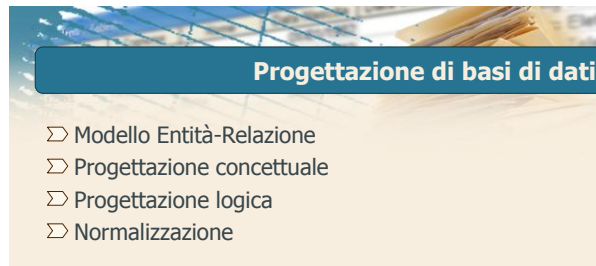


**Sistemi informativi**

Unità 5  
Progettazione di basi di dati

DBG



**Progettazione di basi di dati**

- ▷ Modello Entità-Relazione
- ▷ Progettazione concettuale
- ▷ Progettazione logica
- ▷ Normalizzazione

DBG

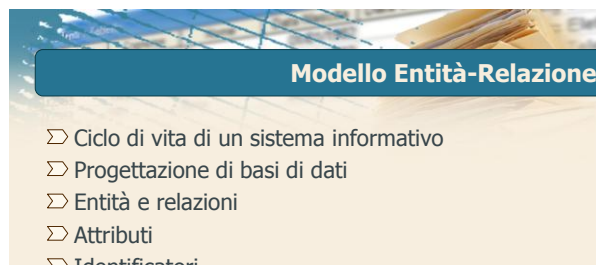
2



**Progettazione di basi di dati**

Modello Entità - Relazione

DBG



**Modello Entità-Relazione**

- ▷ Ciclo di vita di un sistema informativo
- ▷ Progettazione di basi di dati
- ▷ Entità e relazioni
- ▷ Attributi
- ▷ Identificatori
- ▷ Generalizzazione
- ▷ Documentazione di schemi E-R
- ▷ UML ed E-R

DBG

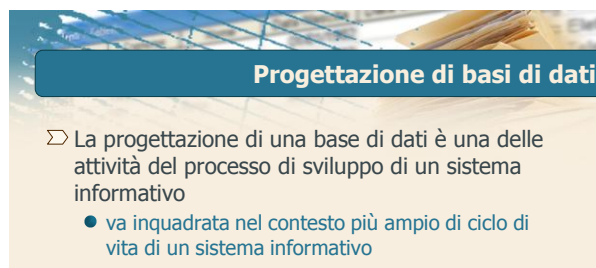
4



**Modello Entità-Relazione**

Ciclo di vita di un sistema informativo

DBG



**Progettazione di basi di dati**

- ▷ La progettazione di una base di dati è una delle attività del processo di sviluppo di un sistema informativo
  - va inquadrata nel contesto più ampio di ciclo di vita di un sistema informativo

DBG

6

### Ciclo di vita di un sistema informativo

Studio di fattibilità

### Ciclo di vita di un sistema informativo

#### ▷ Studio di fattibilità

- determinazione dei costi delle diverse alternative e delle priorità di realizzazione delle componenti del sistema

### Ciclo di vita di un sistema informativo

Studio di fattibilità

↓

Raccolta e analisi  
dei requisiti

### Ciclo di vita di un sistema informativo

#### ▷ Raccolta e analisi dei requisiti

- definizione delle proprietà e delle funzionalità del sistema informativo
- richiede interazione con l'utente
- produce una descrizione completa, ma informale del sistema da realizzare

### Ciclo di vita di un sistema informativo

Studio di fattibilità

↓

Raccolta e analisi  
dei requisiti

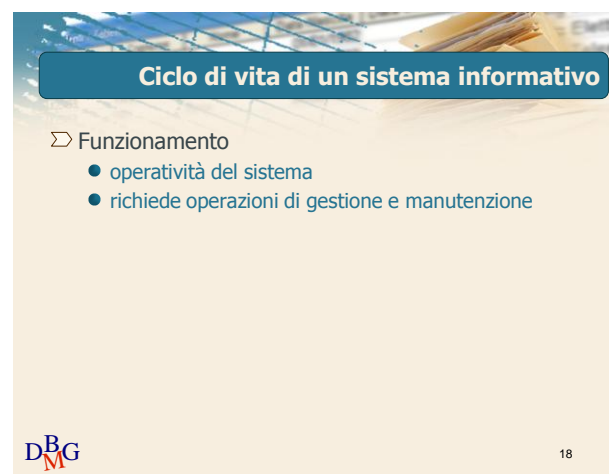
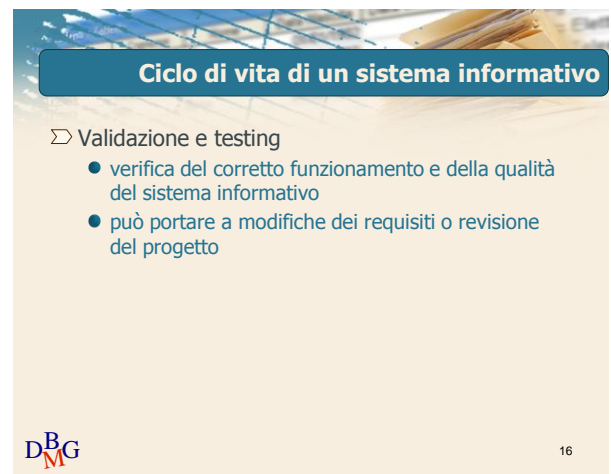
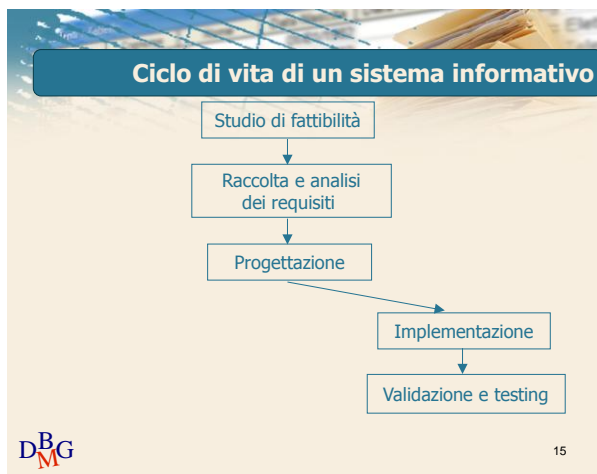
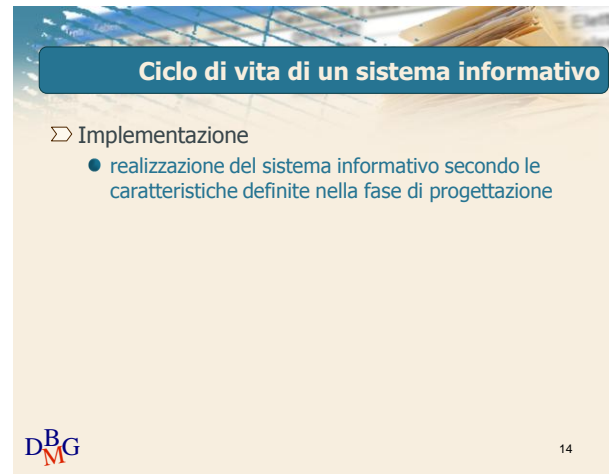
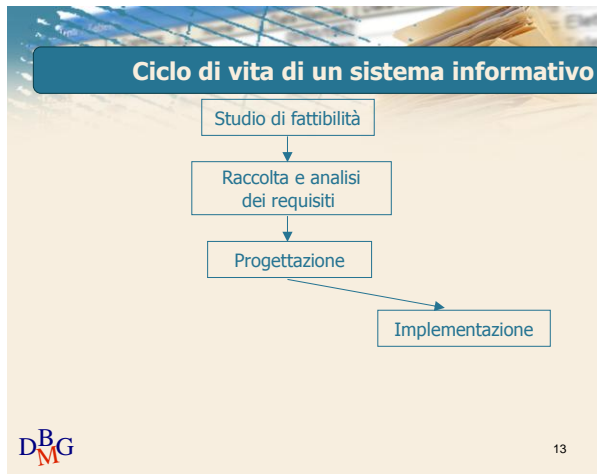
↓

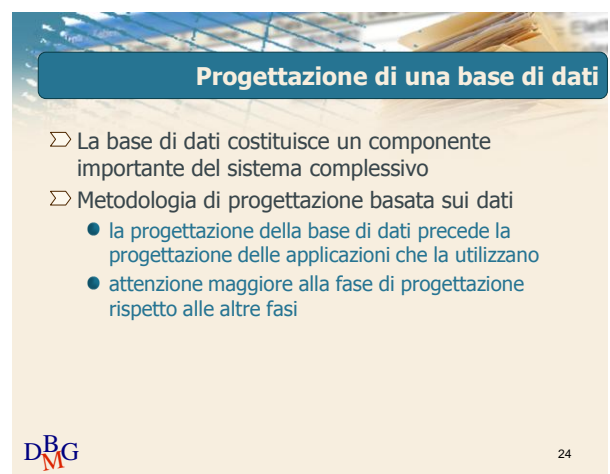
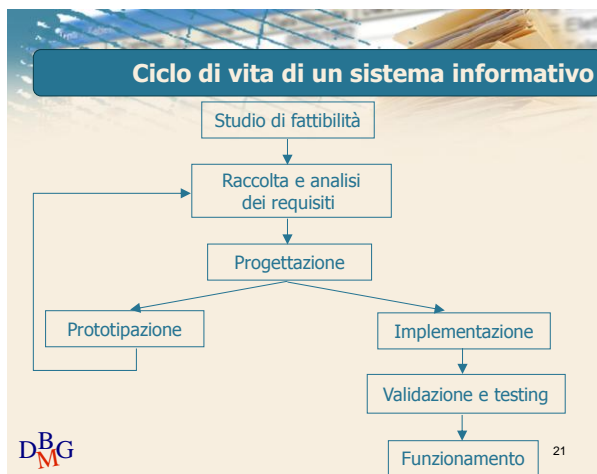
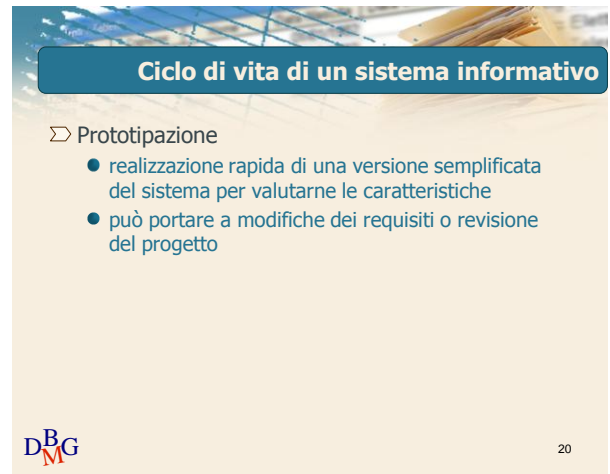
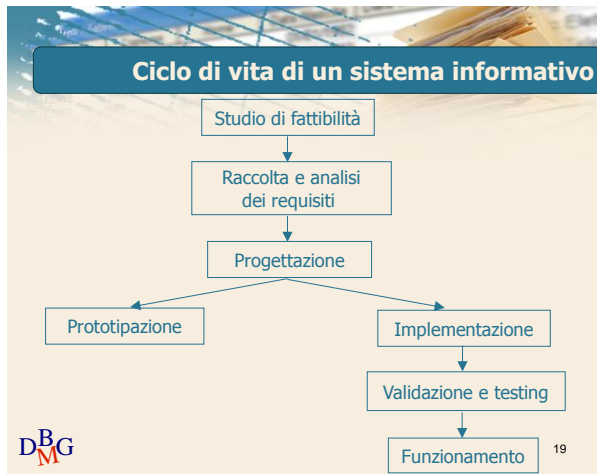
Progettazione

### Ciclo di vita di un sistema informativo

#### ▷ Progettazione

- suddivisa in progettazione dei dati e delle applicazioni
- produce descrizioni formali





### Metodologia di progettazione

- ▷ Una metodologia di progettazione consiste in
  - decomposizione dell'attività di progetto in passi successivi indipendenti tra loro
  - strategie da seguire nei vari passi e criteri per la scelta delle strategie
  - modelli di riferimento per descrivere i dati d'ingresso e di uscita delle varie fasi

### Metodologia di progettazione: Esempio

- ▷ Preparazione atletica
  - decomposizione dell'attività
    1. forma fisica
    - 2a. potenziamento
    - 2b. velocità

### Metodologia di progettazione: Esempio

- ▷ Preparazione atletica
  - decomposizione dell'attività
  - strategie da seguire nei vari passi
    1. A) dieta alimentare  
B) esercizi per ridurre la percentuale di grasso
    - 2a. A) esercizi con pesi  
B) esercizi di resistenza

### Metodologia di progettazione: Esempio

- ▷ Preparazione atletica
  - decomposizione dell'attività
  - strategie da seguire nei vari passi
  - modelli di riferimento per descrivere i dati d'ingresso e di uscita delle varie fasi
    1. dati d'ingresso: peso attuale, % di grasso corporeo  
dati di uscita: modello della struttura corporea della persona in forma
    - 2a. dati di ingresso: modello di persona in forma  
dati di uscita: modello della struttura corporea dell'atleta medio

### Proprietà della metodologia

- ▷ Generalità
  - possibilità di utilizzo indipendentemente dal problema e dagli strumenti a disposizione
- ▷ Qualità del risultato
  - in termini di correttezza, completezza ed efficienza rispetto alle risorse utilizzate
- ▷ Facilità d'uso
  - sia delle strategie che dei modelli di riferimento

### Progettazione basata sui dati

- ▷ Per le basi di dati, metodologia basata sulla separazione delle decisioni
  - *cosa* rappresentare nella base di dati
    - progettazione concettuale
  - *come* rappresentarlo
    - progettazione logica e fisica

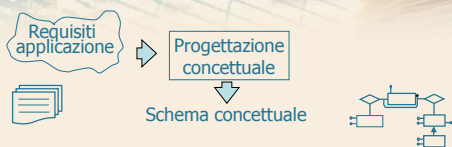
## Fasi della progettazione di basi di dati



## Requisiti applicazione

- ▷ Specifiche informali della realtà di interesse
  - proprietà dell'applicazione
  - funzionalità dell'applicazione

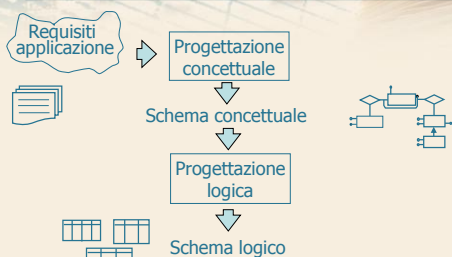
## Fasi della progettazione di basi di dati



## Progettazione concettuale

- ▷ Rappresentazione delle specifiche informali sotto forma di *schema concettuale*
  - descrizione formale e completa, che fa riferimento ad un modello concettuale
  - indipendenza dagli aspetti implementativi (modello dei dati)
  - obiettivo è la rappresentazione del *contenuto informativo* della base di dati

## Fasi della progettazione di basi di dati



## Progettazione logica

- ▷ Traduzione dello schema concettuale nello schema logico
  - fa riferimento al modello logico dei dati prescelto
  - si usano criteri di ottimizzazione delle operazioni da fare sui dati
  - qualità dello schema verificata mediante tecniche formali (normalizzazione)



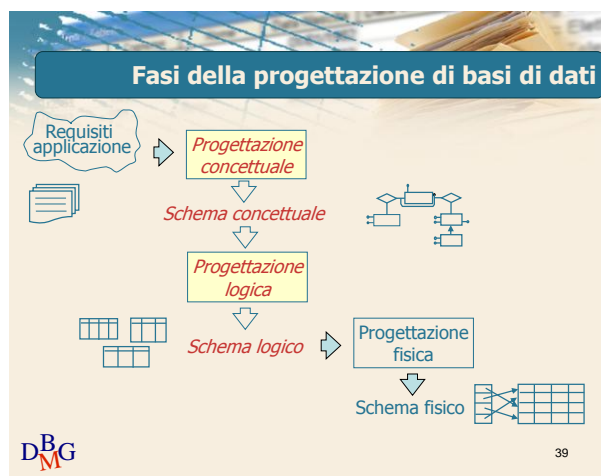


### Progettazione fisica

- Specifica dei parametri fisici di memorizzazione dei dati (organizzazione dei file e degli indici)
  - produce un modello fisico, che dipende dal DBMS prescelto

DBG

38



### Modello Entità-Relazione

Entità e relazioni

DBG

### Il modello E-R (Entity-Relationship)

- È il modello concettuale più diffuso
- Fornisce costrutti per descrivere le specifiche sulla struttura dei dati
  - in modo semplice e comprensibile
  - con un formalismo grafico
  - in modo indipendente dal modello dei dati, che può essere scelto in seguito
- Ne esistono numerose varianti

DBG

41

### Costrutti principali del modello E-R

- Entità
- Relazioni
- Attributi
- Identificatori
- Generalizzazioni e sottoinsiemi

DBG

42


### Entità

Nome entità

- ▷ Rappresenta classi di oggetti del mondo reale (persone, cose, eventi, ...), che hanno
  - proprietà comuni
  - esistenza autonoma
- ▷ Esempi: dipendente, studente, articolo
- ▷ Un'occorrenza di un'entità è un oggetto della classe che l'entità rappresenta

DBG 43

### Relazione



Nome relazione

- ▷ Rappresenta un legame logico tra due o più entità
- ▷ Esempi: esame tra studente e corso, residenza tra persona e comune
- ▷ Da non confondere con la relazione del modello relazionale
  - a volte indicata con il termine associazione

DBG 44


### Esempi di relazioni

Studente

Corso

DBG 45


### Esempi di relazioni



DBG 46

### Esempi di relazioni

Studente



Corso


Persona

Comune

DBG 47


### Esempi di relazioni

Studente



Corso

Persona

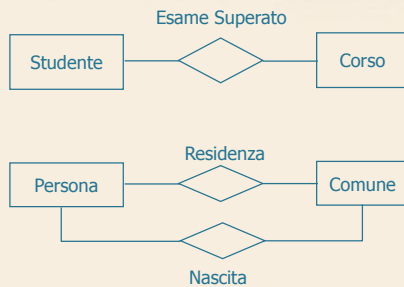


Comune

DBG 48



### Esempi di relazioni



DBG

49

### Occorrenze di una relazione

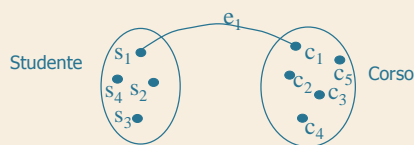


DBG

50

### Occorrenze di una relazione

- Un'occorrenza di una relazione è una n-upla (coppia nel caso di relazione binaria) costituita da occorrenze di entità, una per ciascuna delle entità coinvolte

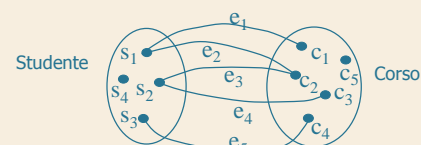


DBG

51

### Occorrenze di una relazione

- Un'occorrenza di una relazione è una n-upla (coppia nel caso di relazione binaria) costituita da occorrenze di entità, una per ciascuna delle entità coinvolte
- Non vi possono essere n-uple identiche



DBG

52

### Cardinalità delle relazioni binarie

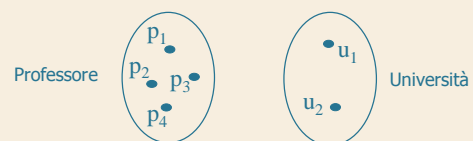
- Sono specificate per ogni entità che partecipa ad una relazione
- Descrivono numero minimo e massimo di occorrenze di una relazione a cui può partecipare una occorrenza di un'entità
  - minimo assume i valori
    - 0 (partecipazione opzionale)
    - 1 (partecipazione obbligatoria)
  - massimo varia tra
    - 1 (al più una occorrenza)
    - N (numero arbitrario di occorrenze)

DBG

53

### Cardinalità delle relazioni binarie

- Corrispondenza 1 a 1



DBG

54

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a 1

Professore

Università

Professore

Università

$p_1$

$p_2$

$p_3$

$p_4$

$u_1$

$u_2$

DBG

55

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a 1

Professore

Università

Professore

Università

$p_1$

$p_2$

$p_3$

$p_4$

$u_1$

$u_2$

Rettore

DBG

56

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a 1

Professore

Università

Professore

Università

$p_1$

$p_2$

$p_3$

$p_4$

$u_1$

$u_2$

$r_1$

$r_2$

DBG

57

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a 1

Professore

Università

Professore

Università

$p_1$

$p_2$

$p_3$

$p_4$

$u_1$

$u_2$

$r_1$

$r_2$

(0,1)

(1,1)

DBG

58

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a N

Persona

Comune

Persona

Comune

$p_1$

$p_2$

$p_3$

$p_4$

$c_1$

$c_2$

DBG

59

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a N

Persona

Comune

Persona

Comune

$p_1$

$p_2$

$p_3$

$p_4$

$c_1$

$c_2$

DBG

60

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a N

61

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a N

62

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza 1 a N

63

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza molti a molti

64

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza molti a molti

65

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza molti a molti

66

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza molti a molti

67

Cardinalità delle relazioni binarie

Corrispondenza molti a molti

68

Limite di una relazione binaria

Non è possibile che uno studente sostenga due volte lo stesso esame

69

Relazione ternaria

Uno studente può ripetere lo stesso esame in tempi diversi

Esempio di istanza di esame

s <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>
s <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
...		

70

Relazione ternaria

Uno studente può ripetere lo stesso esame in tempi diversi

Esempio di istanza di esame

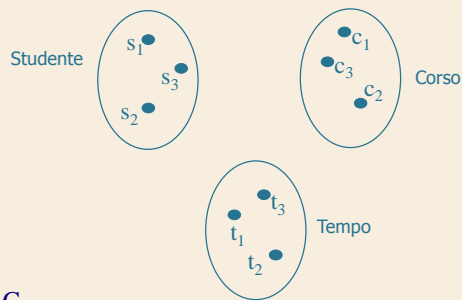
s <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>
s <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
...		

71

Cardinalità delle relazioni ternarie

72

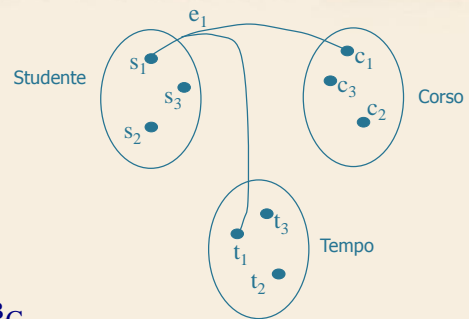
### Occorrenze di una relazione ternaria



DBG

73

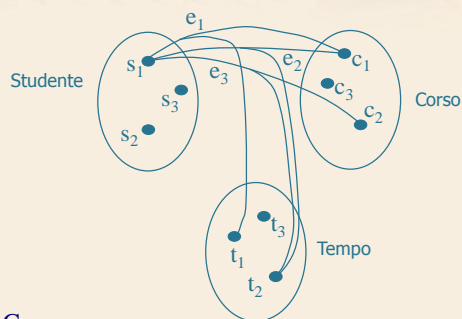
### Occorrenze di una relazione ternaria



DBG

74

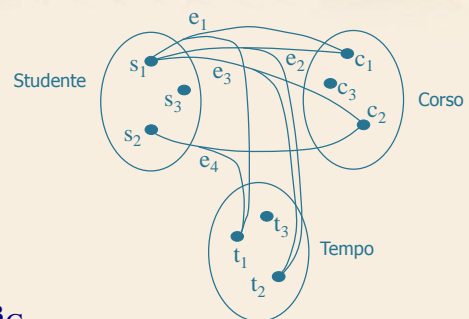
### Occorrenze di una relazione ternaria



DBG

75

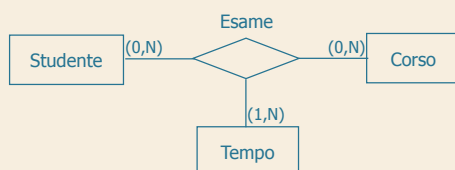
### Occorrenze di una relazione ternaria



DBG

76

### Cardinalità delle relazioni ternarie



DBG

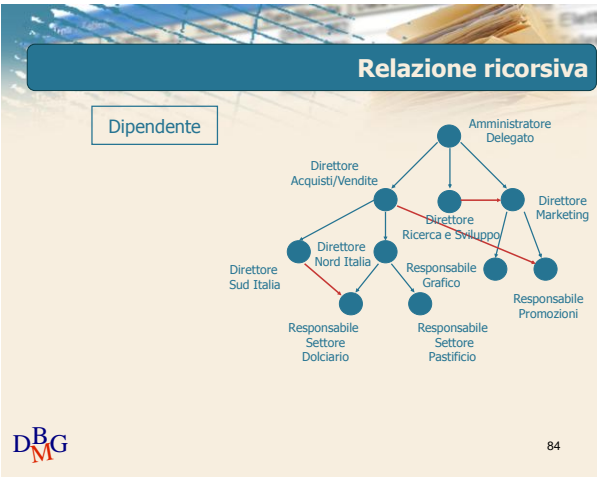
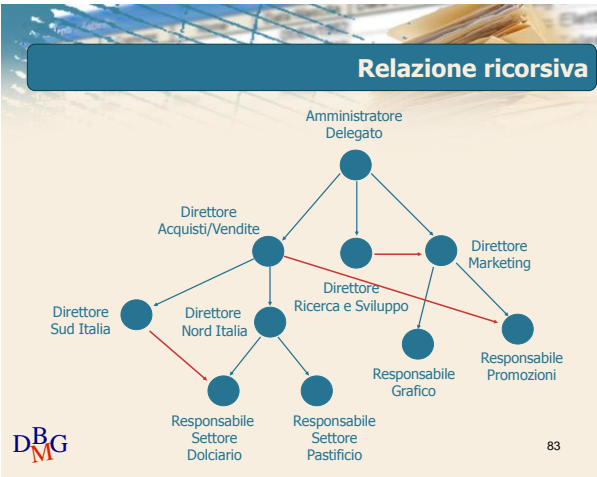
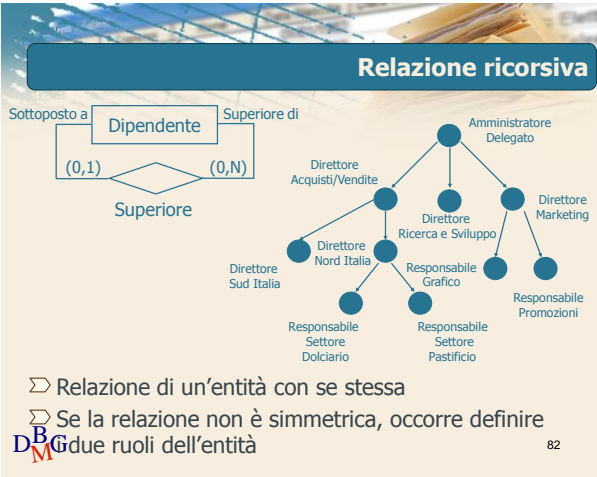
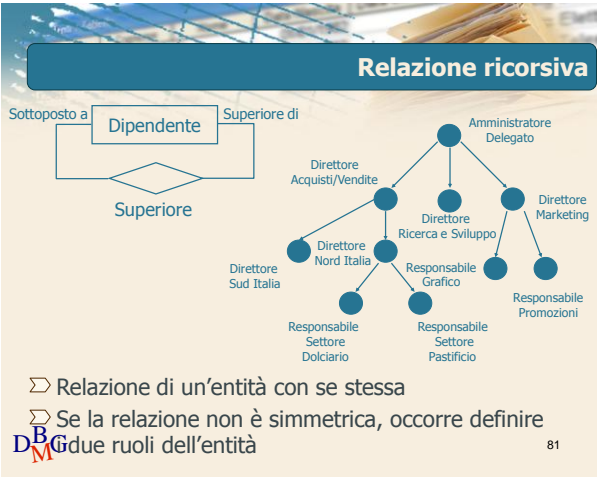
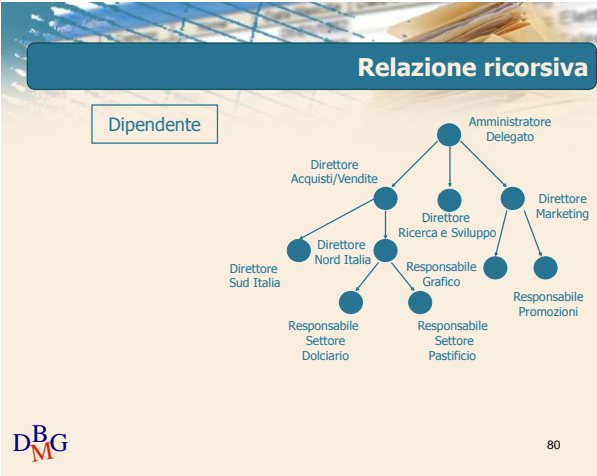
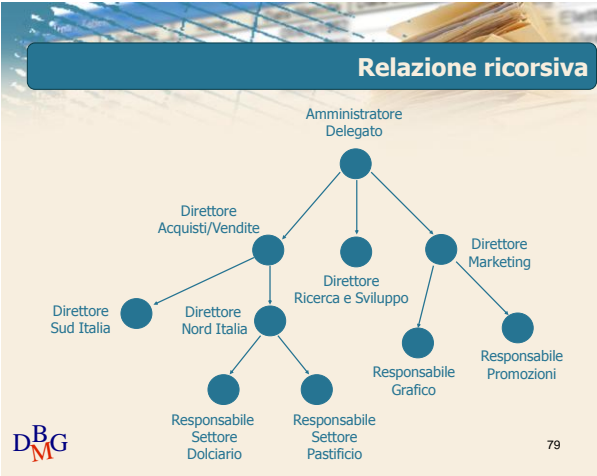
77

### Osservazioni

- ⊃ Le cardinalità minime raramente sono 1 per tutte le entità coinvolte in una relazione
- ⊃ Le cardinalità massime di una relazione n-aria sono (praticamente) sempre N
  - se la partecipazione di un'entità E ha cardinalità massima 1, è possibile eliminare la relazione n-aria e legare l'entità E con le altre mediante relazioni binarie

DBG

78





Relazione ricorsiva

Sottoposto a  
Dipendente  
Superiore di  
Superiore

Amministratore Delegato  
Direttore Acquisti/Vendite  
Direttore Nord Italia  
Direttore Sud Italia  
Direttore Ricerca e Sviluppo  
Direttore Marketing  
Responsabile Settore Dolciario  
Responsabile Settore Pasticcio  
Responsabile Grafico  
Responsabile Promozioni

Un sottoposto potrebbe avere più superiori

DBG

85

Relazione ricorsiva

Sottoposto a  
Dipendente  
Superiore di  
Superiore

Amministratore Delegato  
Direttore Acquisti/Vendite  
Direttore Nord Italia  
Direttore Sud Italia  
Direttore Ricerca e Sviluppo  
Direttore Marketing  
Responsabile Settore Dolciario  
Responsabile Settore Pasticcio  
Responsabile Grafico  
Responsabile Promozioni

Un sottoposto potrebbe avere più superiori

DBG

86

Modello Entità-Relazione

Attributi

DBG

Attributo

Nome attributo

Describe una proprietà elementare di un'entità o di una relazione

Esempi

- cognome, nome, matricola sono attributi che descrivono l'entità studente
- voto è un attributo che descrive la relazione esame

Ogni attributo è caratterizzato dal *dominio* l'insieme dei valori ammissibili per l'attributo

DBG

88

Esempi di attributi

Persona (1,1) Residenza (1,N) Comune  
(1,1) Nascita (0,N)

DBG

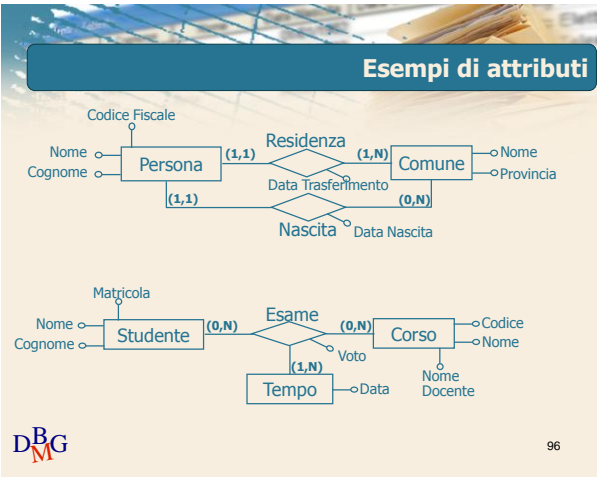
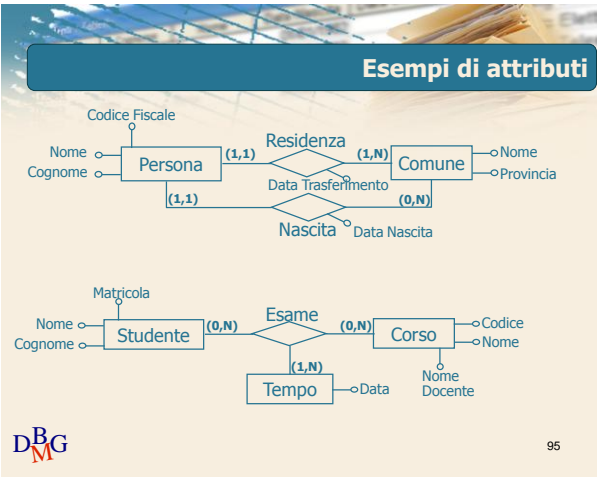
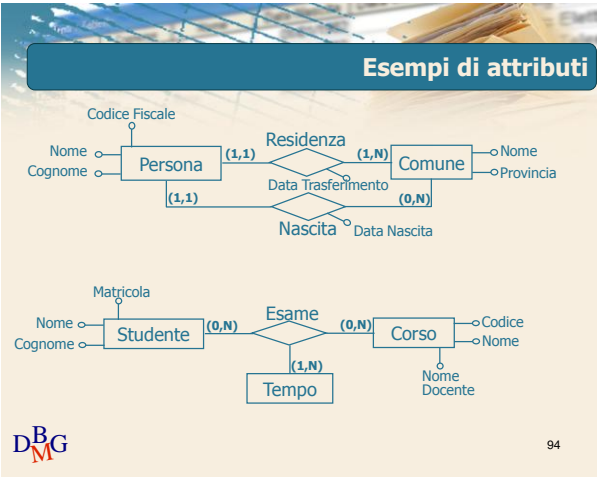
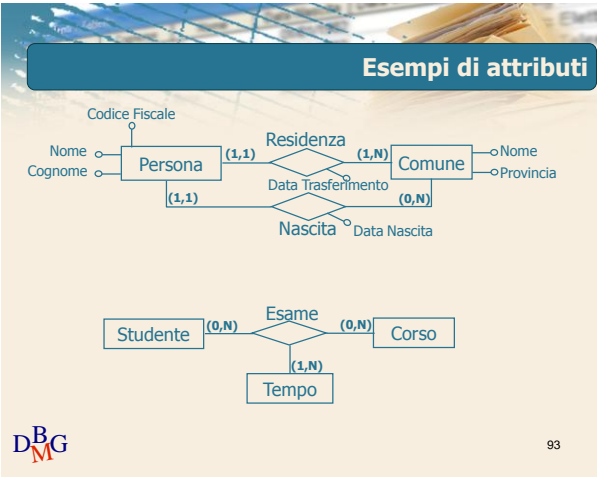
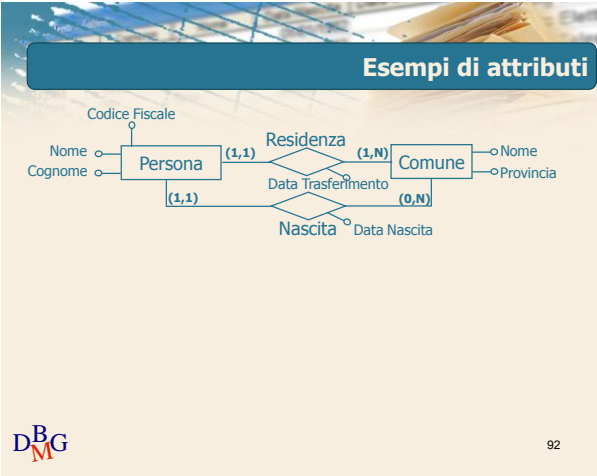
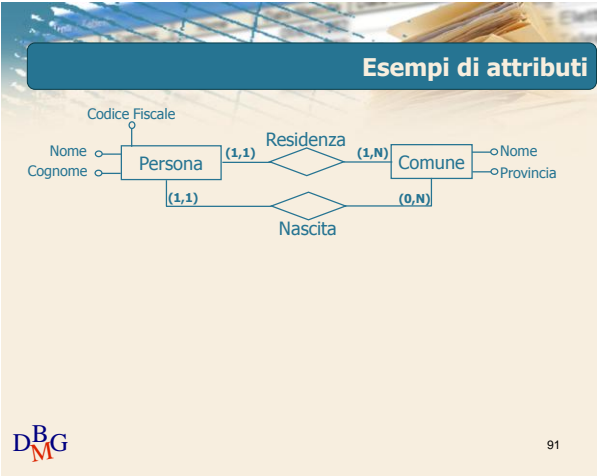
89

Esempi di attributi

Codice Fiscale  
Nome  
Cognome  
Persona (1,1) Residenza (1,N) Comune  
(1,1) Nascita (0,N)

DBG

90



### Attributo composto



- ▷ Raggruppamento di attributi affini per significato o per uso

### Attributo composto



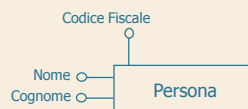
- ▷ Raggruppamento di attributi affini per significato o per uso
- ▷ Esempio



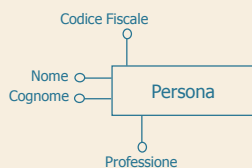
### Cardinalità di un attributo

- ▷ Può essere specificata per gli attributi di entità o relazioni
- ▷ Descrive numero minimo e massimo di valori dell'attributo associati ad una occorrenza di un'entità o di una relazione
  - se è omessa corrisponde ad (1,1)
  - minima 0 corrisponde ad attributo che ammette il valore nullo
  - massima N corrisponde ad attributo che può assumere più di un valore per la stessa occorrenza (attributo multivalore)

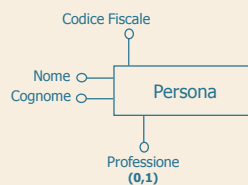
### Cardinalità di un attributo



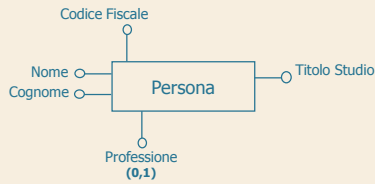
### Cardinalità di un attributo



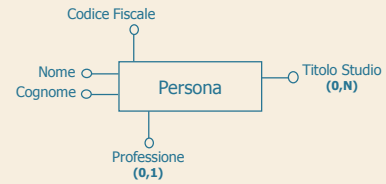
### Cardinalità di un attributo



### Cardinalità di un attributo



### Cardinalità di un attributo



## Modello Entità-Relazione

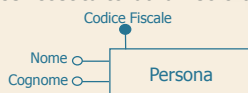
### Identificatori

### Identificatore

- ▷ È specificato per ogni entità
- ▷ Descrive i concetti (attributi e/o entità) dello schema che permettono di individuare in modo univoco le occorrenze delle entità
  - ogni entità deve avere almeno un identificatore
  - può esistere più di un identificatore appropriato per un'entità

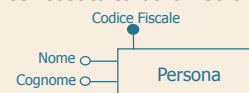
### Identificatore interno

- ▷ Semplice: costituito da un solo attributo

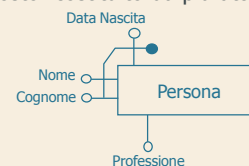


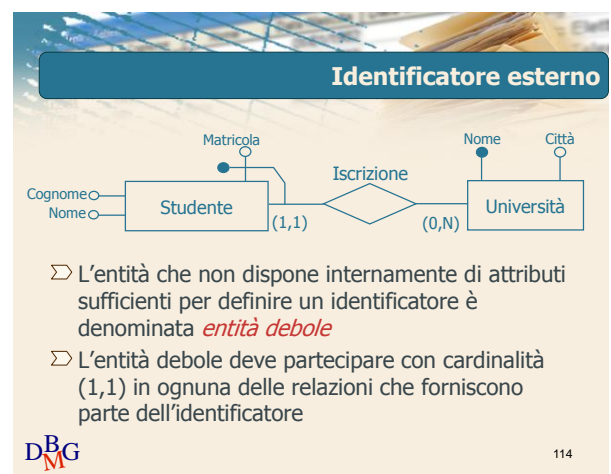
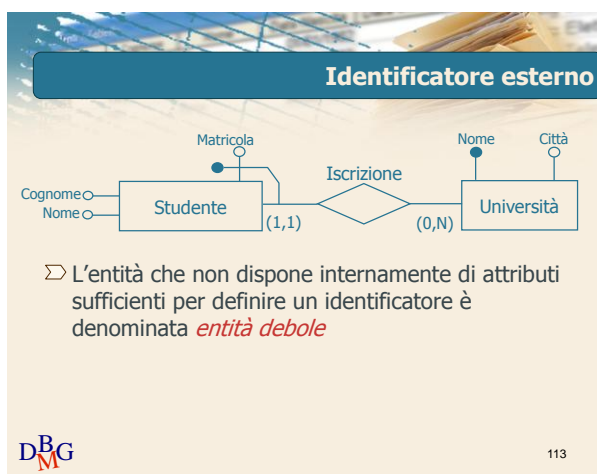
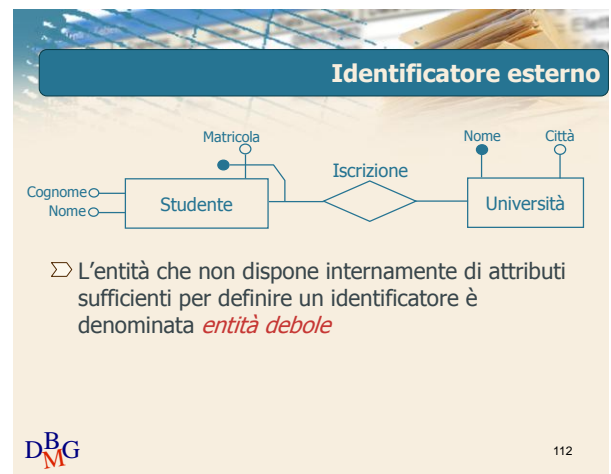
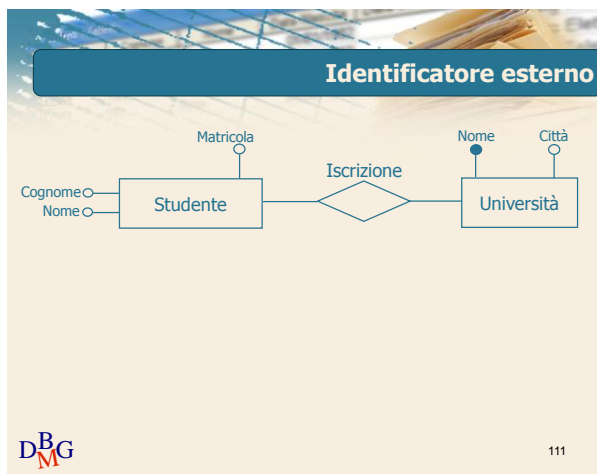
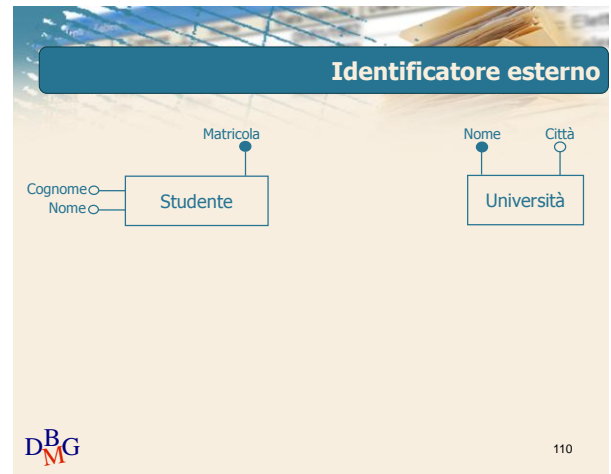
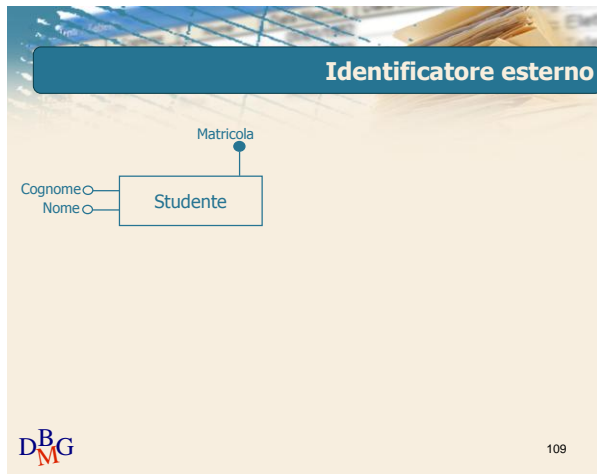
### Identificatore interno

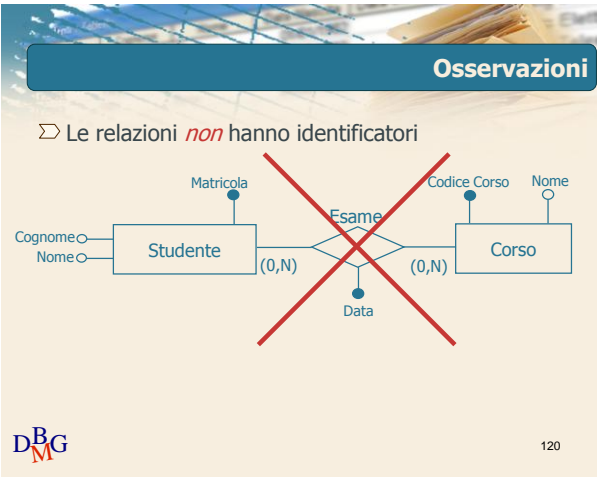
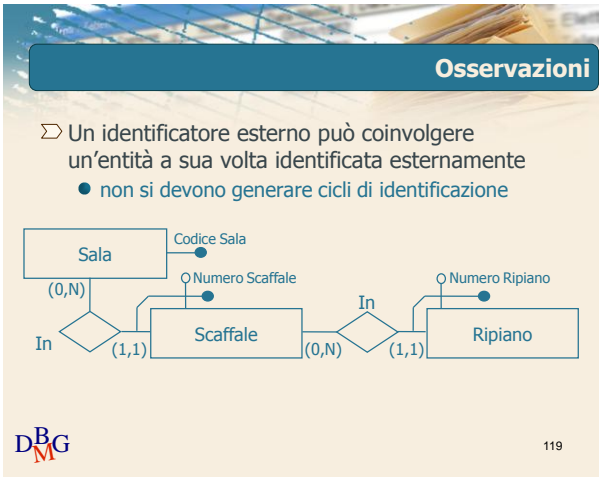
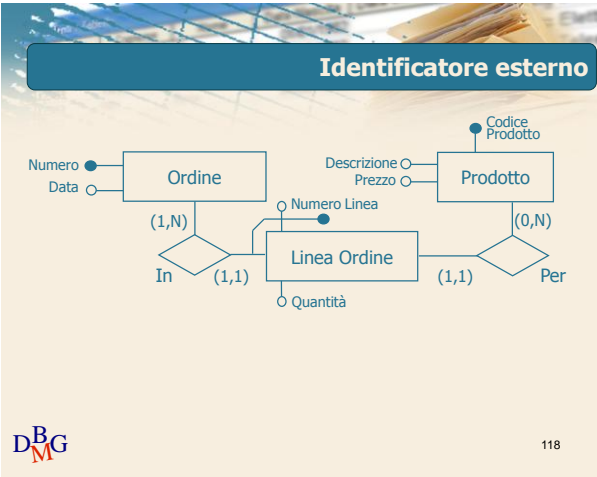
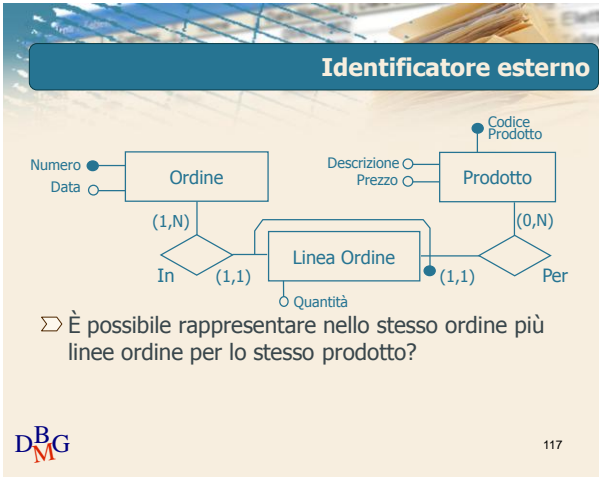
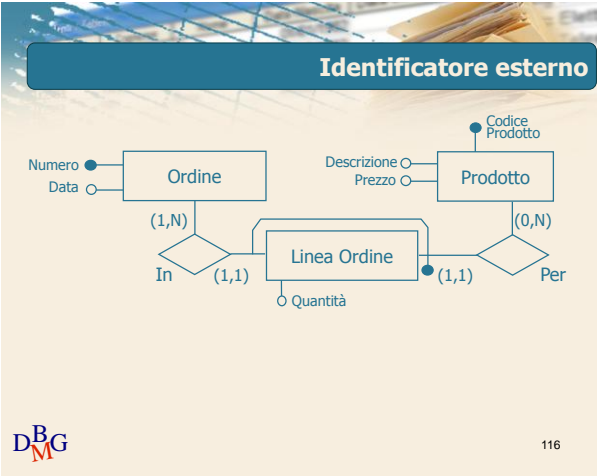
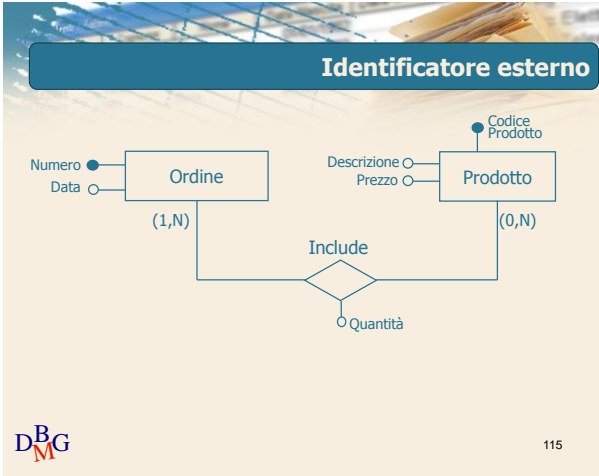
- ▷ Semplice: costituito da un solo attributo



- ▷ Composto: costituito da più attributi









Modello Entità-Relazione

Generalizzazione

Generalizzazione

▷ Descrive un collegamento logico tra un'entità E, e una o più entità  $E_1, E_2, \dots, E_n$ , in cui E comprende come casi particolari  $E_1, E_2, \dots, E_n$

- E, detta entità padre, è una generalizzazione di  $E_1, E_2, \dots, E_n$
- $E_1, E_2, \dots, E_n$ , dette entità figlie, sono una specializzazione di E

122

Generalizzazione: esempio

123

Generalizzazione: esempio

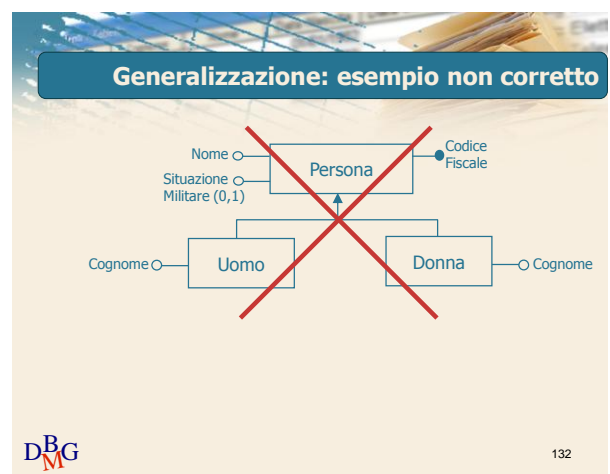
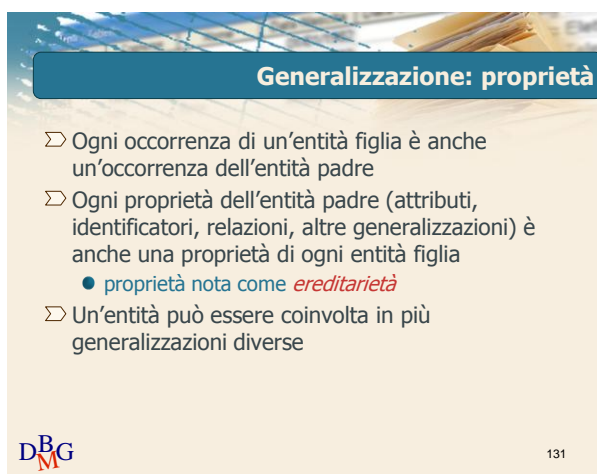
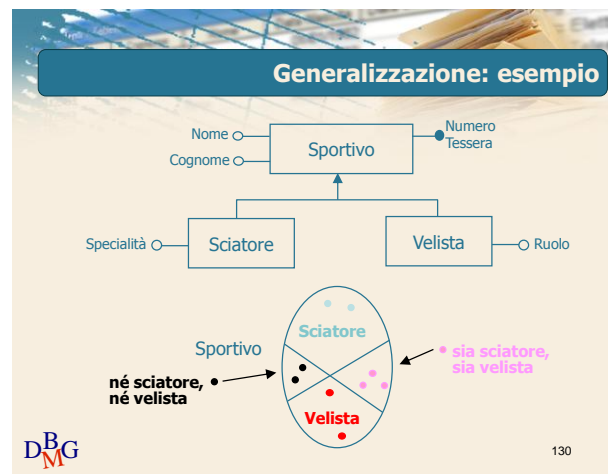
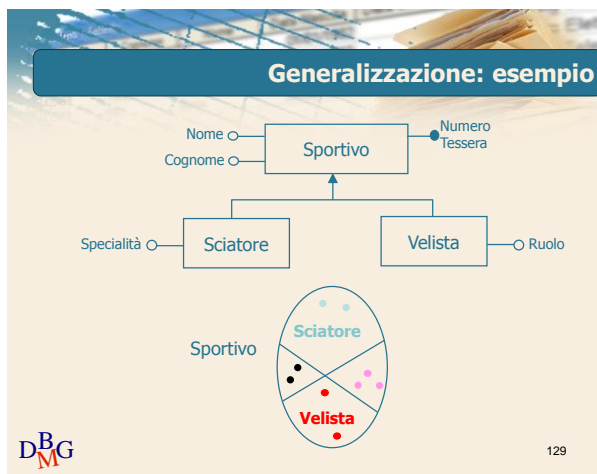
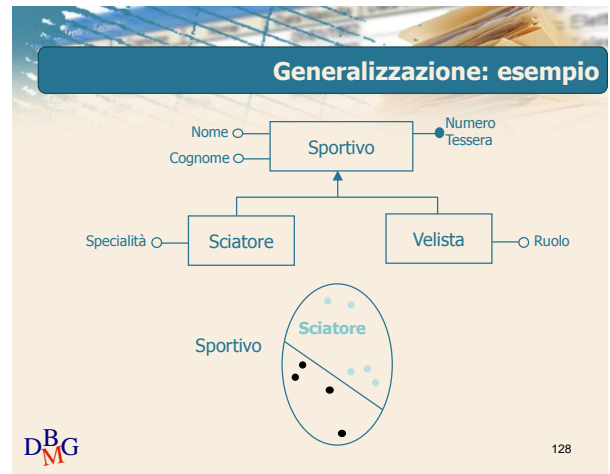
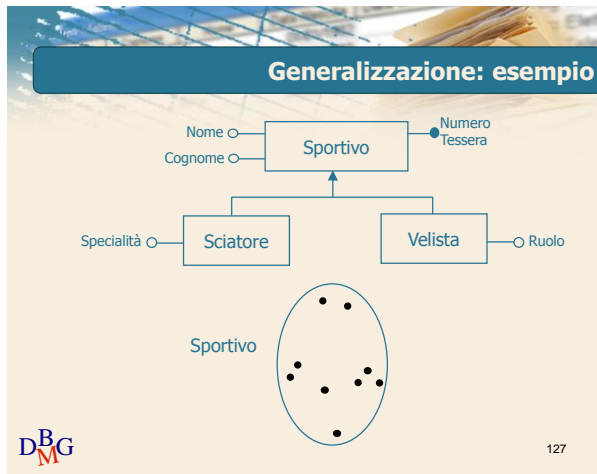
124

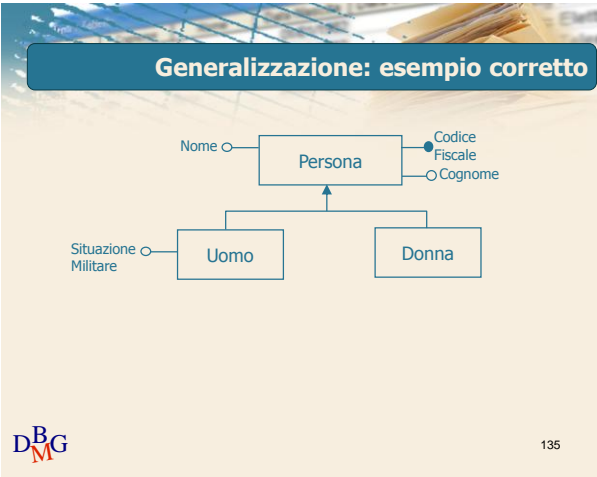
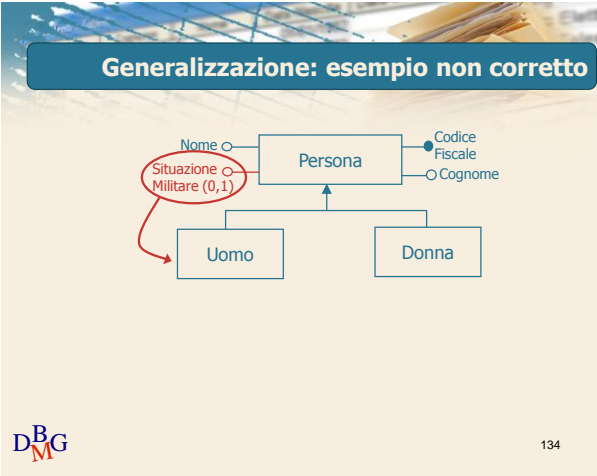
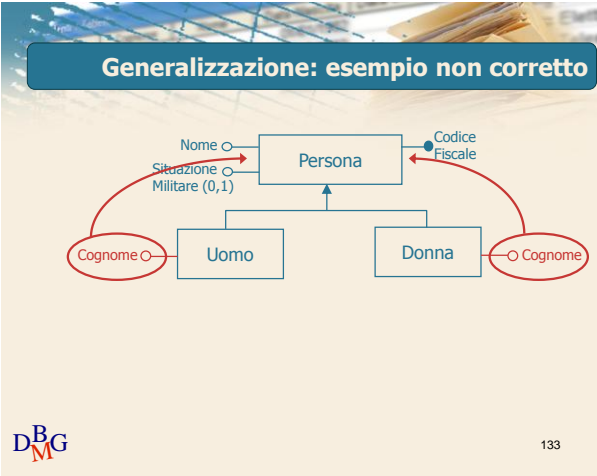
Generalizzazione: esempio

125

Generalizzazione: esempio

126





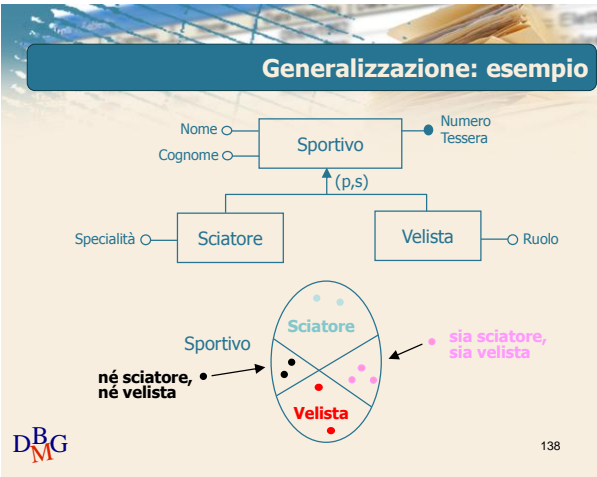
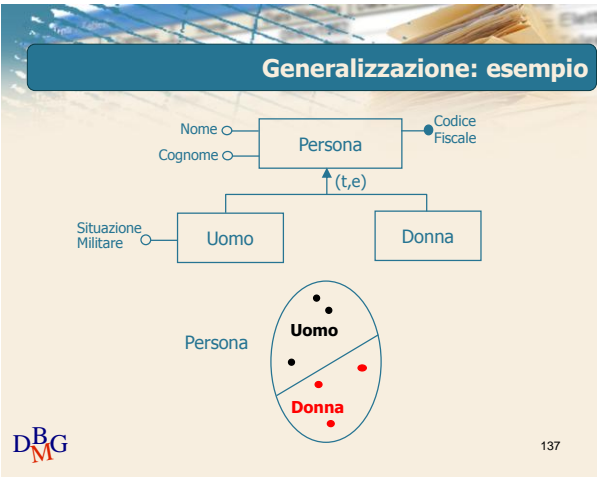
**Generalizzazione: proprietà**

Caratteristiche ortogonali

- generalizzazione **totale** se ogni occorrenza dell'entità padre è un'occorrenza di almeno una delle entità figlie, **parziale** altrimenti
- **esclusiva** se ogni occorrenza dell'entità padre è al più un'occorrenza di una delle entità figlie, **sovrapposta** altrimenti

DBG

136



Sottoinsieme

▷ Caso particolare di generalizzazione con una sola entità figlia

- la generalizzazione è sempre parziale ed esclusiva

```
graph BT; ATermine[A Termine] --> Dipendente[Dipendente]; ATermine --- DataFineContratto[Data Fine Contratto];
```

DBG

139

Modello Entità-Relazione

Documentazione di schemi E-R

DBG

Documentazione di schemi E-R

DBG

141

Documentazione di schemi E-R

▷ Dizionario dei dati

- permette di arricchire lo schema E-R con descrizioni in linguaggio naturale di entità, relazioni e attributi

DBG

142

Dizionario dei dati: esempio

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Studente	Studente dell'università	Matricola, Cognome, Nome, Crediti acquisiti, Media voti	Matricola
Docente	Docente dell'università	Codice docente, Dipartimento, Cognome, Nome	Codice docente
Corso	Corsi offerti dall'università	Codice corso, Nome, Crediti	Codice corso
Tempo	Date in cui sono stati sostenuti esami	Data	Data

DBG

143

Dizionario dei dati: esempio

Relazione	Descrizione	Entità coinvolte	Attributi
Esame	Associa uno studente agli esami che ha sostenuto e memorizza il voto conseguito	Studente (0,N), Corso (0,N), Tempo (1,N)	Voto
Titolare	Associa ogni corso al suo docente titolare	Corso (1,1), Docente (0,N)	

DBG

144

Documentazione di schemi E-R

▷ Dizionario dei dati

- permette di arricchire lo schema E-R con descrizioni in linguaggio naturale di entità, relazioni e attributi

▷ Vincoli d'integrità sui dati

- non sempre possono essere indicati esplicitamente in uno schema E-R
- possono essere descritti in linguaggio naturale

DBG

145

Vincoli d'integrità sui dati: esempio

Vincoli d'integrità	
RV1	Il voto di un esame può assumere esclusivamente valori compresi tra 0 e 30
RV2	Ogni studente non può superare due volte con esito positivo lo stesso esame
RV3	Uno studente non può sostenere più di tre volte l'esame relativo allo stesso corso nell'arco dello stesso anno accademico

DBG

146

Documentazione di schemi E-R

▷ Dizionario dei dati

- permette di arricchire lo schema E-R con descrizioni in linguaggio naturale di entità, relazioni e attributi

▷ Vincoli d'integrità sui dati

- non sempre possono essere indicati esplicitamente in uno schema E-R
- possono essere descritti in linguaggio naturale

▷ Regole di derivazione dei dati

- permettono di esplicitare che un concetto dello schema può essere ottenuto (mediante inferenza o calcolo aritmetico) da altri concetti dello schema

DBG

147

Regole di derivazione dei dati: esempio

Regole di derivazione	
RD1	Il numero di crediti acquisiti da uno studente si ottiene sommando il numero di crediti dei corsi per cui lo studente ha superato l'esame
RD2	La media voti di uno studente si ottiene calcolando la media dei voti degli esami superati dallo studente

DBG

148

Modello Entità-Relazione

UML ed E-R

DBG

UML ed E-R

▷ UML (Unified Modeling Language)

- modellazione di un'applicazione software
  - aspetti strutturali e comportamentali (dati, operazioni, processi e architetture)
- formalismo ricco
  - diagramma delle classi, degli attori, di sequenza, di comunicazione, degli stati, ...

▷ E-R

- modellazione di una base di dati
  - aspetti strutturali di un'applicazione
- costrutti funzionali alla modellazione di basi di dati

DBG

150

## UML ed E-R

- ⇒ Principali differenze di UML rispetto ad ER
- assenza di notazione standard per definire gli identificatori
  - possibilità di aggiungere note per commentare i diagrammi
  - possibilità di indicare il verso di navigazione di una associazione (non rilevante nella progettazione di una base di dati)

## UML ed E-R

- ⇒ Formalismi diversi
- ⇒ Il diagramma delle classi di un'applicazione è diverso dallo schema E-R della base di dati
  - ⇒ Il diagramma delle classi, anche se progettato per uso diverso, può essere adattato per la descrizione del progetto concettuale di una base di dati