



PROGETTAZIONE DI DATABASE

Progettazione Logica di Base

Lezione 03



Questa dispensa è rilasciata sotto la licenza Creative Common CC BY-NC-SA. Chiunque può copiare, distribuire, modificare, creare opere derivate dall'originale, ma non a scopi commerciali, a condizione che venga riconosciuta la paternità dell'opera all'autore e che alla nuova opera vengano attribuite le stesse licenze dell'originale.

Versione del: **26/09/2017**

Revisione numero: **4**

Prof. Andrea Zoccheddu
Dipartimento di Informatica

Immagine di copertina da: <http://www.iamsterdam.com/en-GB/living/education/Dutch-Education-System>





PROGETTAZIONE LOGICA

Il Modello Relazionale

Il significato (Le Tabelle sono Relazioni)

Il modello relazionale è stato introdotto nel 1970 da E.F. Codd (un ricercatore dell'IBM di San Jose, CA) allo scopo di favorire l'indipendenza dei dati. I modelli preesistenti (gerarchico e reticolare) erano fortemente influenzati da considerazioni di natura fisica, che enfatizzavano quindi aspetti di efficienza rispetto a quelli di semplicità d'uso.

La principale differenza tra relazionale e gerarchico o reticolare sta nel modo con cui si rappresentano i “legami” (associazioni) tra diverse strutture:

- ◊ nel gerarchico e reticolare si usano puntatori
- ◊ nel modello relazionale si fa solo uso di valori (campi che chiameremo chiavi)

Un'altra differenza importante è che, a differenza del gerarchico e del reticolare, il modello relazionale è formalmente definito attraverso una teoria matematica che ne rafforza le caratteristiche e influenza le tecniche di progettazione (forme normali).

Si è quindi sviluppata una teoria relazionale che risulta utile per la progettazione di DB, per la definizione di linguaggi che operano sulla base di dati e per l'ottimizzazione delle richieste (procedure di elaborazione dei dati).

Definizioni formali

Il termine “relazione” può essere usato con diverse accezioni, che non vanno confuse tra loro:

- ◊ nel **linguaggio comune** indica un “**legame**” di qualche tipo
- ◊ nella **teoria degli insiemi** indica una “**relazione matematica**”
- ◊ nel **modello relazionale** è una **generalizzazione della relazione matematica**

e inoltre nella progettazione di database dobbiamo considerare almeno due accezioni:

- ◊ nel modello entity-relationship (vedi Progetto Concettuale) essa indica una classe di legami tra due o più entità (lo studente si riferisca a questo legame col termine di “associazione” per evitare ambiguità)
- ◊ nei modelli per database relazionali (e quindi nei DBMS relazionali = RDBMS, come i DB Server) è usato come sinonimo di “tabella” (attenzione: non di collegamento tra tabelle!). Quindi **una relazione è una tabella!**

Relazioni Matematiche

Per comprendere il fondamento formale del modello relazionale è necessario comprendere il concetto di Relazione Matematica.

Passo 1

Come primo passo si considerino N insiemi D_1, D_2, \dots, D_n , non necessariamente distinti.

Nota che la lettera D suggerisce l'iniziale della parola Dominio, ben nota a chi ha studiato le funzioni matematiche. Nel nostro caso D_1 potrebbe essere l'insieme dei numeri interi positivi con due cifre decimali, D_2 potrebbe essere l'insieme delle parole di 10 lettere, ecc...

Passo 2

A questo punto si consideri il prodotto Cartesiano $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ è l'insieme di tutte le n-ple ordinate (d_1, d_2, \dots, d_n) tali che $d_1 \in D_1, d_2 \in D_2, \dots, d_n \in D_n$



Esempio

Se D_1 è l'insieme dei seguenti valori: $\{ a, b, c \}$ mentre invece D_2 è l'insieme dei seguenti valori: $\{ x, y \}$ allora l'insieme prodotto $D_1 \times D_2$ è composto di 6 valori ovvero le seguenti coppie: $\{ (a,x), (b,x), (c,x), (a,y), (b,y), (c,y) \}$

Passo 3 Definizione di relazione matematica

Una relazione (matematica) su D_1, D_2, \dots, D_n , è un qualunque sottoinsieme del prodotto Cartesiano $D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$

Esempio

Per ipotesi:

$$D_1 = \{a,b,c\},$$

$$D_2 = \{1,2\};$$

da cui:

$$D_1 \times D_2 = \{(a,1),(a,2),(b,1),(b,2),(c,1),(c,2)\}$$

allora:

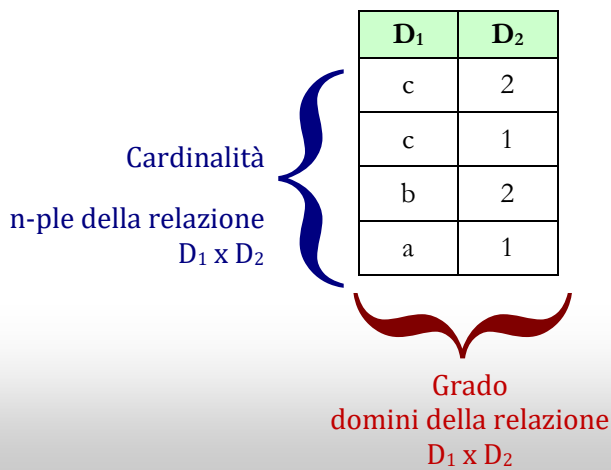
$$r = \{(a,1),(b,2),(c,1),(c,2)\} \text{ è una relazione su } D_1 \text{ e } D_2 \quad (r \subseteq D_1 \times D_2)$$

Definizioni

- ◊ D_1, D_2, \dots, D_n sono i **domini** della relazione
- ◊ Il valore di n (il numero dei Domini da moltiplicare) è detto **grado** (o “arità”) della relazione
- ◊ Il numero di n-ple di una relazione è la sua **cardinalità** (ovvero il numero degli elementi che appartengono alla relazione)

Rappresentare le relazioni

La notazione insiemistica per rappresentare le relazioni è adeguata solo per relazioni con poche n-ple. Quando il numero di elementi è elevato conviene utilizzare una rappresentazione tabellare:



Ad ogni occorrenza di dominio (ripetuto o meno) si associa un nome univoco nella relazione, detto attributo, il cui compito è esplicitare il ruolo che quel dominio svolge nella relazione (“cosa significa”).

Nella rappresentazione tabellare, gli attributi sono le **intestazioni delle colonne**.

Esempio

Studenti	Matricola	Cognome	Nome	Età	Sesso
	11201	Piano	Guido	17	M
	11202	Cannoni	Armando	18	M
	11203	Fogli	Rosa	18	F






Perché la relazione sia ben definita occorre che gli attributi siano tutti distinti; in pratica non è possibile ammettere una relazione con due attributi omonimi.

Quando si parla di basi di dati la relazione (spesso detta tabella) ha anche un nome cui riferirsi; nell'esempio qui sopra il nome della relazione potrebbe essere Studenti.

Lo **schema di una relazione** è definito come il nome della relazione seguito dai nomi dei domini elencati tra parentesi.

Esempio


Lo schema di relazione di Studenti potrebbe essere:

	<p>Esempio Studenti (Matricola, Cognome, Nome, Età, Sesso);</p>
---	--

Schemi relazionali e database

Tuple

Nel linguaggio tecnico dei DB al termine n-pla si sostituisce il termine **tupla**.

	<p>Esempio (11201, Piano, Guido, 17, M) è una tupla.</p>
---	--

Vincolo interno di relazione

Un vincolo interno di relazione è una regola che determina l'ammissibilità di una tupla in una relazione, in base a criteri esclusivamente interni alla relazione.

Vincolo esterno di relazione

Un vincolo esterno di relazione è una regola che determina l'ammissibilità di una tupla in una relazione, in base a criteri basati su valori contenuti in altre relazioni.

Definizione di Schema Relazionale

Quando si deve modellare una base di dati, possibilmente già descritta da un progetto concettuale, spesso si devono usare molti schemi di relazione collegati tra loro. Uno schema relazionale è un insieme di schemi di relazione arricchiti con vincoli sia interni che esterni.

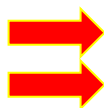
Traduzione di Progetti Concettuali

Premesse

Apprenderemo ora alcune regole per tradurre un progetto concettuale ed in particolare uno schema ER in un progetto logico ed in particolare in uno schema relazionale. Quindi:

Progetto concettuale

Schema ER



Progetto Logico

Schema Relazionale

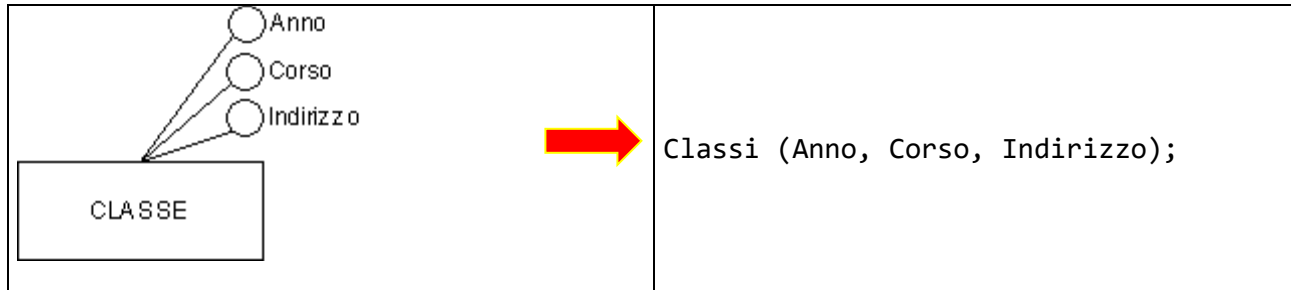
In realtà il processo di traduzione non è sempre meccanico. Alcuni vincoli del progetto concettuale potrebbero essere espressi nel **dizionario dei dati**. In alcuni casi la traduzione può avvenire in diversi modi alternativi e la scelta è affidata all'analisi ed alla perizia del progettista.



Traduzione di Entità

Traduzione di Entità con soli attributi semplici

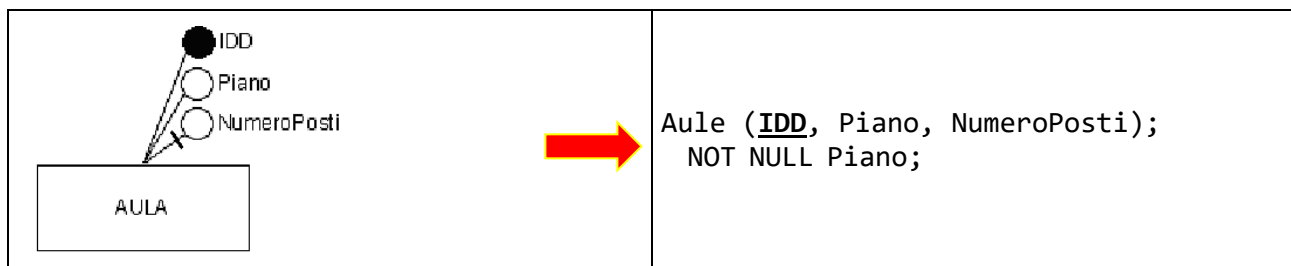
La regola generale recita che per ciascuna entità dello schema ER occorre dichiarare un rispettivo schema di relazione, con un attributo dello schema di relazione per ciascun attributo semplice dell'entità. Mentre si consiglia di usare un sostantivo singolare per l'entità, conviene usarlo al plurale per lo schema di relazione.



Vincolo di Obbligatorietà e valori nulli

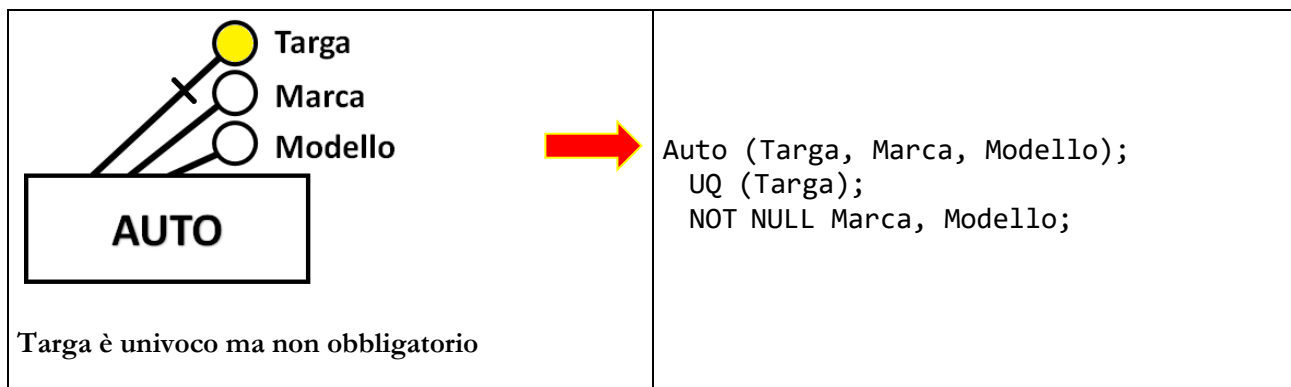
Nel progetto concettuale è possibile che alcuni attributi siano obbligatori ed altri facoltativi. Questo significa che è possibile per alcuni attributi avere valori nulli (ovvero non specificare nessun valore per quell'attributo) mentre per altri è vietato avere valori nulli (ovvero è necessario che il valore sia specificato e non sia nullo).

Quando si traduce un attributo obbligatorio nello schema di relazione si usa un vincolo sull'attributo, scrivendo NOT NULL sotto lo schema rispettivo. Nello schema seguente si desidera che l'attributo Piano sia obbligatorio, mentre NumeroPosti è facoltativo.

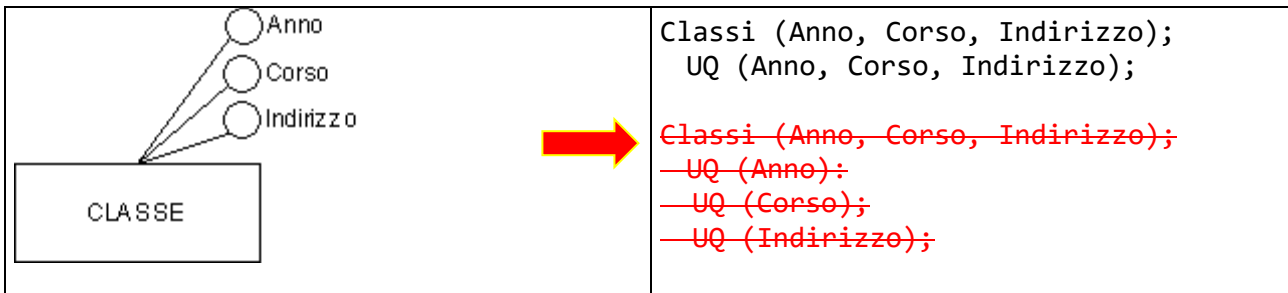


Vincolo di Unicità e valori ripetuti

Nel progetto concettuale è possibile che alcuni attributi debbano avere valori distinti cioè non è possibile che due istanze abbiano lo stesso valore per quell'attributo. In questo caso si traduce l'attributo nello schema di relazione con un vincolo sull'attributo, scrivendo UQ (sta per UNIQUE) sotto lo schema rispettivo. Per esempio, nel seguente schema si desidera che ogni auto abbia una targa unica (non sono ammessi duplicati, ma sono ammessi valori nulli).



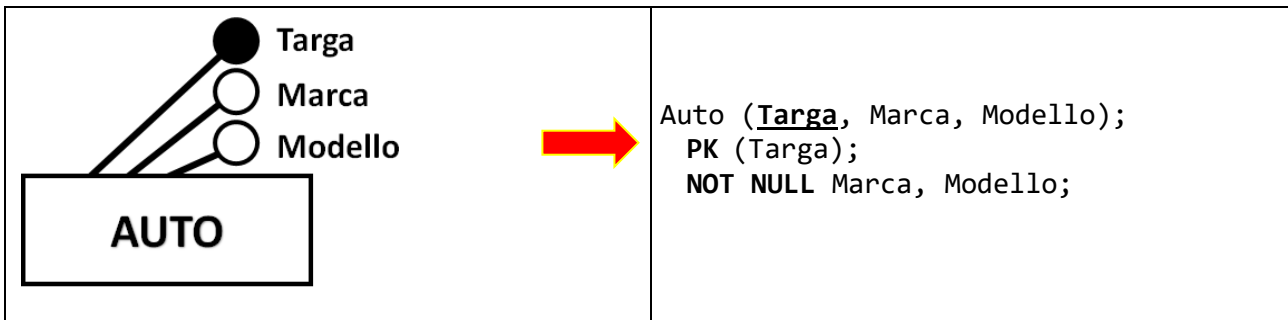
È anche possibile che non sia possibile ripetere un gruppo di attributi; in questo caso si elencano insieme tra parentesi dopo il vincolo.



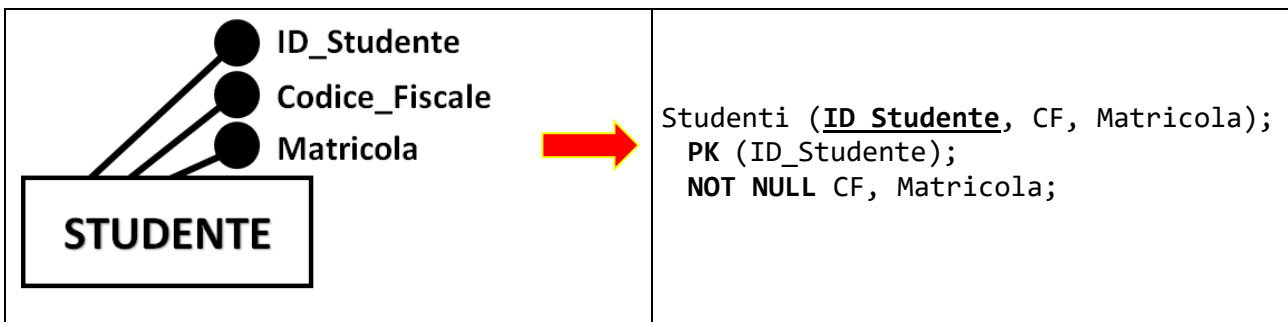
Si osservi che il vincolo di unicità non coincide con la chiave primaria. È possibile che il valore sia unico ma facoltativo e quindi in alcuni casi molte istanze non specificano il valore per l'attributo. In questo caso non sarebbe possibile rintracciare le istanze con valore nullo.

Traduzione della Chiave Primaria

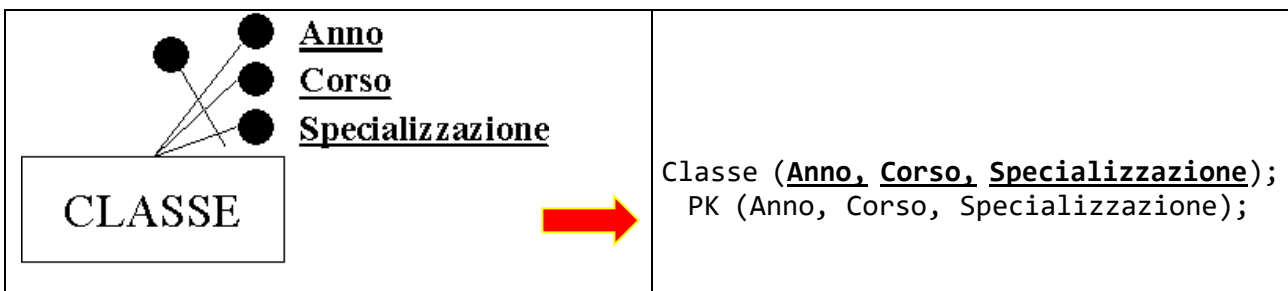
La chiave primaria è un **sottoinsieme di domini** (talvolta un solo dominio) che individua univocamente ogni tupla della relazione. Una delle chiavi candidate (o l'unica eventualmente) verrà scelta come chiave primaria. Una relazione ammette al massimo solo una chiave primaria. La chiave primaria è tradotta con uno specifico vincolo, sintetizzato con PK, che sta per Primary Key. La chiave primaria è obbligatoria ed univoca.



Si osservi che la PK riunisce i vincoli di unicità e obbligatorietà. Inoltre è ammessa una sola PK per ciascuno schema di relazione.



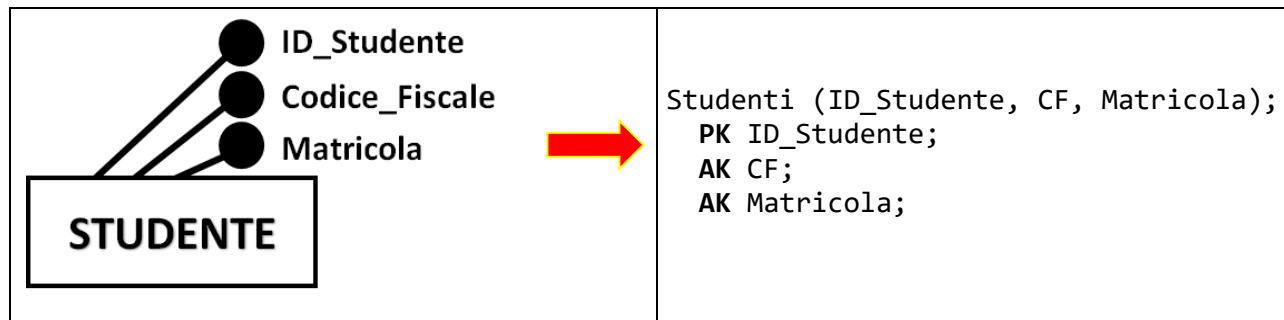
Alcune chiavi primarie sono costituite da molti attributi insieme:





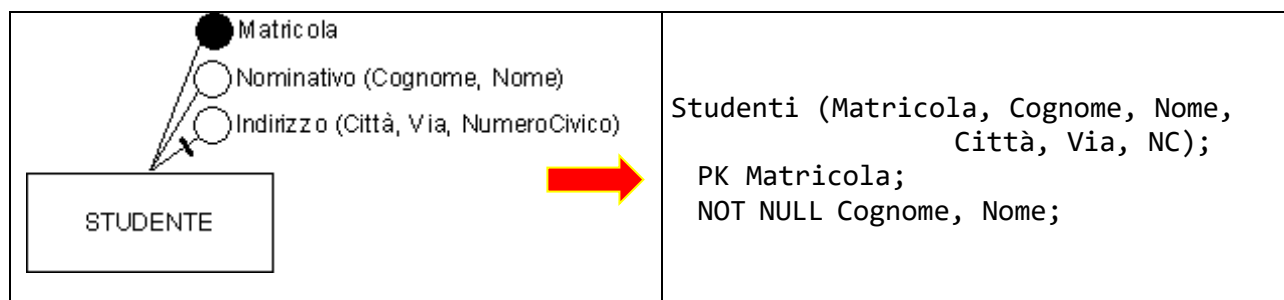
Traduzione di Chiave Candidata che non è chiave primaria

Si è detto che possono esistere altre possibili chiavi candidate per l'entità, ma che ne viene scelta solo una. Le chiavi candidate che non sono state scelte come chiave primaria si dicono anche **chiavi alternative**. Esse possono essere tradotte con il **vincolo AK** (Alternative Key).



Traduzione di Attributi Composti

Gli attributi composti sono scomponibili in sottovalori. In questo caso è necessario elencare nello schema di relazione rispettivo ciascuno dei sotto-attributi che lo compongono.



Traduzione di Attributi Multipli

Rinviata a dopo la trattazione delle associazioni ...

Traduzione di Attributi Derivati

Rinviata in seguito ... per il momento non si traducono ...

Schemi intensivi ed estensivi

Schema Relazionale Intensivo (o Intensione)

Abbiamo visto che ad ogni entità dello schema ER corrisponde uno schema di relazione nello schema relazionale. La forma sintetica dello schema, quello col nome della relazione seguita dagli attributi e arricchita dai vincoli, è detto **schema intensivo**.

<p>Esempio</p> <pre> Studenti (Matricola, Cognome, Nome, CodiceFiscale); PK Matricola; NOT NULL Cognome, Nome; AK CodiceFiscale; </pre> <p>è uno schema intensivo per studenti.</p>
--

Schema Relazionale Estensivo (o Estensione)

D'altra parte si è visto che la relazione può essere anche mostrata in forma tabellare, con valori effettivi dei singoli attributi. A volte una rappresentazione tabellare con valori di esempio, è utile per descrivere con efficacia cosa la relazione significhi. Un esempio di relazione in forma tabellare prende il nome di **schema estensivo** di relazione.



Esempio

Studenti	Matricola	Cognome	Nome
	12345	Neve	Bianca
	12346	Carta	Bianca
	12347	Carta	Bruna

Fornisce una descrizione che esplica il significato dei diversi campi della tabella.

Poiché uno schema relazionale è l'insieme degli schemi di relazione coi vincoli interni ed esterni, è possibile disporre di due diverse visualizzazioni di uno schema relazionale, ovvero quello estensivo e quello intensivo.

Nello schema intensivo appaiono le strutture dei dati ed i vincoli.

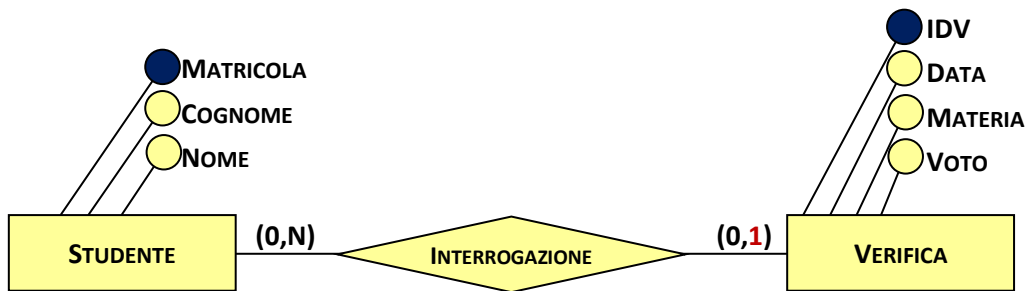
Nello schema estensivo si mostrano esempi di valori e il rispetto di tutti i vincoli.

TRADUZIONE DI ASSOCIAZIONI

Traduzione di Associazioni Binarie uno a molti

Quando due entità sono correlate da una associazione uno a molti, occorre tradurre nello schema di relazione anche questo legame. La traduzione si effettua inserendo nella relazione collegata a molti un nuovo attributo il cui valore dovrà essere quello della chiave primaria dell'altra entità. Si dice che la relazione collegata a molti importa la chiave primaria dell'entità correlata. Il nuovo attributo prende il nome di chiave esterna, perché fa riferimento ad una qualità esterna alla relazione descritta.

Ovviamente prima si devono tradurre le due entità come spiegato in precedenza e quindi aggiungere gli attributi di chiave esterna. Il vincolo da aggiungere (che si riferisce alla chiave esterna) è FK (Foreign Key, letteralmente Chiave Straniera) e deve anche specificare la tabella cui fa riferimento ovvero da dove ho preso la chiave.



Studenti (<u>Matricola</u> , Cognome, Nome); PK Matricola;		Passo 1
Verifiche (<u>IDV</u> , Data, Materia, Voto); PK IDV; NOT NULL Data, Materia, Voto;		
Studenti (<u>Matricola</u> , Cognome, Nome); PK Matricola;		Passo 2
Verifiche (<u>IDV</u> , Data, Materia, Voto, Matricola_FK); PK IDV; NOT NULL Data, Materia, Voto, Matricola_FK ???; FK Matricola_FK REF Studenti(Matricola) ;		

Vediamo lo schema estensivo per comprendere il significato di questa chiave esterna!!!

Lo schema estensivo di Studenti potrebbe essere il seguente:

Esempio

Studenti	Matricola	Cognome	Nome
	12345	Neve	Bianca
	12346	Carta	Bianca



12347	Carta	Bruna
12348	Carta	Bianca

Lo schema estensivo di Verifiche potrebbe essere il seguente:

Verifiche	IDV	Data	Materia	Voto	Matricola_FK
	001	12/11/2004	Storia	7	12345
	002	12/11/2004	Storia	5	12347
	003	20/12/2004	Inglese	8	12345
	004	20/12/2004	Inglese	5	NULL (?)

Come si vede lo schema Verifiche ha un campo in più rispetto alla entità rispettiva. È la chiave esterna.

Cosa significa questa chiave? Per esempio leggendo la prima tupla di verifiche scopriamo che in data 12 novembre 2004 è stato interrogato uno studente in Storia ed ha conseguito un 7; chi è questo studente? Lo rivela il suo codice 12345 che corrisponde a Bianca Neve. Quindi è Bianca Neve che è stata interrogata in Storia ed ha preso 7.

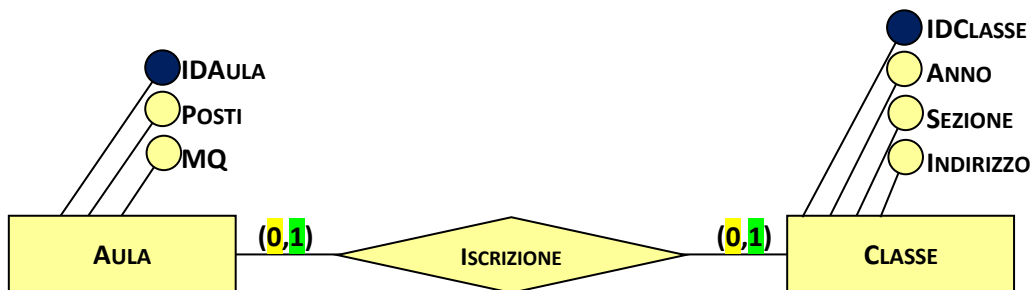
Si può anche notare che Bianca Neve ha due verifiche (Storia e Inglese) proprio come suggerito dallo schema ER la cui associazione Interrogazione permette che uno stesso studente abbia più verifiche.

D'altra parte presa una verifica questa corrisponde ad un solo studente; anche questo è ben esplicitato nello schema ER...

Traduzione di Associazioni Binarie uno a uno

La traduzione di una associazione 1:1 è simile alla precedente. Essendo simmetrica è possibile tradurla in due modi: importando una chiave esterna in una o nell'altra relazione. Una volta stabilito quale sia la relazione in cui si importa la chiave, resta un problema: il valore della chiave esterna non deve essere duplicato, altrimenti (come in precedenza) la associazione rappresentata sarebbe uno a molti.

È quindi necessario imporre un vincolo di unicità sulla chiave esterna.



```

Aule (IDAula, Posti, Mq);
  PK IDAula;
Classi (IDClasse, Anno, Sezione, Indirizzo, IDAula_FK);
  PK IDClasse;
  FK IDAula_FK REF Aule(IDAula);
  UQ IDAula_FK;
    
```

Si osservi che:

- la chiave esterna è importata in **solo una** dei due schemi di relazione;
- la chiave esterna ha un vincolo di unicità in più, se l'associazione tradotta è 1:1
- gli altri attributi della tabella NON si importano!

Nell'esempio si è scelto di importare la chiave esterna in Classe (vedremo in seguito i criteri di scelta). In questo caso però occorre anche vincolare il suo valore a non ammettere duplicati. Vediamo lo schema estensivo per comprendere il significato di questa chiave esterna!!!

 **Esempio**



Lo schema estensivo di Aula potrebbe essere il seguente:

Aula	IDAula	Posti	mq
	101	30	32
	102	25	24
	103	25	27

Lo schema estensivo di Classe potrebbe essere il seguente:

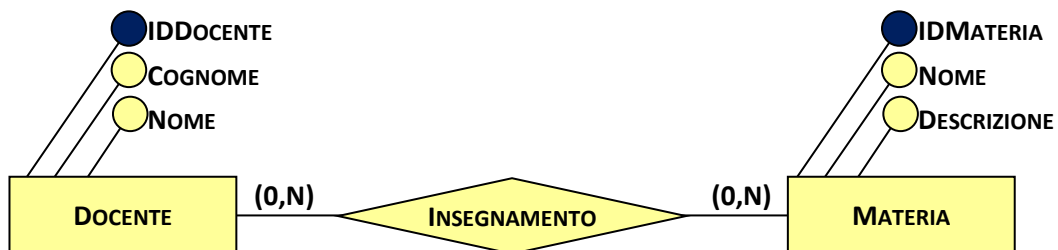
Classe	IDClasse	Anno	Corso	Indirizzo	IDAula_FK
	1001	5	A	INF	101
	1002	5	B	INF	102
	1011	4	A	ELE	---

Come si vede dallo schema estensivo la classe 5BINF è alloggiata nell'aula 102.

Il tentativo di inserire il valore 101 anche nella terza riga violerebbe il vincolo di unicità. Infatti non è ammissibile che la stessa aula sia assegnata a più classi.

Traduzione di Associazioni Binarie molti a molti

Non è possibile rappresentare una associazione molti a molti con una chiave esterna in una delle due tabelle. Occorre allora utilizzare un trucco. La associazione molti a molti deve essere tradotta con uno schema di relazione distinto (a sé stante) che serve solo per collegare le due entità.

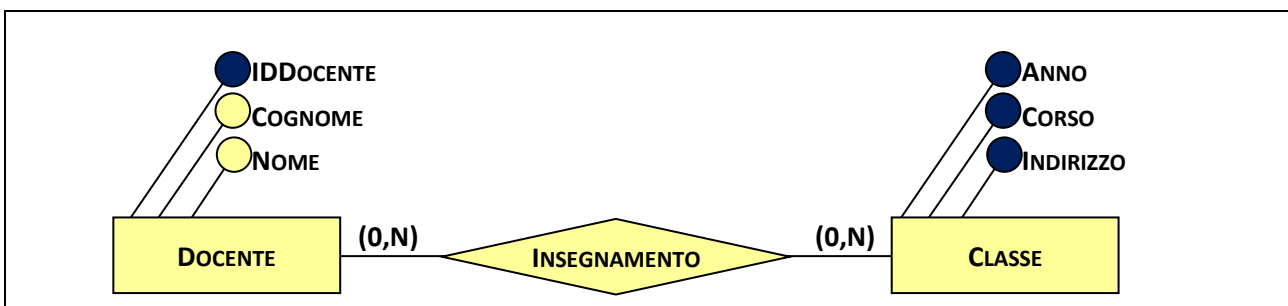


```

Docenti (IDDocente, Cognome, Nome);
PK IDDocente;
Materie (IDMateria, Nome, Descrizione);
PK (IDMateria);
Insegnamenti (IDDocente_FK, IDMateria_FK)
FK IDDocente_FK REF Docenti(IDDocente);
FK IDMateria_FK REF Materie(IDMateria);
    
```

Si osservi che solo le chiavi primarie sono riportate nello schema di relazione che traduce l'associazione, mentre gli altri attributi non si importano!!!

Vediamo un altro esempio dove la chiave primaria è su molti attributi:





Docenti (**IDD**, Cognome, Nome);
 PK IDD;
 Classi (Anno, Corso, Indirizzo);
 PK (Anno, Corso, Indirizzo);
 Insegnamenti (IDD , Anno, Corso, Indirizzo)
 FK IDD REF Docenti;
 FK (Anno, Corso, Indirizzo)
 REF Classi(Anno, Corso, Indirizzo);

Vediamo lo schema estensivo per comprendere il significato di questa traduzione.



Esempio

Lo schema estensivo di Docente potrebbe essere il seguente:

Docenti	IDD	Cognome	Nome
	101	Piano	Guido
	102	Piano	Remo
	103	Repentino	Guido



Lo schema estensivo di Classe potrebbe essere il seguente:

Classi	Anno	Corso	Indirizzo
	5	A	INF
	5	B	INF
	4	A	ELE

Lo schema estensivo di Insegnamento potrebbe essere il seguente:

Insegnamenti	IDD	Anno	Corso	Indiriz
	101	5	A	INF
	102	5	A	INF
	101	5	B	INF

Il docente 101 (Remo Contro) insegna in due classi. La classe 5AINF ha due docenti. La associazione molti a molti è possibile ...!

Parzialità e vincoli ...

Le parzialità e totalità non sono sempre facili da rappresentare nello schema relazionale. Solitamente si assume che tutte le associazioni siano parziali e quindi esistono sempre istanze non legate ad altre istanze.

Tuttavia per alcuni casi particolari è possibile imporre vincoli più stringenti.

Per esempio nelle associazioni 1:1 ed 1:N è sufficiente vietare il valore nullo nella chiave esterna per ottenere una associazioni totale in quel verso.



Esempio

Persone	IDP	Cognome	Nome
	17	Neve	Bianca
	18	Carta	Bianca
	19	Carta	Bruna

Lo schema estensivo di Classe potrebbe essere il seguente:

Cani	IDC	Nome	Razza	Taglia	Padrone
	C01	Rex	Pastore T.	G	17
	C02	Lassie	Collie	M	18
	C03	Fido	Setter	M	---

In questo schema relazionale si nota che:

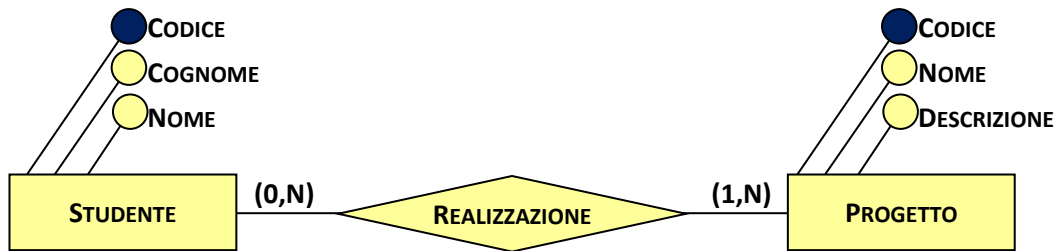
- il cane C03 non ha un padrone, quindi c'è una parzialità da Cane verso Persona



2. il signore 19 non ha cani, quindi c'è una parzialità da Persona verso Cane
 Se però il campo Padrone viene reso obbligatorio (ovvero vieto il valore null) allora devo per forza scrivere un valore come attributo e l'associazione diventa totale da Cane verso Padrone.
 Invece non riesco a garantire (per ora) la totalità nel verso opposto.

Rinominazioni di chiavi esterne

In alcuni casi conviene rinominare la chiave esterna per attribuirne un migliore significato. Vediamo un esempio:



Consideriamo l'associazione **Realizzazione** e osserviamo quale sia la sua traduzione:

```
Realizzazione (Codice , Codice);
    FK Codice REF Studente(Codice);
    FK Codice REF Progetto(Codice);
```

questa traduzione è scorretta poiché una relazione non può avere campi omonimi, ed inoltre, osservando l'estensione non si capisce come siano legati progetti e studenti:

Realizzazioni	Codice	Codice	
	17	17	
	18	17	
	17	18	

Se però nominiamo le chiavi esterne con dei nomi significativi, ecco cosa succede:

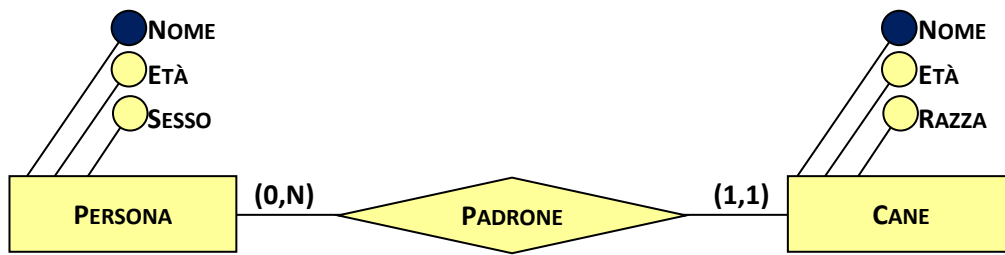
```
Realizzazione (Studente , Progetto);
    FK Studente REF Studente(Codice);
    FK Progetto REF Progetto(Codice);
```

ed, osservando l'estensione si capisce meglio chi fa cosa:

Realizzazioni	Studente	Progetto	
	17	17	
	18	17	
	17	18	

La rinominazione può essere attuata in tutti i casi in cui sia utile e diventa obbligatoria quando due attributi della stessa tabella sono omonimi (in quanto vietato!).

Ecco un altro esempio:



Un primo tentativo di traduzione sarebbe il seguente:

```
Cani (Nome, Razza, Età, Nome);
PK Nome;
FK Nome REF Persona(Nome);
```

questa traduzione è **errata** perché una tabella NON può avere due attributi omonimi!!!

Allora posso provare così:

```
Cani (Nome, Razza, Età, Persona);
PK Nome;
FK Persona REF Persona(Nome);
```

questa traduzione è **sconsigliata** perché non si capisce cosa sia l'attributo Persona di un cane (?) !

Infine posso provare così:

```
Cani (Nome, Razza, Età, Padrone);
PK Nome;
FK Padrone REF Persona(Nome);
```

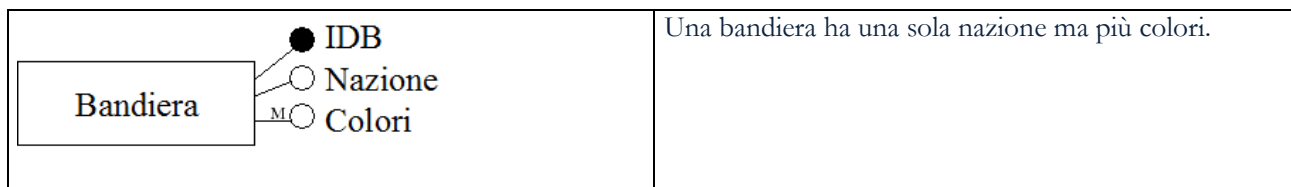
questa traduzione è **consigliata** perché si capisce che il padrone del cane è indicato proprio in quell'attributo del cane !

Lo studente provi come esercizio a produrre anche il corrispondente schema estensivo ...

ALTRI CASI DI FOREIGN KEY

Traduzione di Attributi Multipli

Si è detto che un attributo multiplo (a differenza di uno composto) ammette più valori di quell'attributo per la medesima istanza. Per esempio:



rappresenta il fatto che una bandiera ha più colori; d'altra parte non è desiderabile creare una nuova entità Colori (che risolverebbe la questione introducendo una associazione tra le due).

La traduzione di questa realtà è la seguente:

```
Bandiere (IDB , Nazione );
PK IDB;
Colori (IDB , Colore);
FK IDB REF Bandiere ;
NOT NULL IDB, Colore;
```



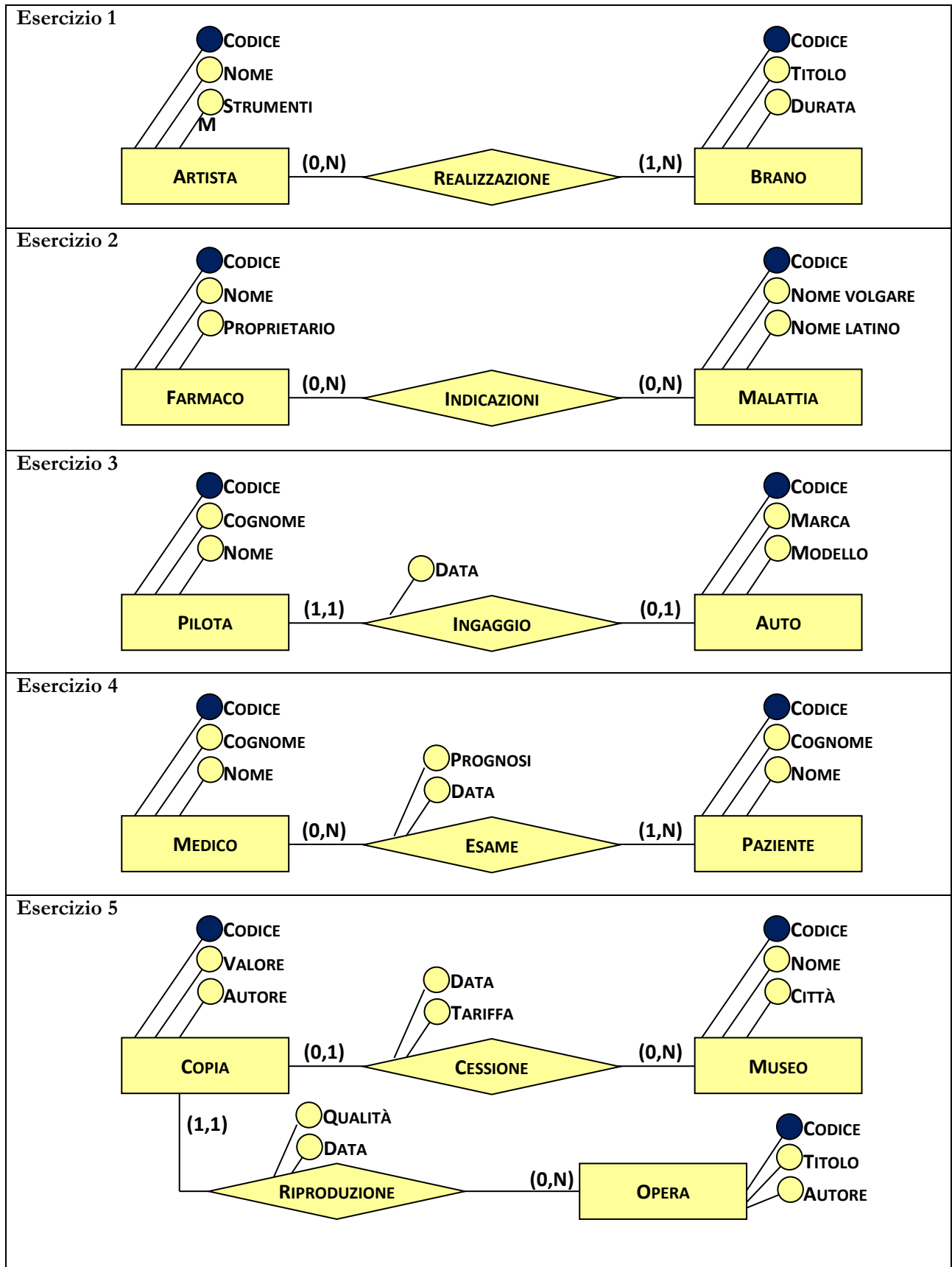


dove è stata creata una nuova relazione per rappresentare l'attributo multiplo e tale relazione viene correlata (in modo simile a una associazione 1:N) alla relazione che traduce l'entità. Si può osservare che la relazione che traduce l'attributo multiplo non ammette chiave primaria (viceversa sarebbe stata preferibile una nuova entità ed una associazione di correlazione tra esse), anche se è preferibile evitare valori nulli.



ESERCIZI

Tradurre i seguenti schemi ER:





Le Chiavi e il Modello Relazionale

Il significato delle Chiavi Primarie [Primary Key]

Nel Modello Logico Relazionale la chiave primaria è un insieme di campi (eventualmente un solo campo) che identifica univocamente ciascuna tupla della relazione (tabella).

Questo impone dei vincoli impliciti alla Chiave Primaria che sono:

- l'unicità, ovvero ciascun valore deve essere diverso;
- l'obbligatorietà, ovvero nessun valore dei campi può essere nullo.



Esempio

Per esempio, nella relazione seguente:

Studenti (Matricola, Cognome, Nome);
PK Matricola;

impone che il campo matricola non sia mai nullo e che i valori delle matricole siano tutti diversi.

Il significato delle Chiavi Esterne [Foreign Key]

Nel Modello Logico Relazionale la chiave esterna è un insieme di campi (eventualmente un solo campo) i cui valori fanno riferimento ai valori di chiavi primarie presenti in altre relazioni (tabelle), per esprimere un legame (associazione) tra le due tuple (una della tabella primaria ed una della tabella secondaria).



Esempio

Per esempio, nelle relazioni seguenti:

Studenti (Matricola, Cognome, Nome);
PK Matricola;
Verifiche (Data, Materia, Voto, Alunno);
FK Alunno REF Studenti(Matricola);

esprime il fatto che ciascuna verifica è legata ad uno studente individuato tramite il campo Alunno.

Vediamo questo concetto con uno schema estensivo:

Studenti	Matricola	Cognome	Nome
	12345	Pinna	Marina
	12346	Marino	Pino

Verifiche	Data	Materia	Voto	Alunno
	15/11/2006	Storia	7	12345
	15/11/2006	Storia	8	12346
	16/11/2006	Inglese	7	12345

Le Chiavi Esterne ed i vincoli

Chiavi Esterne nulle

Abbiamo visto che sicuramente un valore di chiave primaria non può essere nullo.

La domanda che ci poniamo adesso è: questo è vero anche per le chiavi esterne?

La risposta è **NO**: la chiave esterna può essere nulla, salvo che si imposti un diverso vincolo specifico.

Ma cosa vuole significare un valore nullo in una chiave esterna?



Esempio

Per esempio, nello schema estensivo seguente si è posto nullo un valore della terza tupla nella tabella verifiche:

Studenti	Matricola	Cognome	Nome
	12345	Pinna	Marina
	12346	Marino	Pino

Verifiche	Data	Materia	Voto	Alunno
	15/11/2006	Storia	7	12345
	15/11/2006	Storia	8	12346
	16/11/2006	Inglese	7	---

Il significato espresso da questa situazione è che quella verifica non è relativa ad alcun alunno. In questo specifico esempio questa libertà è fastidiosa poiché sarebbe meglio che di ciascuna verifica fosse noto il soggetto che ha superato la verifica. Quindi conviene porre il vincolo di obbligatorietà al campo Alunno.

In alcuni casi invece è utile lasciare nullo tale valore.



Esempio

Ecco un esempio in cui la chiave esterna ammette valori nulli:
 Impiegati (Matricola, Cognome, Nome);
 PK Matricola;
 Auto (Targa, Marca, Modello, Responsabile);
 FK Responsabile REF Impiegati(Matricola);
 dove ci sono alcune auto senza responsabile.

Nella traduzione di associazioni il vincolo di obbligatorietà di una chiave esterna corrisponde alla parzialità/totalità della associazione che rappresenta.

Chiavi Esterne duplicate

Abbiamo visto che sicuramente un valore di chiave primaria non può essere duplicato. La domanda che ci poniamo adesso è: questo è vero anche per le chiavi esterne?

La risposta è NO: la chiave esterna può essere duplicato, salvo che si imponi un diverso vincolo specifico. Ma cosa vuole significare un valore duplicato in una chiave esterna?



Esempio

Per esempio, nello schema estensivo seguente si sono duplicati i valori delle chiavi esterne Alunno nella tabella verifiche:

Studenti	Matricola	Cognome	Nome
	12345	Pinna	Marina
	12346	Marino	Pino

Verifiche	Data	Materia	Voto	Alunno
	15/11/2006	Storia	7	12345
	15/11/2006	Storia	8	12346
	16/11/2006	Inglese	9	12345

Il significato della ripetizione del precedente esempio è che lo stesso soggetto può essere coinvolto più di una volta nella associazione tra le due tabelle. Per esempio un alunno ha effettuato due verifiche distinte (una in Storia ed una in Inglese).



Se la chiave esterna rappresenta la traduzione di una associazione dello schema ER allora la possibilità di duplicare i valori di chiave esterna corrisponde a una associazione 1:N.

Nel caso di una associazione 1:1 si deve invece imporre il vincolo di unicità anche sulla chiave esterna.



Esempio

Per esempio nello schema relazionale seguente:

Aule	Codice	Piano	Superficie
	001	T	25
	002	1	20
	003	1	25
	004	2	15

Classi	Anno	Sezione	Corso	Aula
	3	A	Abacus	002
	3	B	Abacus	003
	4	A	Chimica	004

I valori delle aule sono unici, poiché una aula è assegnata ad una sola classe.

Il Vincolo di Integrità Referenziale

Valori non corrispondenti

Abbiamo visto che i valori delle chiavi esterne devono corrispondere a valori presenti nella chiave primaria della tabella correlata.

Ma cosa accade se si hanno valori non corrispondenti? Il tentativo di ottenere valori non corrispondenti tra chiavi primarie ed esterne viene impedito e solleva una eccezione (errore).

Questo meccanismo assicura che una riga sia sempre associata a valori consistenti nella tabella correlata. Vediamo infatti alcuni casi di violazione.



Esempio

Per esempio nello schema relazionale seguente:

Aule	Codice	Piano	Superficie
	002	T	25
	003	1	20

Classi	Anno	Sezione	Corso	Aula
	3	A	Abacus	002
	3	B	Abacus	003
	4	A	Chimica	004

L'ultima classe della tabella è assegnata ad una aula inesistente. Questo tipo di errore genera inconsistenza dei dati e deve essere evitato.

Ma quando si possono verificare simili errori?

Inserimento di tuple con chiavi esterne

Un **momento rischioso** per la violazione dell'integrità referenziale è l'inserimento di nuove righe nella tabella con chiavi esterne.

Nell'esempio appena fatto potrebbe accadere durante l'inserimento di una nuova classe (per esempio la 5 N Abacus) indicando il codice di un'aula inesistente.



Questo tentativo genera un errore e l'inserimento dell'intero record viene impedito.

Modifica di tuple con chiavi esterne

Un altro **momento rischioso** per la violazione dell'integrità referenziale è la modifica del valore di chiave esterna in una riga già presente nella tabella con la chiave esterna.

Nell'esempio appena fatto potrebbe accadere se si cerca di modificare l'aula di una classe già correttamente inserita (per esempio la 3 A Abacus) indicando il codice di un'aula inesistente (al posto della 002 si indica la 902).

Questo tentativo genera un errore e la modifica dell'intero record viene impedita.

Modifica di tuple con chiavi primarie e relativa gestione

Analogamente è anche **rischiosa la modifica** del valore di chiave primaria in una riga già presente nella tabella con la chiave primaria.

Nell'esempio appena fatto potrebbe accadere se si cerca di modificare il codice di una aula (tabella Aule) già correttamente inserita (per esempio la 002) indicando un nuovo codice 102).

Il tentativo illustrato sopra deve essere gestito in qualche modo; le possibilità di gestione si riconducono ad uno dei seguenti modi:

1. si genera un errore e la modifica dell'intero record viene impedita;
2. si modificano tutti i valori delle chiavi esterne di tutti i record collegati col nuovo valore di chiave primaria;
3. si modificano tutti i valori delle chiavi esterne di tutti i record collegati con un valore nullo;
4. si eliminano tutti i record collegati col vecchio valore di chiave primaria;

Esempio

Vediamo un esempio relativo al seguente schema relazionale:

Studenti	Matricola	Cognome	Nome	
	12345	Pinna	Marina	
	12346	Marino	Pino	

Verifiche	Data	Materia	Voto	Alunno
	15/11/2006	Storia	7	12345
	15/11/2006	Storia	8	12346
	16/11/2006	Inglese	9	12345

Supponiamo di voler modificare la matricola dello studente 12346 col nuovo valore 50346. Poiché esistono record collegati a questo valore allora questo tentativo deve essere gestito in uno dei seguenti modi:

- si genera un errore e la modifica dell'intero record viene impedita;
 - in questo caso la matricola resta 12346
- si modificano tutti i valori delle chiavi esterne di tutti i record collegati col nuovo valore di chiave primaria;
 - in questo caso le verifiche riferite a 12346 risultano riferite a 50346
- si modificano tutti i valori delle chiavi esterne di tutti i record collegati con un valore nullo;
 - in questo caso le verifiche riferite a 12346 risultano riferite a nessuno studente
- si eliminano tutti i record collegati col vecchio valore di chiave primaria;
 - in questo caso si eliminano tutte le verifiche riferite a 12346



La scelta dell'effetto è gestita dall'amministratore della base di dati con appositi comandi (anche SQL).

Eliminazione di tuple con chiavi primarie e relativa gestione

Infine è rischiosa anche la cancellazione dell'intero record in una riga presente nella tabella con la chiave primaria.

Nell'esempio appena fatto potrebbe accadere se si cerca di cancellare dal database lo studente con matricola 12346.

Questo tentativo deve essere gestito in uno dei seguenti modi:

- si genera un errore e la eliminazione dell'intero record viene impedita;
- si modificano tutti i valori delle chiavi esterne di tutti i record collegati con un valore nullo;
- si eliminano tutti i record collegati col vecchio valore di chiave primaria;

Esempio



Vediamo un esempio relativo al seguente schema relazionale:

Studenti	Matricola	Cognome	Nome	
	12345	Pinna	Marina	
	12346	Marino	Pino	

Verifiche	Data	Materia	Voto	Alunno
	15/11/2006	Storia	7	12345
	15/11/2006	Storia	8	12346
	16/11/2006	Inglese	9	12345

Supponiamo che nella situazione illustrata nel precedente esempio si desideri cancellare il record dello studente 12346. Poiché esistono record collegati a questo valore allora questo tentativo deve essere gestito in uno dei seguenti modi:

- si genera un errore e la eliminazione dell'intero record viene impedita;
 - in questo caso lo studente non viene cancellato
- si modificano tutti i valori delle chiavi esterne di tutti i record collegati con un valore nullo;
 - in questo caso le verifiche riferite a 12346 risultano riferite a nessuno studente
- si eliminano tutti i record collegati col vecchio valore di chiave primaria;
 - in questo caso si eliminano tutte le verifiche riferite a 12346

La scelta dell'effetto è gestita dall'amministratore della base di dati con appositi comandi (anche SQL).



ESERCIZI

Tradurre i seguenti schemi ER e valutare per ogni chiave esterna la migliore soluzione per gestire eventi rischiosi:

