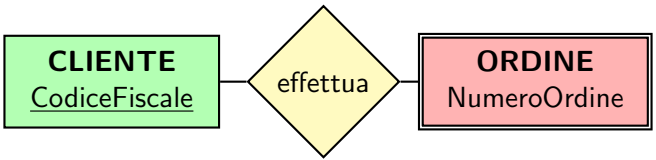
Entità Forti e Deboli

Entità Forti

Hanno una chiave primaria propria e esistenza autonoma

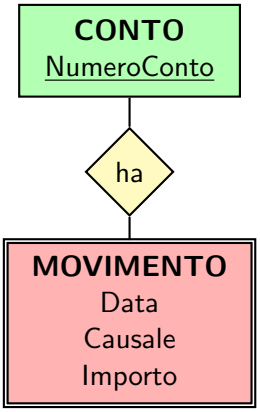
Entità Deboli

Non hanno chiave primaria propria, dipendono da altre entità



Nota: il doppio bordo indica un'entità debole

Esempio: Conto Corrente



Movimento non ha chiave primaria propria: dipende da Conto

Soluzione: Aggiunta di Contatore

Problema

Entità deboli possono creare complessità nella gestione

Soluzione

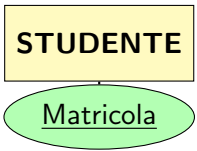
Aggiungere un attributo **numero progressivo** auto-generato

MOVIMENTO
IdMovimento
Data
Causale
Importo

Vantaggi:

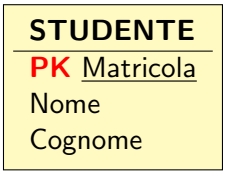
- Entità diventa forte
- Ordinamento cronologico
- Identificazione univoca

Chiavi: Notazione Classica vs UML



Notazione Classica

Chiave sottolineata nell'ovale



Notazione UML

Chiave con marcatore PK

Nota

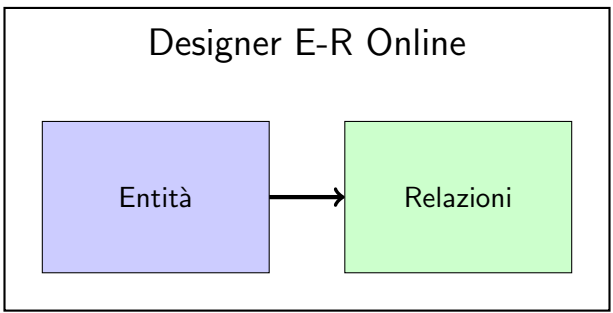
Entrambe le notazioni sono valide e ampiamente usate

Tool per Diagrammi E-R

Designer Online

Disponibile gratuitamente:

https://designer-basic.polito.it/



Molteplicità delle Relazioni

Definizione

La molteplicità indica il numero di possibili istanze di un'entità associate ad un'istanza dell'altra entità

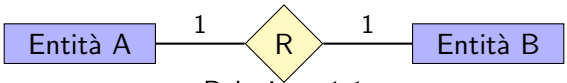
Rappresentazione: coppia di valori `min..max`

- `1..1` - esattamente uno
- `0..1` - zero o uno (opzionale)
- `1..N` - uno o molti
- `0..N` - zero o molti

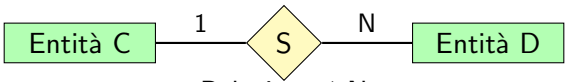
Concetti importanti

- **Valore minimo** → Obbligatorietà (0=facoltativo, 1=obbligatorio)
- **Valore massimo** → Cardinalità (1=uno, N=molti)

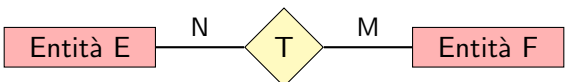
Cardinalità - Notazione Classica



Relazione 1:1



Relazione 1:N

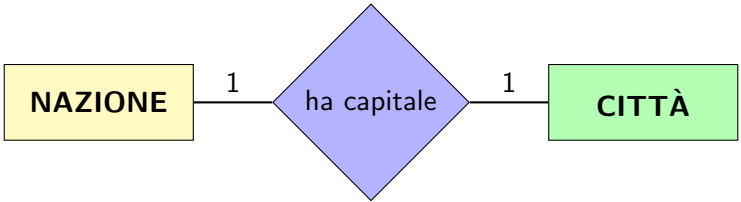


Relazione N:M

Le Relazioni di Tipo 1:1

Definizione

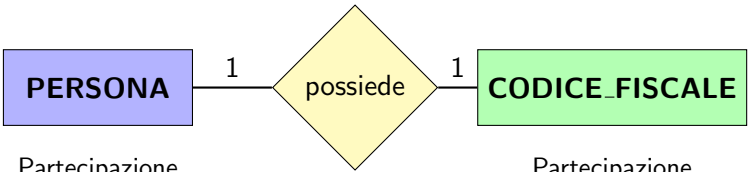
Ad ogni istanza della prima entità corrisponde **al più** un'istanza della seconda, e viceversa



Esempio

- Ogni nazione ha **una** capitale ($1 \rightarrow 1$)
- Ogni capitale appartiene a **una** nazione ($1 \leftarrow 1$)

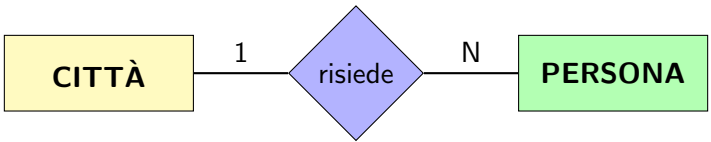
Relazione 1:1 - Altro Esempio



Relazioni Uno a Molti (1:N)

Definizione

Ad un'istanza della prima entità corrispondono **più istanze** della seconda, ma ad ogni istanza della seconda corrisponde **al più una** istanza della prima



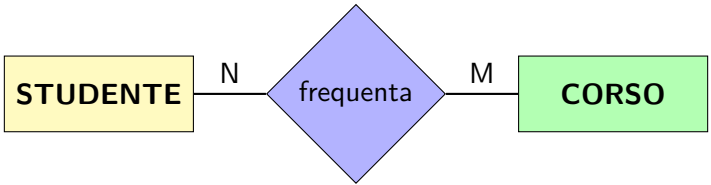
Interpretazione

- Una città ha **molte** persone residenti
- Una persona risiede in **una sola** città

Relazioni Molti a Molti (N:M)

Definizione

Ad un'istanza della prima entità corrispondono **più istanze** della seconda, e viceversa



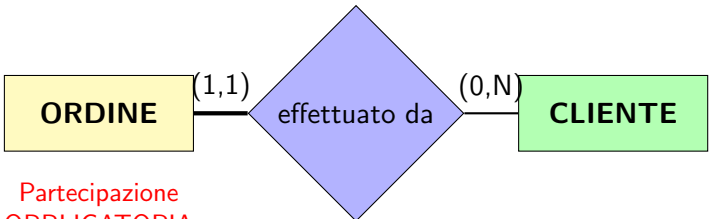
Interpretazione

- Uno studente frequenta **più corsi**
- Un corso è frequentato da **più studenti**

Esistenza Obbligatoria

Definizione

Un'istanza di un'entità **deve necessariamente** partecipare alla relazione

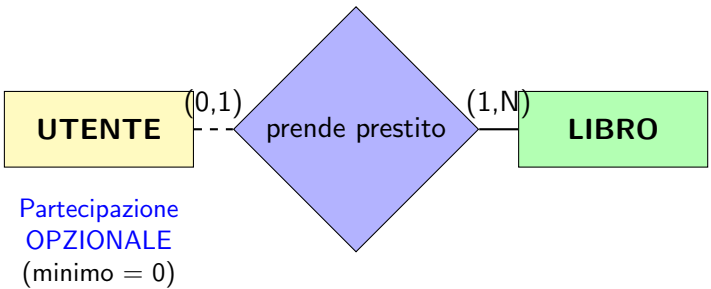


Un ordine DEVE avere un cliente

Esistenza Opzionale

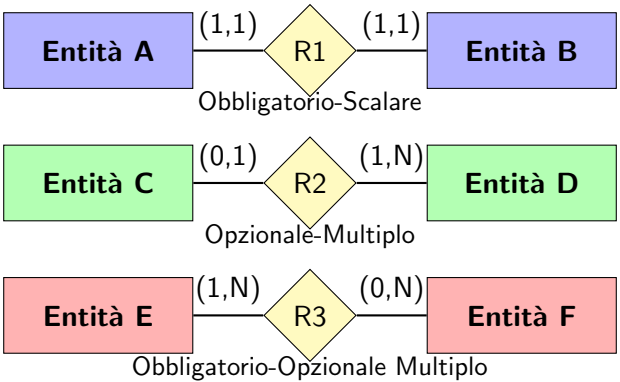
Definizione

Un'istanza di un'entità **può** partecipare facoltativamente alla relazione



Un utente PUÒ prendere in prestito un libro (o anche nessuno)

Molteplicità - Sintesi



Esempi di Vincoli di Cardinalità

Esempio 1: Persona - Codice Fiscale

- Una persona possiede **almeno 1 e massimo 1** codice fiscale ($\rightarrow$)
- Un codice fiscale appartiene a **almeno 1 e massimo 1** persona ($\leftarrow$)

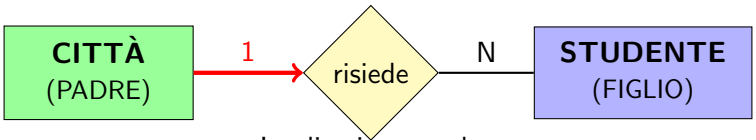
Esempio 2: Persona - Città

- Una persona risiede in **almeno 1 e al massimo 1** città ($\rightarrow$)
- In una città risiedono **almeno 1 e al massimo N** persone ($\leftarrow$)

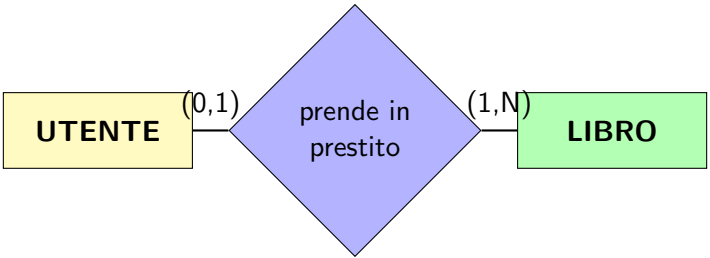
Direzione della Relazione

Concetto di "padre"

Nella relazione uno-a-molti, l'entità con cardinalità 1 è detta **padre**



Le Regole di Lettura



Lettura da sinistra (UTENTE):

- (0, → può prendere in prestito
- ,1) → un solo libro

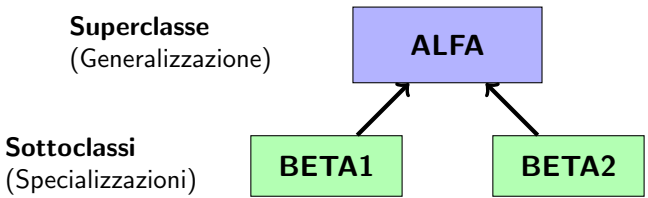
Lettura da destra (LIBRO):

- (1, → un libro deve essere prestato
- ,N) → a uno o più utenti (nel tempo)

Relazione Gerarchica tra Entità

Definizione

Situazioni in cui tra le entità può essere stabilita una gerarchia, simile alle classi nella programmazione OOP



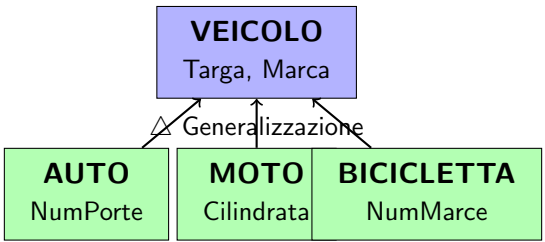
Vincoli nelle Gerarchie

Due vincoli fondamentali:

1. **Vincolo di Struttura (Ereditarietà)**
   - La sottoclasse eredita tutti gli attributi della superclasse
   - La sottoclasse partecipa a tutte le associazioni della superclasse
   - La sottoclasse può avere attributi e associazioni aggiuntive

2. **Vincolo di Insieme (Subset)**
   - Ogni oggetto della sottoclasse è anche un oggetto della superclasse
   - La sottoclasse è un **sottoinsieme** della superclasse

Esempio: Gerarchia Veicoli



Auto, Moto e Bicicletta **specializzano** Veicolo

Copertura delle Generalizzazioni

Concetto di Copertura

Le sottoentità non sempre contemplano tutti gli elementi della classe padre

Due dimensioni indipendenti:

1. **Confronto con l'unione:**
   - Totale: la superclasse è l'unione delle sottoclassi
   - Parziale: la superclasse contiene l'unione delle sottoclassi

2. **Confronto tra sottoclassi:**
   - Esclusiva: le sottoclassi sono disgiunte
   - Sovrapposta: può esistere intersezione tra sottoclassi

Grazie per l'attenzione!

Domande?

Prof. Fedeli Massimo
ITS Academy - Fabbrica Digitale