Database Design

La progettazione è una delle attività che fanno parte del processo di sviluppo de sistemi informativi. Deve essere vista in un contesto più generale: il ciclo di vita dei sistemi informativi, comprende:

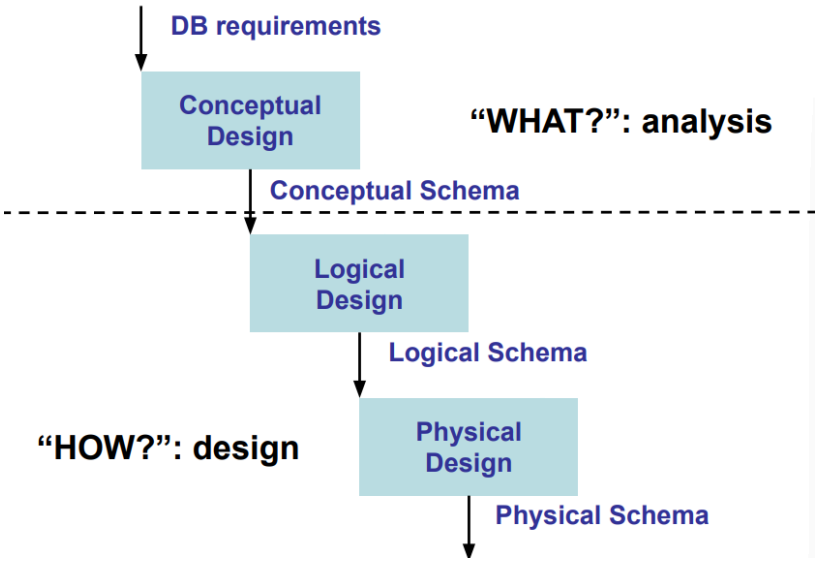
- **studio di fattibilità**: definisce i costi delle varie alternative possibili e le priorità di realizzazione delle componenti del sistema
- **raccolta e analisi dei requisiti**: individua e studia le proprietà e le funzionalità che il sistema informativo dovrà avere. E' necessaria l'interazione con l'utente per poter produrre una descrizione completa, generalmente informale, dei dati.
- **progettazione**:
  - *progettazione dei dati*: individua la struttura e l'organizzazione che i dati dovranno avere
  - *progettazione delle applicazioni*: definisce le caratteristiche dei programmi applicativi
    sono complementari e possono procedere in parallelo o in cascata. Le descrizioni dei dati e delle applicazioni diventano formali e fanno riferimento a modelli specifici.
- **implementazione**: realizzazione del sistema informativo. La base di dati viene costruita e popolata e viene prodotto il codice dei programmi;
- **funzionamento**: il sistema informativo diventa operativo.
  Il processo non è quasi mai strettamente sequenziale, spesso durante l'esecuzione di una delle attività citate, bisogna rivedere decisioni prese nell'attività precedente.
  Le basi di dati costituiscono solo una delle componenti di un sistema informativo, che comprende anche i programmi applicativi, le interfacce con l'utente e altri programmi di servizio. I dati però hanno un ruolo centrale.

Metodologie di progettazione

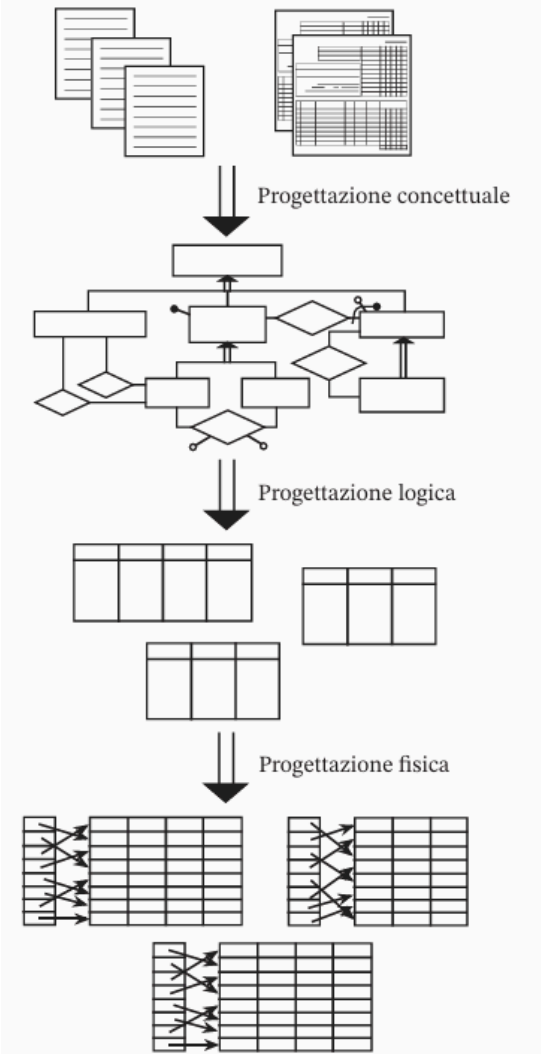
Una metodologia di progettazione consiste in:

- una *decomposizione* dell'attività di progetto in passi indipendenti tra loro
- delle *strategie* da seguire e alcuni criteri per la scelta in caso di alternative
- *modelli di riferimento* per descrivere i dati di ingresso e uscita delle varie fasi
  inoltre deve garantire:
- la *generalità* rispetto alle applicazioni e ai sistemi
- la *qualità del prodotto* in termini di correttezza, completezza ed efficienza
- la *facilità d'uso* delle strategie e dei modelli di rifermento
  Tale metodologia è articolata in tre fasi principali: separare in maniera netta le decisioni relative a "cosa" rappresentare nella base di dati (prima fase), da quelle relative a "come" farlo (seconda e

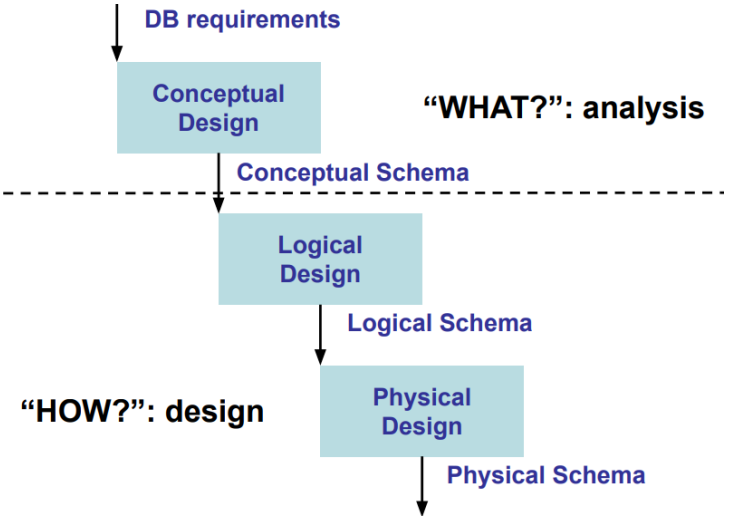
terza fase).



- **progettazione concettuale**:
  - rappresenta le specifiche informali della realtà di interesse con una descrizione formale e completa.
  - Il prodotto di questa fase è lo *schema concettuale* che fa riferimento a un *modello concettuale*.
  - Consente di descrivere l'organizzazione dei dati a un alto livello di astrazione, senza tenere conto degli aspetti implementativi, cercando di rappresentare il contenuto informativo della base di dati.
- **progettazione logica**:
  - traduzione dello schema concettuale in un modello di rappresentazione dei dati adottato dal sistema di gestione di base di dati a disposizione.
  - Il prodotto di questa fase è lo *schema logico* che fa riferimento a un *modello logico*.
  - Consente di scrivere i dati i dati secondo una rappresentazione ancora indipendente da dettagli fisici, ma comunque concreta.
  - Le scelte progettuali si basano su criteri di ottimizzazione delle operazioni da effettuare sui dati. (nel caso del modello relazionale dei dati, la tecnica comunemente utilizzata è quella della *normalizzazione*).
- **progettazione fisica**:
  - lo schema logico viene completato con la specifica dei parametri fisici di memorizzazione dei dati (organizzazione dei file o degli indici)
  - Il prodotto di questa fase è lo *schema fisico* e fa riferimento a un *modello fisico*



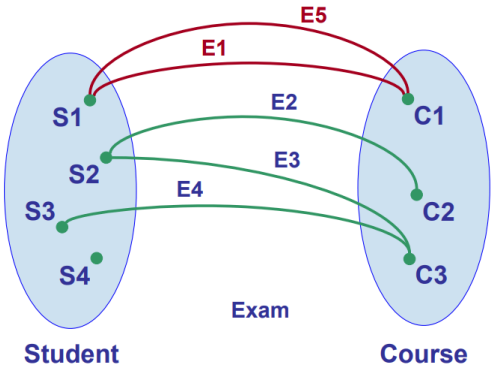
Distinguiamo le *specifiche sui dati*, che riguardano il contenuto della base di dati, da le *specifiche sulle operazioni*, ovvero l'uso che utenti e applicazioni fanno della base di dati. Nella progettazione concettuale si fa uso delle specifiche sui dati mentre le specifiche sulle operazioni servono a verificare che lo schema contenga le informazioni necessarie per eseguire tutte le operazioni previste. Nello schema logico, lo schema concettuale riassume le specifiche sui dati, mentre le specifiche sulle operazioni si utilizzano per ottenere uno schema logico efficiente. Bisogna conoscere il modello logico adottato ma non è necessario conoscere il DBMS che verrà usato. Nella progettazione fisica si fa uso dello schema logico e delle specifiche sulle operazioni per ottimizzare le prestazioni del sistema.



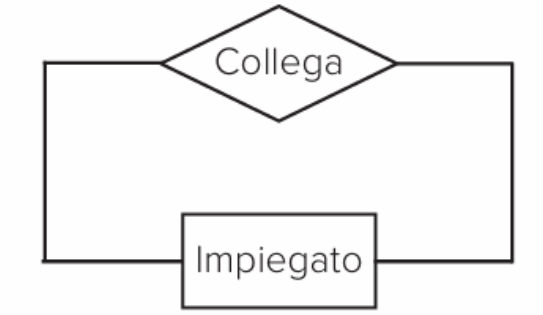
Modello Entità-Relazione

E' un modello concettuale di dati che fornisce dei *costrutti* per descrivere la realtà di interesse in maniera facile da comprendere e che prescinde dai criteri di organizzazione dei dati nei calcolatori.
Costrutti Principali:

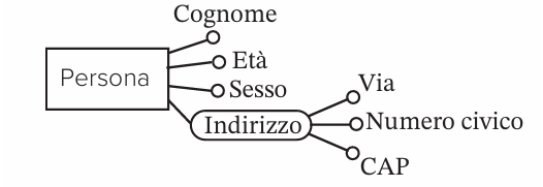
- **Entità**: rappresentano classi di oggetti che hanno proprietà comuni ed esistenza "autonoma" (cose, persone, posti). Ogni entità ha un nome unico e significativo.
- **Relazioni**:
  - rappresentano legami logici (associazioni) tra due o più entità.
  - L'insieme delle occorrenze di una relazione del modello E-R è una relazione matematica tra le occorrenze delle entità coinvolte, ovvero un sottoinsieme del loro prodotto cartesiano, questo significa che non ci possono essere ennuple ripetute.



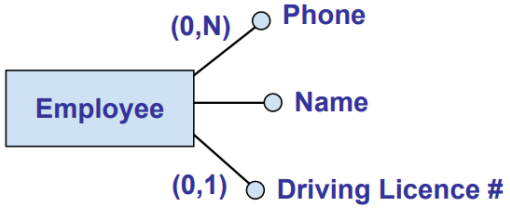
  - è possibile avere relazioni *ricorsive*, ovvero tra un'entità e se stessa.



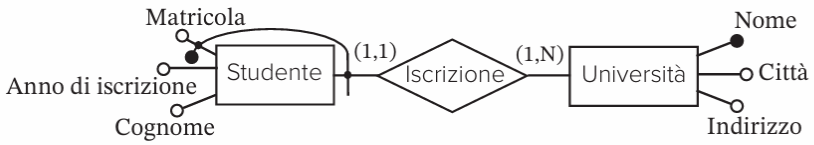
  - è possibile avere relazioni n-arie, ovvero che coinvolgono più di due entità
  - talvolta può essere utile promuovere le relazioni a entità, ad esempio la relazione *esame* tra *Studente* e *Corso* non cattura la situazione in cui uno studente ha dato più volte lo stesso esame.
- **Attributi**:
  - descrivono le proprietà elementari di entità o relazioni che sono di interesse ai fini dell'applicazione;
  - un attributo associa a ciascuna occorrenza di entità (o di relazione) un valore appartenente a un insieme, detto *dominio*, che contiene i valori ammissibili per l'attributo (es. l'attributo cognome può avere come dominio l'insieme delle stringhe di 20 caratteri); i domini non vengono riportati nello schema, ma sono generalmente descritti nella documentazione associata;
  - è possibile raggruppare attributi di una medesima entità o relazione che presentano affinità nel loro significato ottenendo cosi un attributo composto



- **Cardinalità delle relazioni**:
  - sono specificate per ciascuna partecipazione di entità a una relazione e descrivono il numero minimo e massimo di occorrenze di relazione a cui una occorrenza dell'entità può partecipare: quante volte in una relazione tra entità, un'occorrenza di una di queste entità può essere legata a occorrenze delle altre entità coinvolte;
  - è possibile assegnare un qualunque intero non negativo a una cardinalità, con l'unico vincolo che la cardinalità minima deve essere minore o uguale della cardinalità massima:
    - per la cardinalità minima:
      - **0**: la partecipazione dell'entità relativa è opzionale;
      - **1**: la partecipazione è obbligatoria.
    - per la cardinalità massima:
      - **1**: la partecipazione dell'entità relativa può essere vista come una funzione che associa a una occorrenza dell'entità una solo occorrenza dell'altra entità;
      - **N**: c'è una associazione con un numero arbitrario di occorrenze dell'altra entità.
  - *classificazione relazioni binarie in mase alla cardinalità*:
    - **relazioni uno a uno**, relazioni aventi cardinalità massima pari a 1 per entrambe le entità coinvolte, corrispondenza uno a uno tra le occorrenze;
    - **relazioni uno a molti**: relazioni aventi un'entità con cardinalità massima pari a 1 e l'altra con cardinalità massima pari a N;
    - **relazioni molti a molti**: relazioni aventi cardinalità massima N per entrambe le entità coinvolte.
- **Cardinalità degli attributi**:
  - possono essere specificate per gli attributi di entità o relazione e descrivono il numero minimo e massimo di valori dell'attributo associati a ogni occorrenza di entità o relazione.
  - un attributo con cardinalità:
    - minima uguale a 0 è *opzionale*;
    - minima uguale a 1 è *obbligatorio*;
    - massima uguale a N è *multivalore*.



- **Identificatori delle entità**
  - vengono specificati per ciascuna entità e descrivono i concetti (attributi e/o entità) che permettono di identificare in modo univoco le occorrenze delle entità.
  - due casi:
    - *identificatore **interno***: uno o più attributi di un'entità sono sufficiente a individuare un identificatore;
    - *identificatore **esterno***: gli attributi dell'entità non sono sufficienti e l'identificatore è ottenuto utilizzando altre entità.



- considerazioni generali:
  - un identificatore può coinvolgere uno o più attributi, ognuno dei quali deve avere cardinalità (1,1);
  - un'identificazione esterna può coinvolgere una o più entità, ognuna delle quali deve essere membro di una relazione alla quale l'entità da identificare partecipa con cardinalità (1,1);
  - un'identificazione esterna può coinvolgere un'entità che è a sua volta identificata esternamente, purché non vengano generati cicli di identificazioni esterne;
  - ogni entità deve avere almeno un identificatore (interno o esterno), ma ne può avere in generale più di uno; nel caso di più identificatori, le restrizione indicate possono essere rilassate in quanto gli attributi e le entità coinvolte in alcune identificazioni, tranne una, possono essere opzionali (cardinalità minima uguale a 0).

- **Generalizzazioni**:
  - rappresentano legami logici tra un'entità E, detta *genitore*, e una o più entità E_1,..., E_n, dette entità *figlie*, di cui E è più generale, nel senso che le comprende come caso particolare.
  - E è *generalizzazione* di E_1,..., E_n e le entità E_1,..., E_n sono *specializzazioni* dell'entità E.
  - Tra le entità coinvolte in una generalizzazione valgono le seguenti proprietà:
    - ogni occorrenza di un'entità figlia è anche un'occorrenza dell'entità genitore;
    - ogni proprietà dell'entità genitore (attributi, identificatori, relazioni e altre generalizzazioni) è anche proprietà delle entità figlie → *ereditarietà*;
  - possono essere classificate sulla base di due proprietà tra loro ortogonali:
    - *generalizzazione* ***totale***, se ogni occorrenza dell'entità genitore è un'occorrenza di almeno una delle entità figlie, altrimenti è ***parziale***;
    - *generalizzazione* ***esclusiva***, ogni occorrenza dell'entità genitore è al più un'occorrenza di una delle entità figlie, altrimenti è ***sovrapposta***.
      es.
      Persona ⇒ Uomo e Donna: totale ed esclusiva;
      Professionista ⇒ Ingegnere e Dottore: parziale ed esclusiva, si presume che ciascun professionista abbia una sola professione principale e che ci siano altre professioni;
      Persone ⇒ Studente e Lavoratore: parziale e sovrapposta, esistono studenti che sono anche lavoratori.
  - una stessa entità può essere coinvolta in più generalizzazioni diverse.
  - possono esserci generalizzazioni su più livelli: *gerarchia* di generalizzazioni.
  - una generalizzazione può avere una sola entità figlia: *sottoinsieme*.

Documentazione di schemi E-R

Uno schema E-R non è quasi mai sufficiente da solo, in quanto:

- compaiono solo i nomi dei vari concetti in esso presenti e può non essere sufficiente per comprenderne il significato;
- nel caso di schemi particolarmente complessi potremmo non riuscire a rappresentare in maniera comprensibile ed esaustiva i concetti;
- non si possono rappresentare *vincoli di integrità sui dati*.
  Diventa indispensabile corredare ogni schema E-R con una documentazione di supporto.

Regole Aziendali

Le regole aziendali, o *business rules*, sono uno strumento utilizzato per la descrizione delle proprietà di un'applicazione che non si riescono a rappresentare con modelli concettuali. Una regola aziendali può essere:

- *descrizione di un concetto* rilevante per l'applicazione, ovvero la definizione precisa di un'entità, di un'attributo o di una relazione dello schema;
- *vincolo di integrità* sui dati dell'applicazione;
- una *derivazione*, un concetto che può essere ottenuto, attraverso un'inferenza o un calcolo aritmetico, da altri concetti dello schema.
  Le regole che descrivono vincoli di integrità possono essere espresse sotto forma di asserzioni, affermazioni che devono essere sempre verificate nella base di dati:
  < *concetto* > `deve/non deve` < *espressione su concetti* >
  es. (RV) un impiegato *non deve* avere uno stipendio maggiore del direttore del dipartimento al quale afferisce.
  Le regole aziendali che esprimono derivazioni possono essere espresse specificando le operazioni:
  < *concetto* > `si ottiene` < *operazione su concetti* >
  es (RD) il numero degli impiegati di un dipartimento *si ottiene* contando gli impiegati che vi afferiscono.

Tecniche di documentazione

Le regole aziendali di tipo descrittivo possono essere rappresentato facendo uso di un *dizionario dei dati* in cui troviamo due tabelle:

1. descrive le entità dello schema con il nome, una definizione informale in linguaggio naturale, l'elenco di tutti gli attributi e i possibili identificatori;

Entity	Description	Attributes	Identifier
Employee	Employee in a Dept.	Code, Name, Surname	Code
Project	Projects of a Dept.	Name, Budget	Name
Department	Structure of a Dept.	Name, Phone	Name, Office
Office	Office's location	City, Address	City

2. descrive le relazioni con il nome, una loro descrizione informale, l'elenco degli attributi e l'elenco delle entità coinvolte insieme alla loro cardinalità.

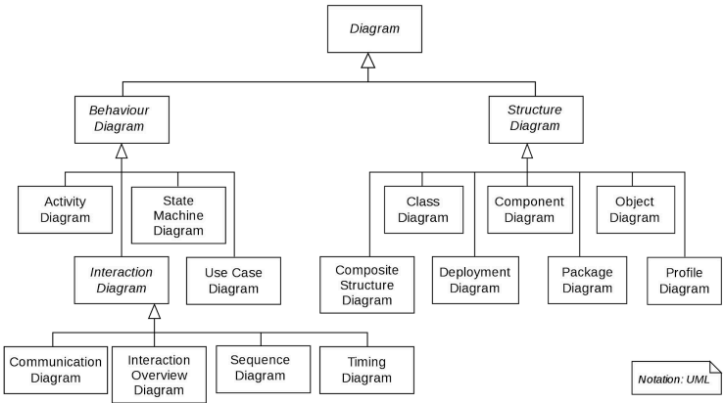
Relationships	Description	Components	Attributes
Management	Management of a Dept.	Employee, Dept.	
Affiliation	Affiliation to a Dept.	Employee, Dept.	Date
Attendance	Attendance for a project	Employee, Project	
Composition	Composition of Departments	Dept., Office	

Possiamo anche avere una tabella per rappresentare i vincoli:

Integrity Constraints on Data
1. A department director must belong to that department
2. An employee must not have an income greater than the director of the department which he is affiliated
3. A department placed in Rome must be directed by an employee with at least 10 years of service
4. An employee that isn't affiliated to any department must not attend to any project

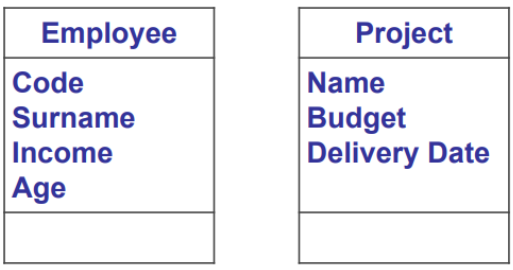
Modellazione dei dati in UML

UML (Unified Modeling Language) è un linguaggio grafico per la modellazione di applicazioni software basate sulla programmazione orientata agli oggetti. Utilizza i *diagrammi delle classi* che descrivono le classi di oggetti di interesse per l'applicazione e le relazioni che intercorrono tra di esse. Inoltre in base al principio di *incapsulamento* della oop, prevede una stretta correlazione tra dati e operazioni; infatti è possibile rappresentare oltre agli aspetti strutturali dell'applicazione, ovvero i dati sui quali opera, anche quelli "comportamentali", ovvero le procedure associate ai dati.



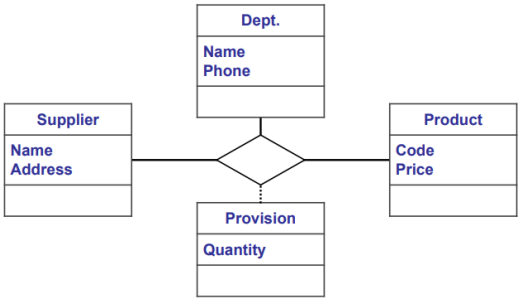
Rappresentazione dei dati con i diagrammi delle classi

- **Classi**:
  - componenti principali dei diagrammi delle classi;
  - corrispondono alle entità del modello E-R;
  - rappresentato come un rettangolo contenente:
    - in alto: il nome della classe;
    - all'interno: gli attributi associati alla classe;
    - in basso è possibile specificare i relativi *metodi*, ovvero le operazioni ammissibili su oggetti della classe secondo il principio di incapsulamento.

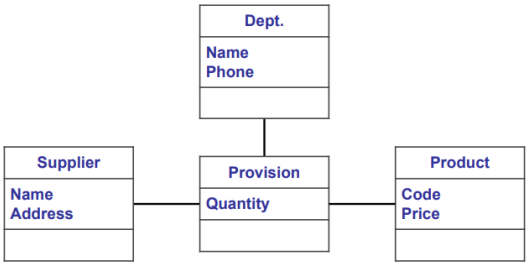


- **Associazioni**:
  - corrispondono alle relazioni del modello E-R;

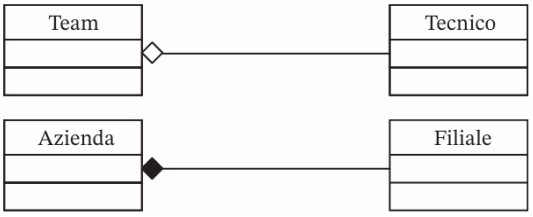
- le associazioni binarie si rappresentano con semplici linee che congiungono le classi coinvolte, il nome è posto sulla linea, ma non è obbligatorio perché in UML possono esistere associazioni senza nome;
- è possibile associare ruoli alle classi coinvolte in un'associazione;
- non è possibile assegnare attributi alle associazioni, per farlo si da uso delle *classi di associazioni*;
- se l'associazione è n-aria, viene rappresentata da un rombo e da linee che congiungono il rombo con le classi che partecipano all'associazione;



le associazioni n-arie vengono usate di rado e viene suggerito di reificarle, ovvero trasformarle in una classe legata alle classi originarie con associazioni binarie;



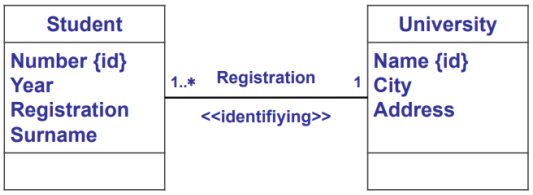
- *aggregazioni* di concetti:
  - sono associazioni che definiscono una relazione tra un concetto composito e uno o più concetti che ne costituiscono una sua parte;
  - si indicano con una linea avente un rombo attaccato alla classe che rappresenta il concetto "aggregante"; dall'altro capo della linea c'è una classe che costituisce una sua "parte";
  - il rombo si lascia in bianco se un oggetto della classe "parte" può esistere senza dover appartenere a un oggetto della classe "aggregante", altrimenti viene annerito e l'aggregazione viene chiamata *composizione*.



- **Molteplicità**:
  - è possibile indicare le cardinalità di partecipazione come coppia di valori che specificano la cardinalità minima e massima di partecipazione di un oggetto della classe dell'associazione;
  - la cardinalità minima viene separata dalla massima da due punti (0..1);
  - quando si specifica solo *si intende 0..* , ovvero (0, N);
  - quando si specifica solo 1 si denota la coppia di cardinalità 1..1, considerata quella di default per le classi.
- **Identificatori**: non esiste una notazione per esprimere identificatori di classi, secondo il paradigma oop ogni oggetto è dotato implicitamente di un identificatore che ne consente l'identificazione

univoca. D'altronde, gli identificatori sono indispensabili nel modello relazionale e perciò introduciamo il *vincolo utente*, ovvero la possibilità di definire vincoli di integrità su associazioni e su attributi specificandoli tra parentesi graffe vicino all'elemento oggetto del vincolo.

- gli attributi che compongono un identificatore sono indicati con il vincolo utente {id};
- è possibile specificare un solo identificatore per classe;
- le identificazioni esterne, dato che sintatticamente non è possibile usare un vincolo, si ricorre a uno stereotipo: indicato da un nome racchiuso tra i simboli <<>>.



- **Generalizzazioni**: esiste in UML la possibilità di definire generalizzazioni, eventuali proprietà possono essere rappresentate con vincoli; in particolare possiamo indicare se la generalizzazione è totale oppure parziale e se è esclusiva oppure sovrapposta.