





Sistemi informativi

Progettazione di basi di dati

1



Di cosa ci occupiamo



Sistema azienda

Sistema organizzativo

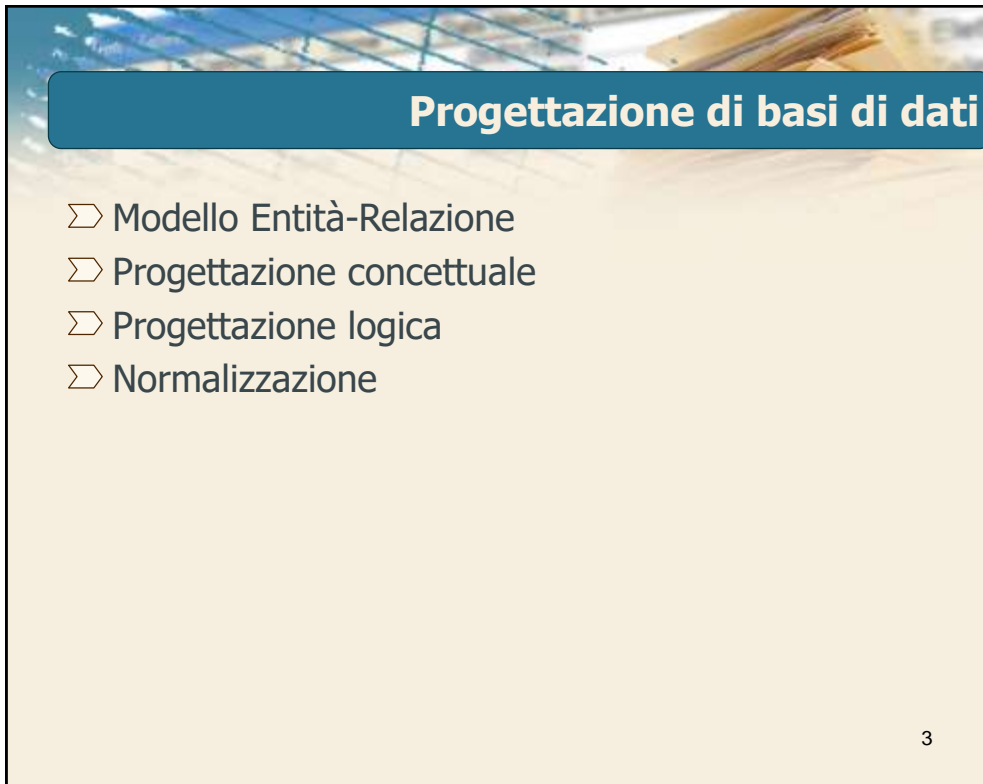
Sistema informativo

Sistema informatico

Dati

La componente di *gestione ed elaborazione dei dati* ha un impatto *determinante* sul sistema azienda

2



Progettazione di basi di dati

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

3

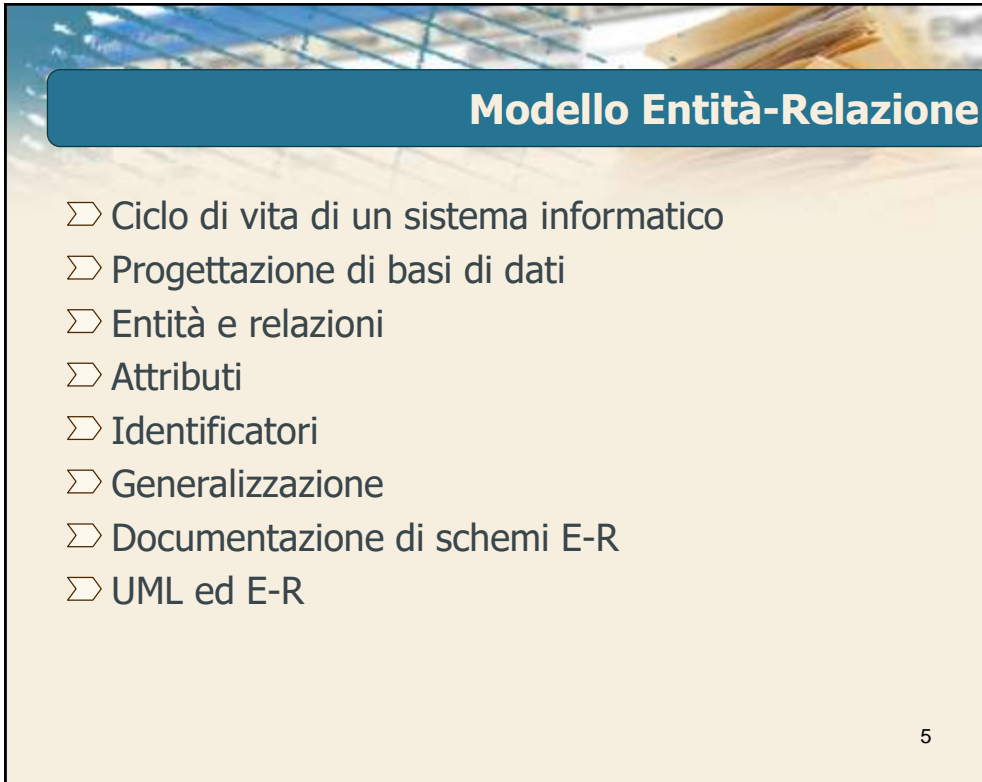
3



Progettazione di basi di dati

Modello Entità - Relazione

4



Modello Entità-Relazione

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

5

5



Modello Entità-Relazione

Ciclo di vita di un sistema
informatico

6

Progettazione di basi di dati

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

7

7

Ciclo di vita di un sistema informatico

Studio di fattibilità

Studio di fattibilità

- analisi della situazione attuale
- progetto di massima della soluzione
- analisi del rischio
- piano di massima degli interventi
- determinazione delle acquisizioni
- stima dei costi e valutazione dei benefici attesi

8

8

Ciclo di vita di un sistema informatico

Studio di fattibilità - *Componenti*

1. La situazione attuale

- Contesto dello studio e descrizione della problematica
- Descrizione, analisi e diagnosi della situazione attuale del sistema informativo
- Identificazione dei vincoli
- Definizione degli obiettivi del progetto

9

9

Ciclo di vita di un sistema informatico

Studio di fattibilità - *Componenti*

2. Progetto di massima della soluzione

- Interventi previsti sulle componenti non informative del processo e sulla normativa
- Requisiti generali del sistema *informativo*
- Specifiche generali del sistema *informatico* (applicative e tecnologiche)
- Modalità di realizzazione (*Make or buy, riuso* di componenti esistenti, *avvio* del sistema)
- Esercizio e manutenzione del sistema
- Formazione ed assistenza utenti

10

10

Ciclo di vita di un sistema informatico

Studio di fattibilità - *Componenti*

3. Analisi del rischio

- Fattori di rischio del progetto (complessità e incertezza)
- Analisi del rischio di progetto
- Modalità di gestione del rischio

11

11

Ciclo di vita di un sistema informatico

Studio di fattibilità - *Componenti*

4. Il progetto proposto

- Segmentazione del progetto
- Specifiche globali del sistema informatico da realizzare
- Impatto sul sistema informativo del committente
- Riepilogo delle acquisizioni e realizzazioni previste
- Piano di massima del progetto

12

12

Ciclo di vita di un sistema informatico

Studio di fattibilità - *Componenti*

4. Analisi costi-benefici

- Valutazione dei benefici attesi
- Stima dei costi
- Analisi dell'investimento

5. Raccomandazioni per le fasi realizzative

- Indicazioni per l'approvvigionamento
- Indicazioni per la gestione del progetto
- Riepilogo degli elementi utili alla stesura del capitolato (quando previsto)

13

13

Ciclo di vita di un sistema informatico

Studio di fattibilità



Raccolta e analisi dei requisiti

Raccolta e analisi dei requisiti

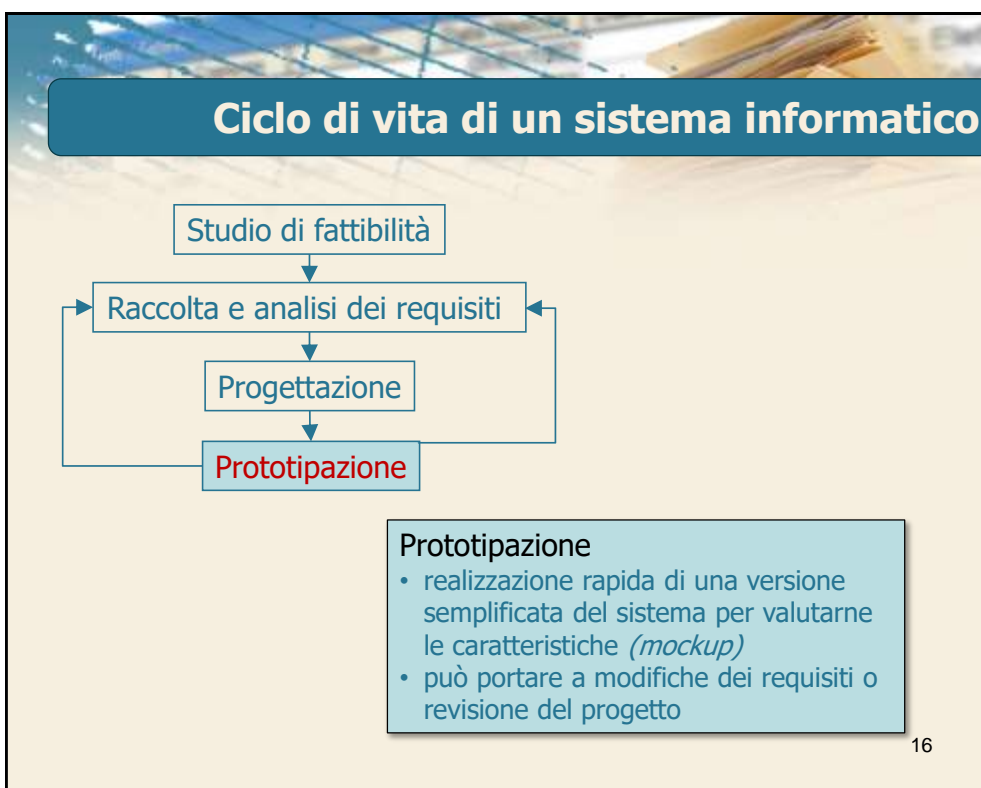
- definizione delle proprietà e delle funzionalità del sistema informatico
- richiede interazione con l'utente
- produce una descrizione completa, ma informale del sistema da realizzare

14

14



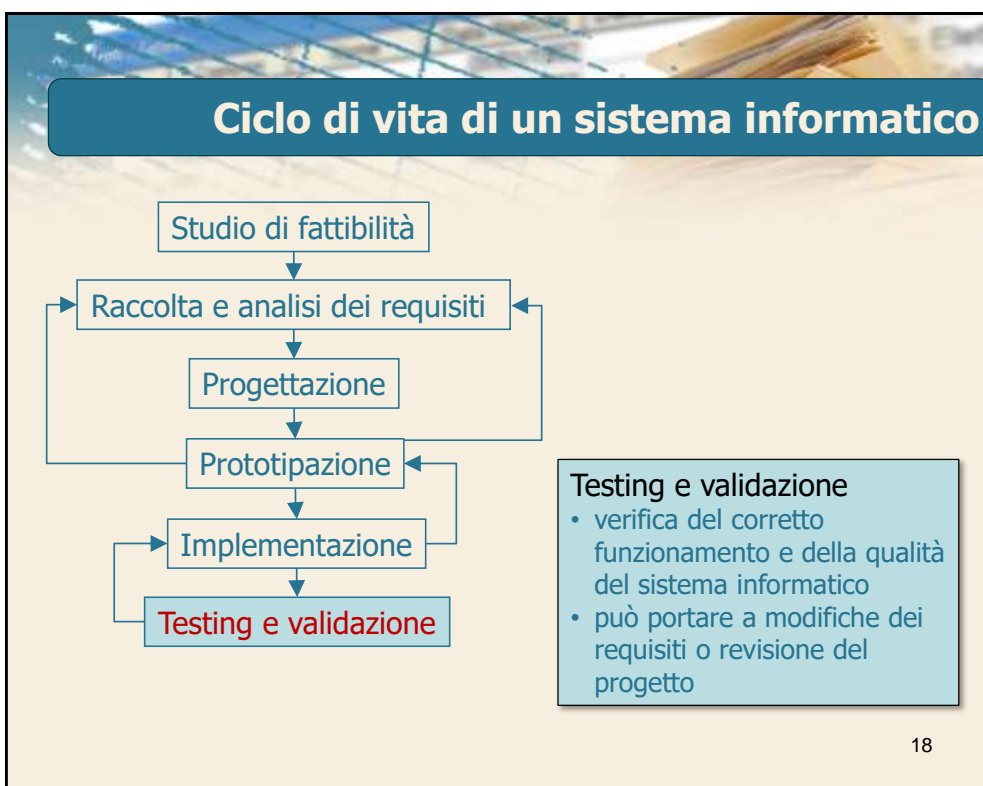
15



16



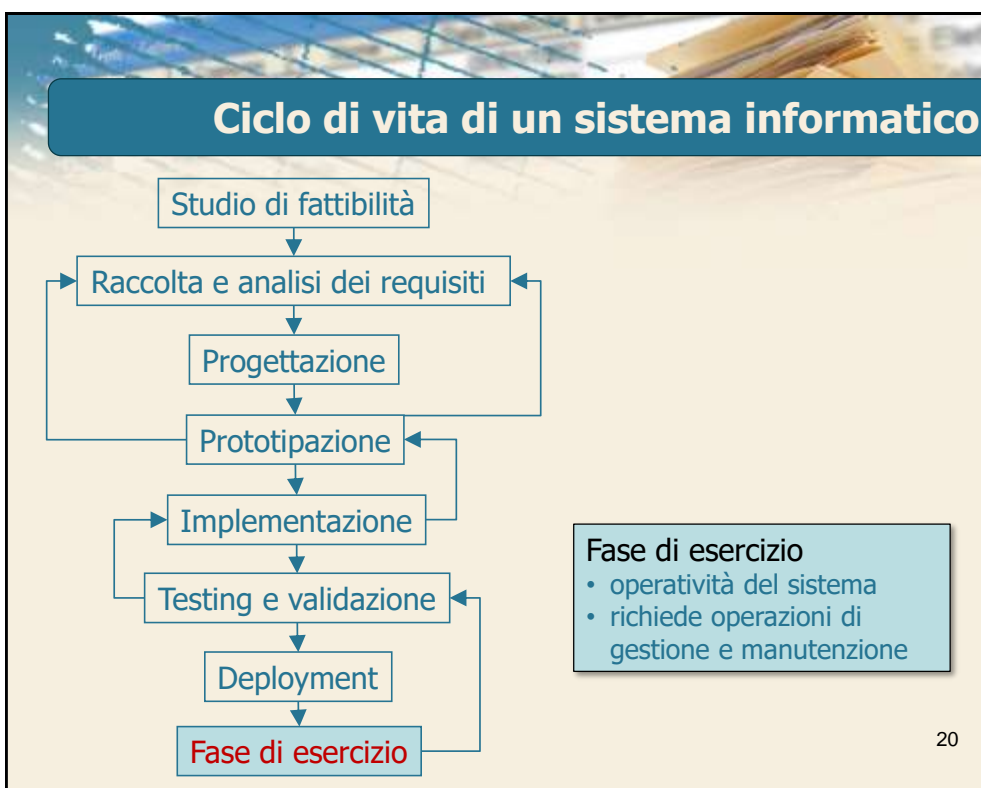
17



18



19




20



Modello Entità-Relazione

Progettazione di basi di dati

21



Progettazione di una base di dati

- La base di dati costituisce un componente importante del sistema complessivo
- Metodologia di progettazione basata sui dati
 - la progettazione della base di dati precede la progettazione delle applicazioni che la utilizzano
 - attenzione maggiore alla fase di progettazione rispetto alle altre fasi

22

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

23

23

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

24

24

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

25

25

Fasi della progettazione di basi di dati

Requisiti
applicazione



26

26

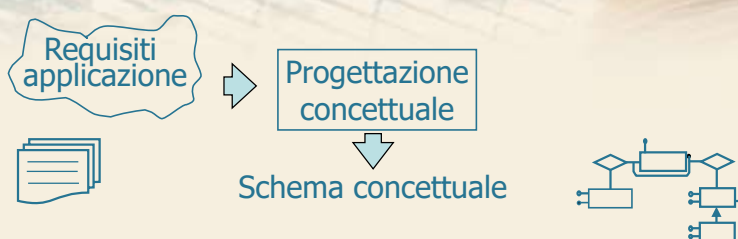
Requisiti applicazione

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

27

27

Fasi della progettazione di basi di dati



28

28

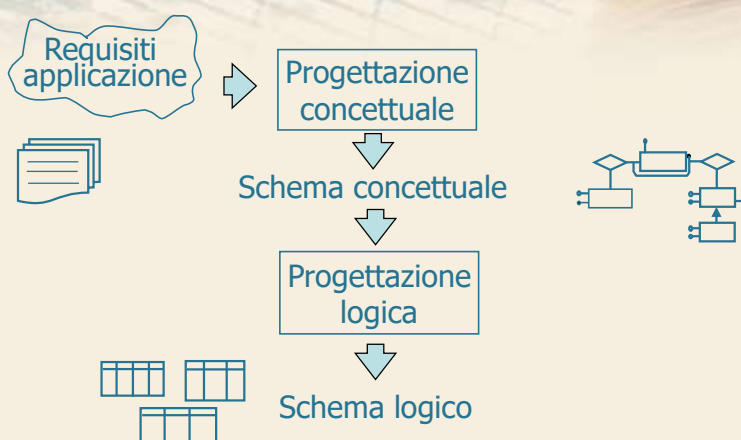
Progettazione concettuale

- 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

29

29

Fasi della progettazione di basi di dati



30

30

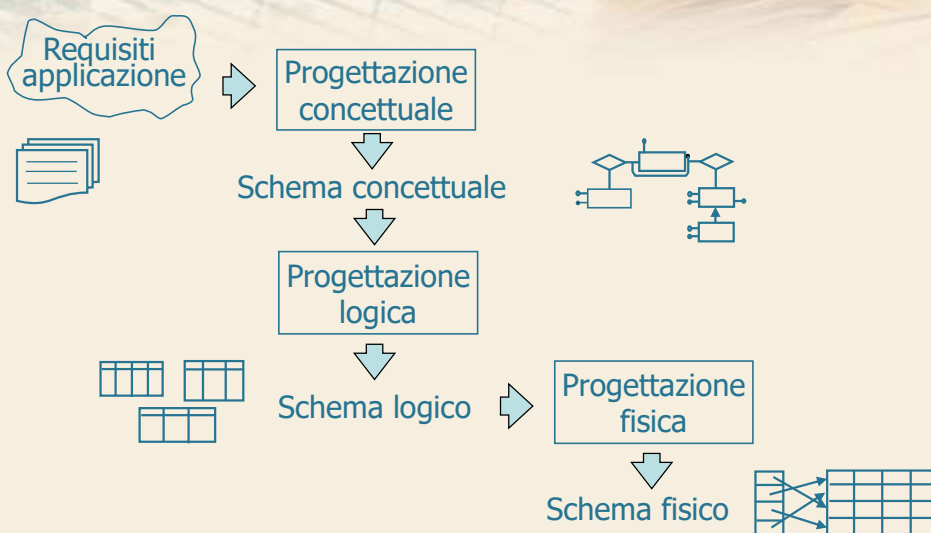
Progettazione logica

- 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)

31

31

Fasi della progettazione di basi di dati



32

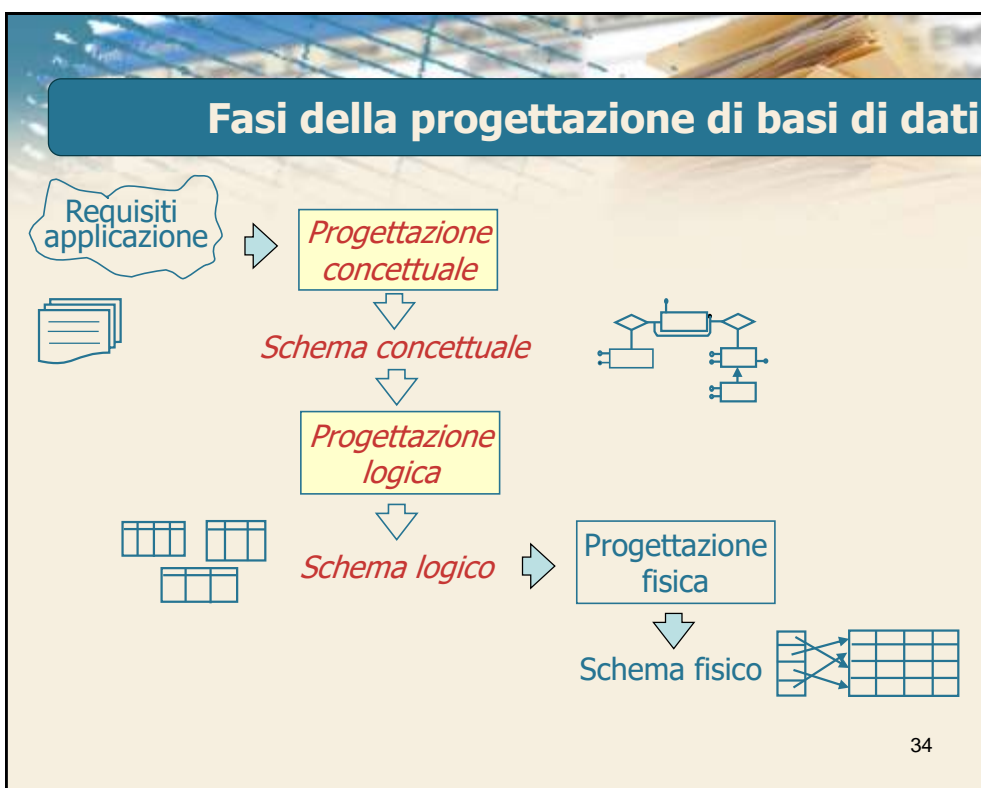
32

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

33

33




34



Modello Entità-Relazione

Entità e relazioni

35



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

36

36

Costrutti principali del modello E-R

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

37

37

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

38

38

Relazione



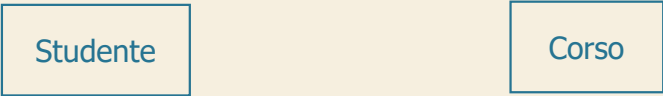
Nome relazione

- 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

39

39

Esempi di relazioni

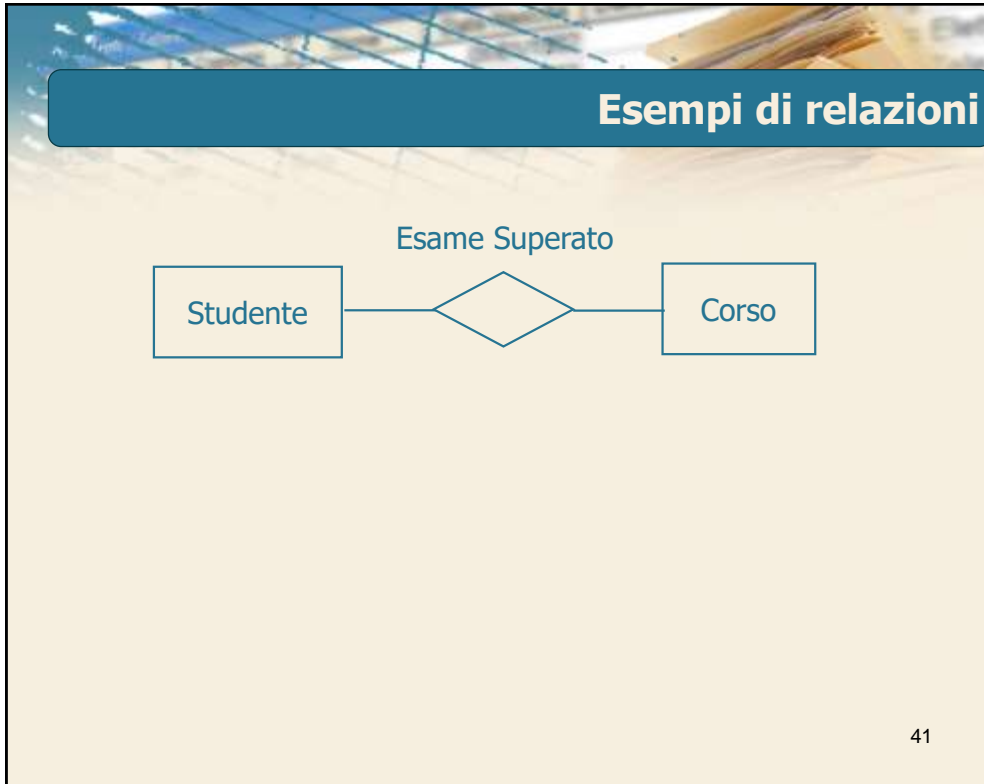


Studente

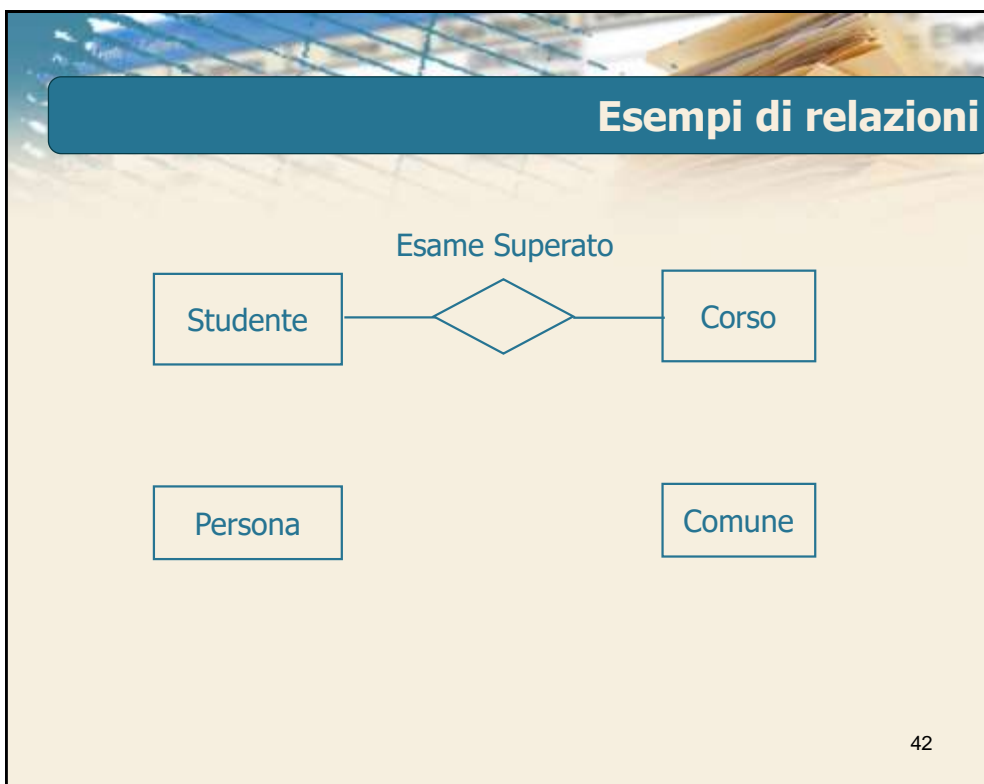
Corso

40

40



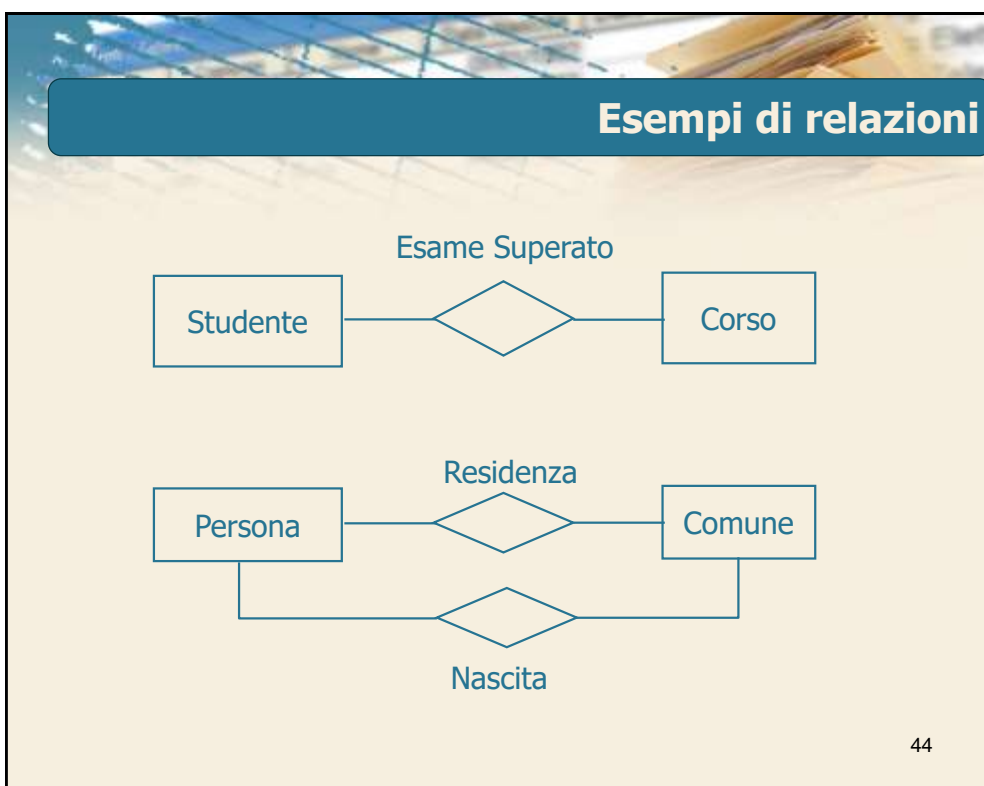
41



42



43



44

Occorrenze di una relazione

Studente





Corso

45

45

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

Studente





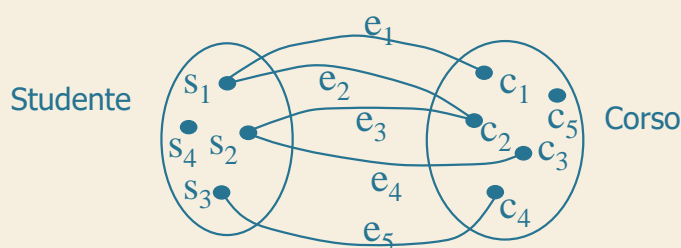
Corso

46

46

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



47

47

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)

48

48

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a 1

49

49

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a 1

50

50

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a 1

51

51

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a 1

52

52

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a 1

53

53

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a N

54

54

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a N

Persona



Persona

Comune



Comune

55

55

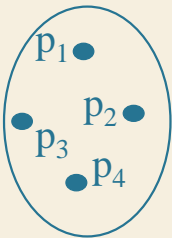
Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a N

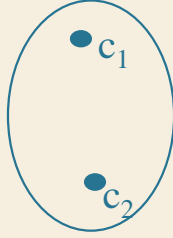
Persona

Residenza

Comune



Persona



Comune

56

56

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a N

The diagram illustrates a 1-to-N relationship between 'Persona' and 'Comune'. The ER model shows a diamond labeled 'Residenza' connected to 'Persona' with cardinality (1,1) and to 'Comune' with cardinality (1,N). The set diagram below shows a set of four persons (p1, p2, p3, p4) and a set of two communes (c1, c2). A single line labeled r1 connects the entire 'Persona' set to the entire 'Comune' set, representing the relationship.

57

57

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza 1 a N

The diagram illustrates a 1-to-N relationship between 'Persona' and 'Comune'. The ER model shows a diamond labeled 'Residenza' connected to 'Persona' with cardinality (1,1) and to 'Comune' with cardinality (1,N). The set diagram below shows a set of four persons (p1, p2, p3, p4) and a set of two communes (c1, c2). Four specific lines labeled r1, r2, r3, and r4 show the mapping: p1 and p2 map to c1, while p3 and p4 map to c2.

58

58

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza molti a molti

Studente





Corso

59

59

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza molti a molti

Studente

Corso

Studente

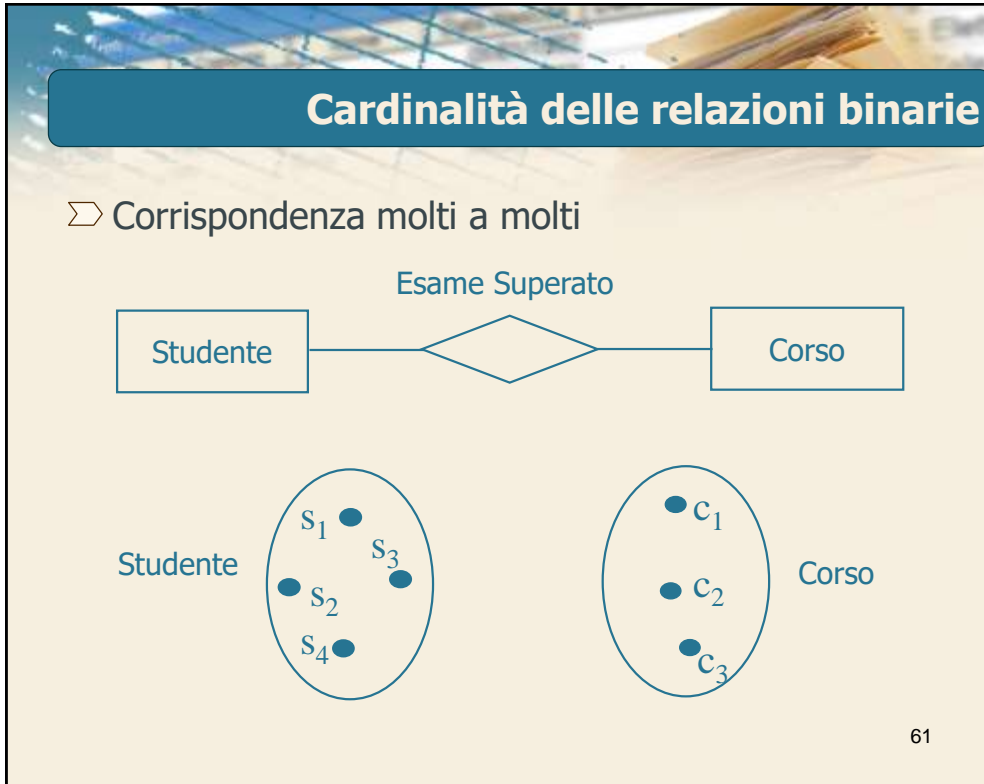




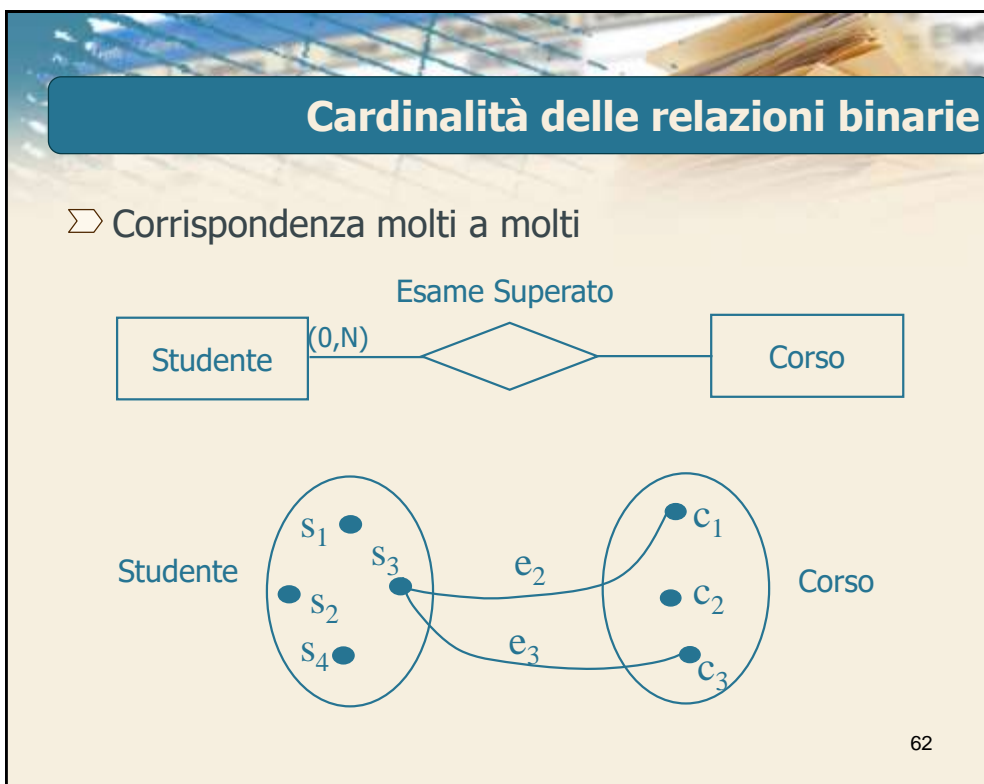
Corso

60

60



61



62

Cardinalità delle relazioni binarie

➤ Corrispondenza molti a molti

```

    erDiagram
        Studente ||--|| Corso : "Esame Superato"
        Studente }|--} Corso : "Esame Superato"
    
```

63

63

Limite di una relazione binaria

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

64

64

Relazione ternaria

> Uno studente può ripetere lo stesso esame in tempi diversi
 > Esempio di istanza di esame

s_1	c_1	t_1
s_1	c_1	t_2
...		

65

65

Relazione ternaria

```

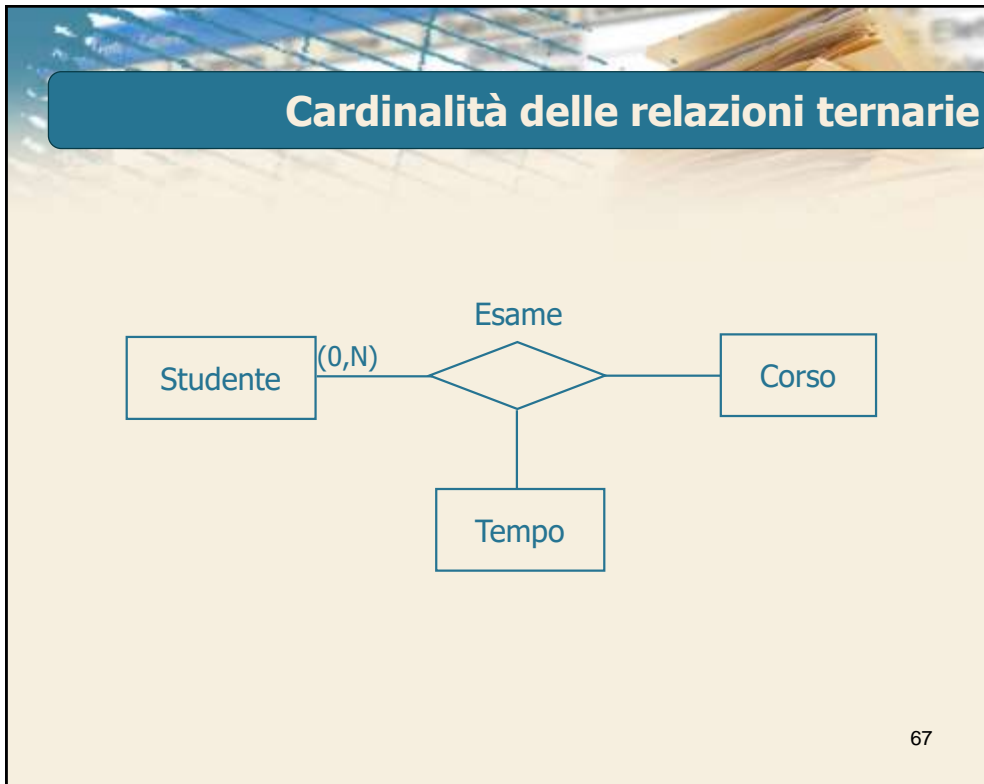
    graph TD
        S[Studente] --- E{Esame}
        C[Corso] --- E
        E --- T[Tempo]
    
```

> Uno studente può ripetere lo stesso esame in tempi diversi
 > Esempio di istanza di esame

s_1	c_1	t_1
s_1	c_1	t_2
...		

66

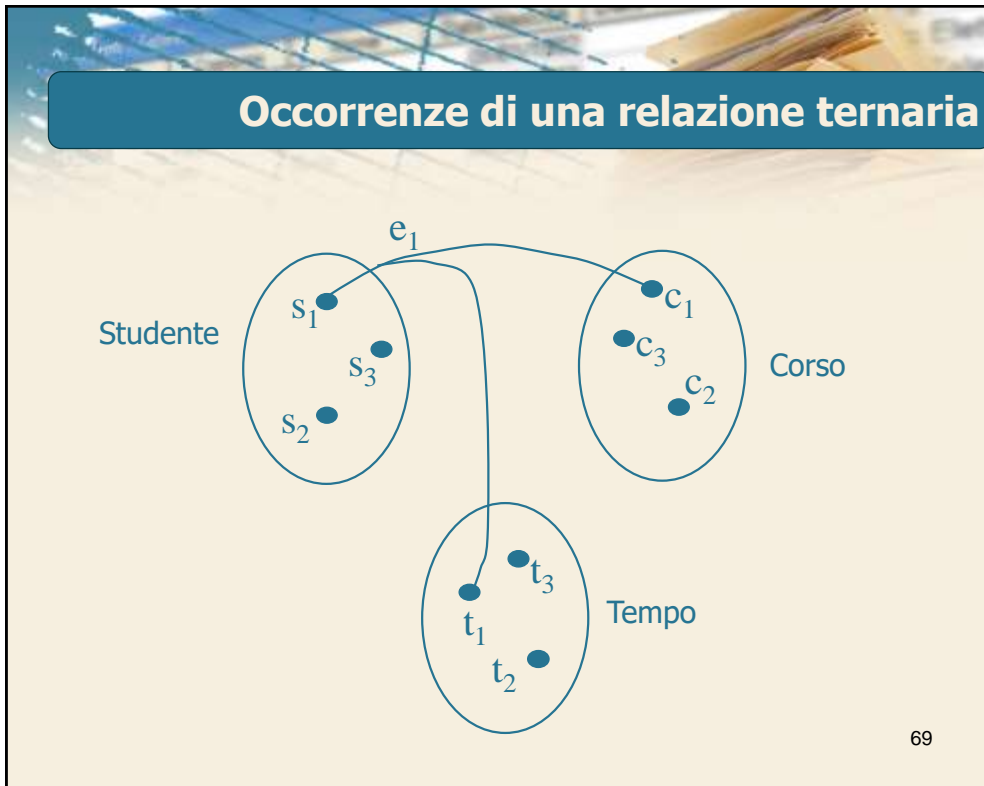
66



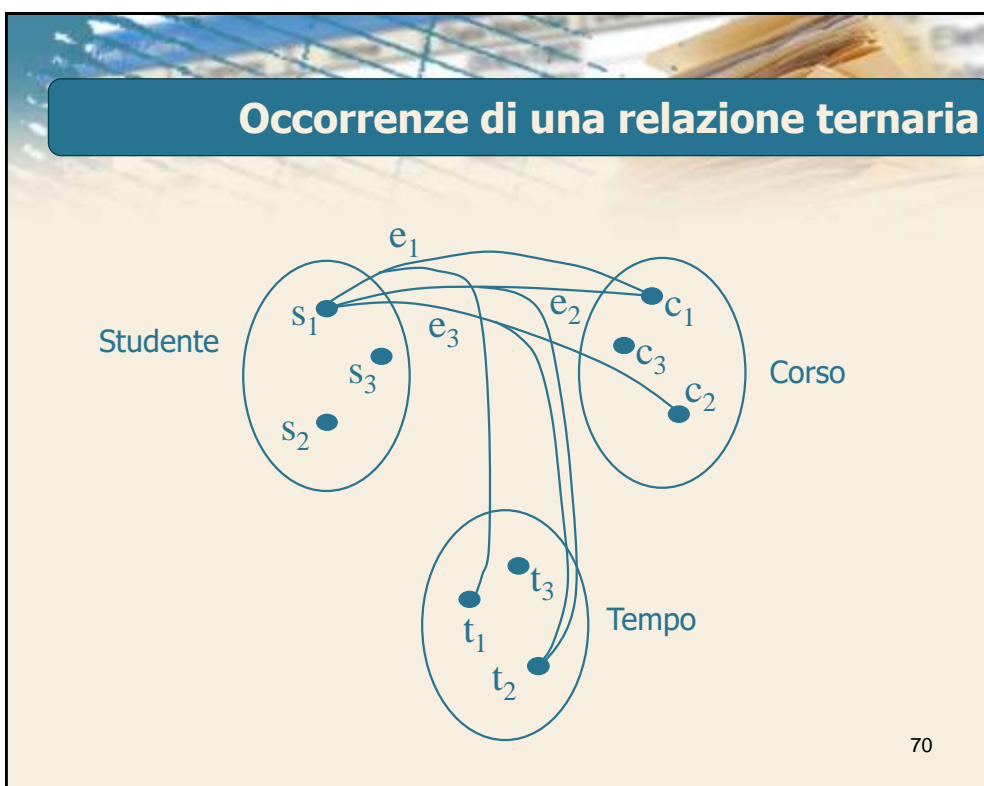
67



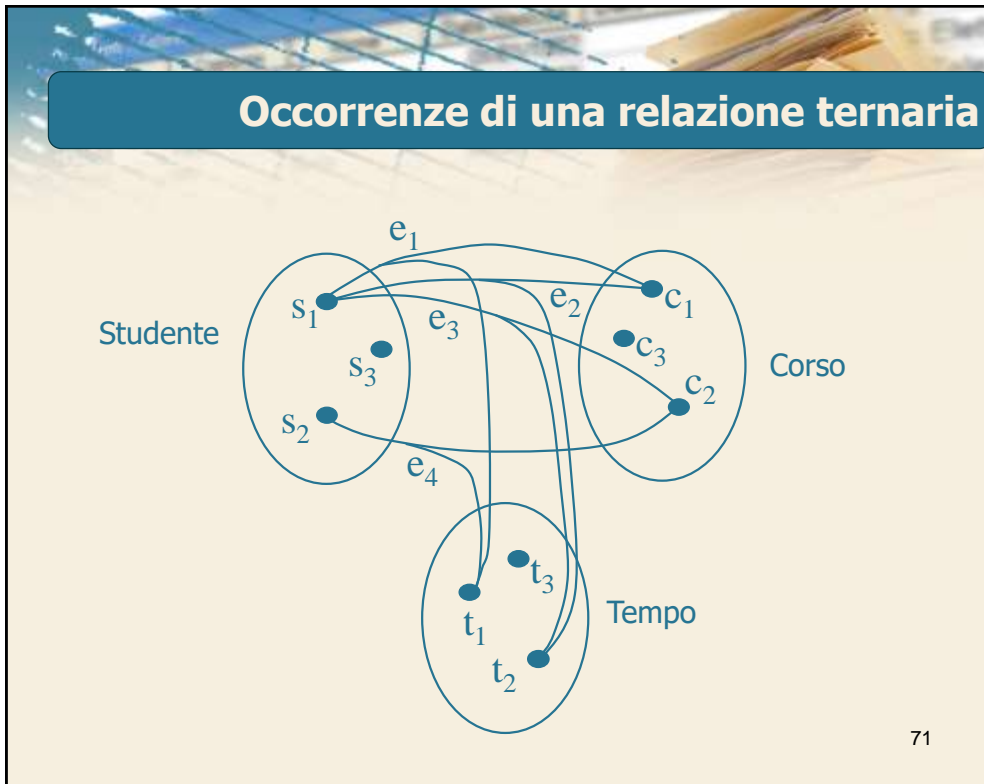
68



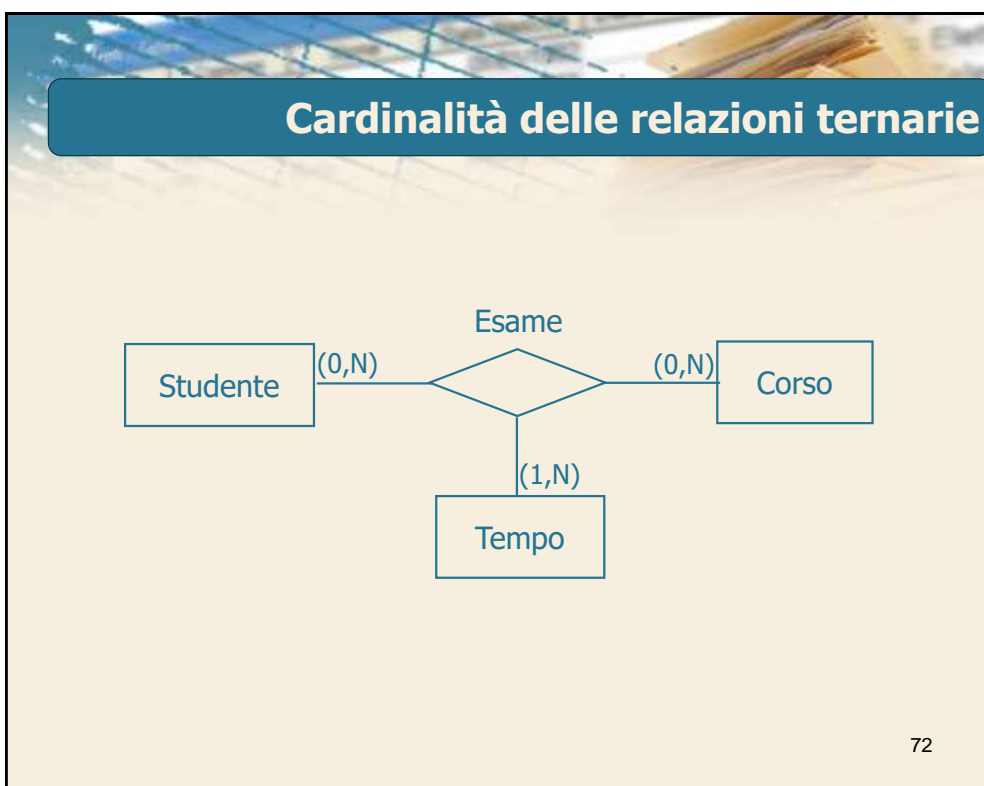
69



70



71



72

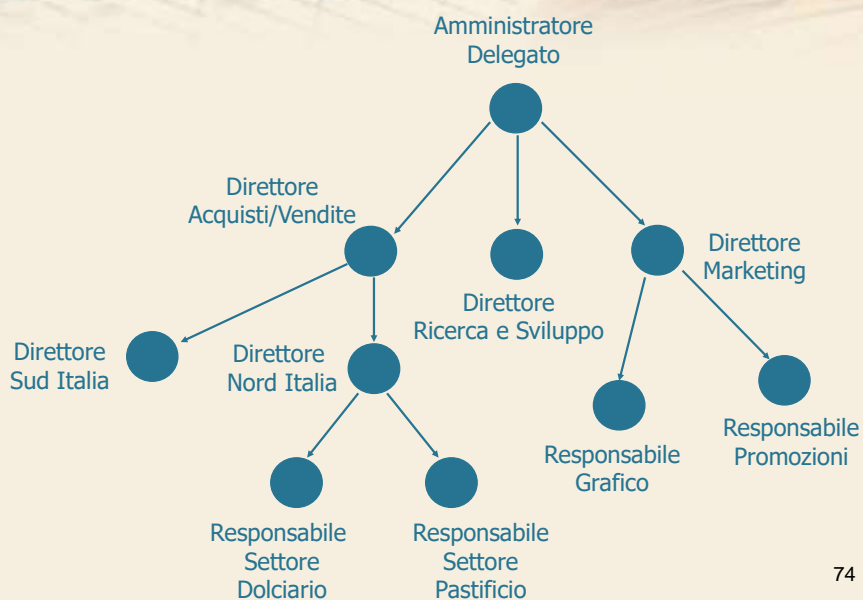
Osservazioni

- 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

73

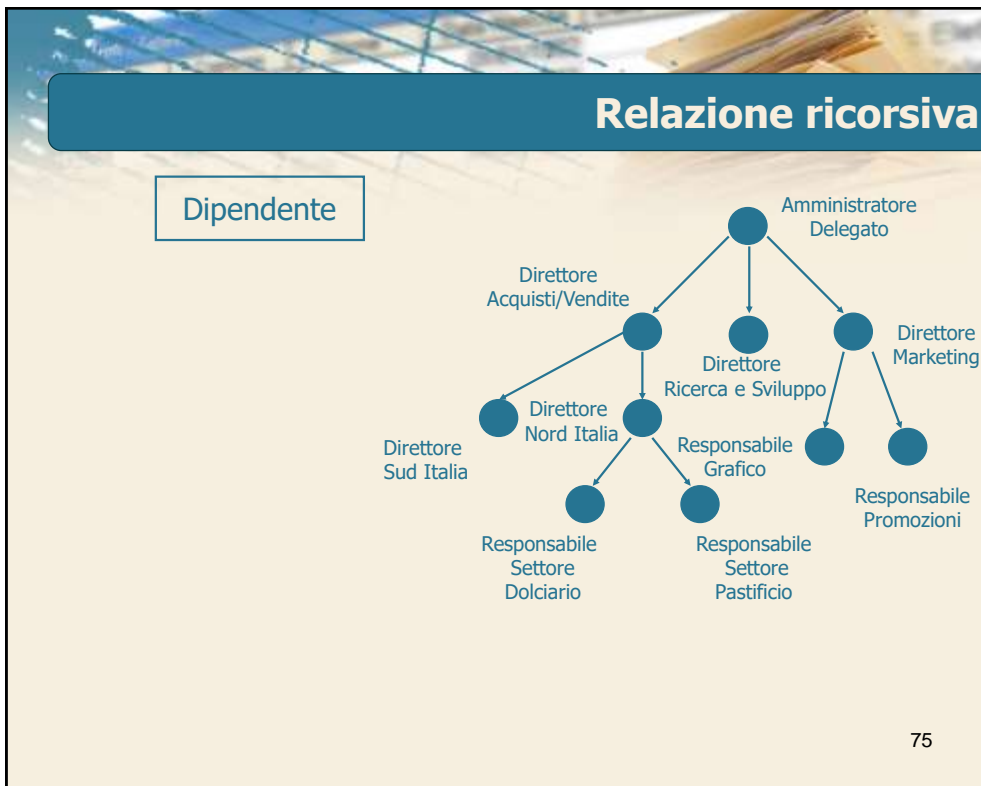
73

Relazione ricorsiva



74

74



75



76

Relazione ricorsiva

Sottoposto a

Dipendente

Superiore di

(0,1)
(0,N)

- Relazione di un'entità con se stessa
- Se la relazione non è simmetrica, occorre definire i due ruoli dell'entità

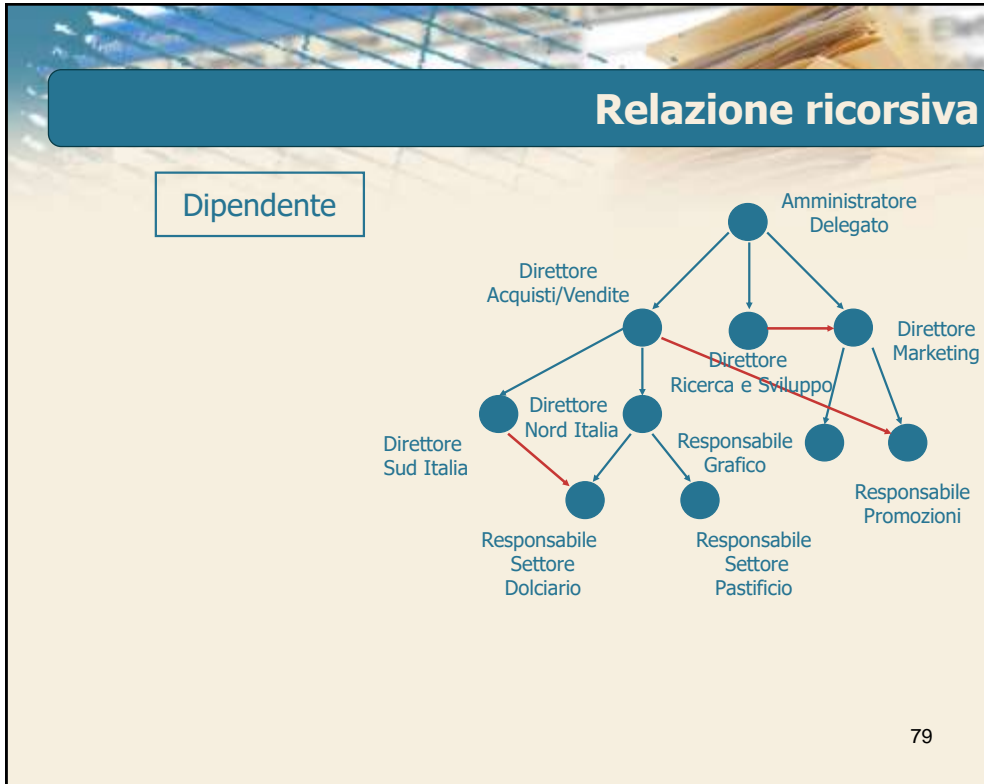
77

77

Relazione ricorsiva

78

78



79



80

Relazione ricorsiva

Sottoposto a

Dipendente

Superiore di

(0,N)
(0,N)

Superiore

➤ Un sottoposto potrebbe avere più superiori

81

81

Modello Entità-Relazione

Attributi

82

Attributo

—○
Nome attributo

- Descrive 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

83

83

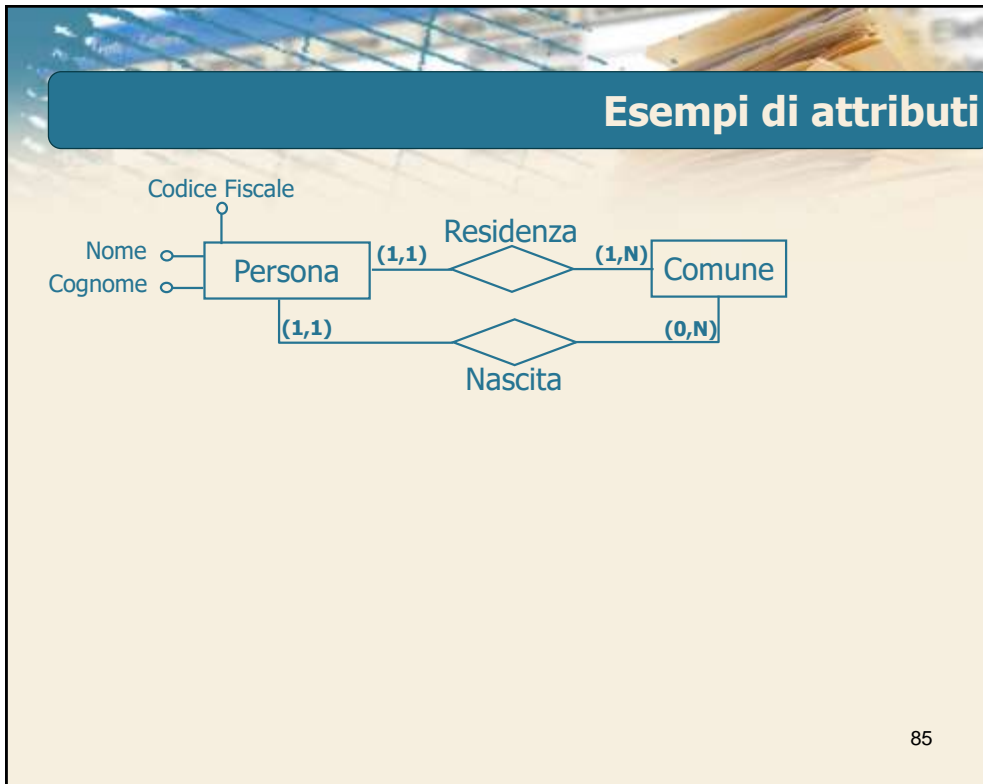
Esempi di attributi

```

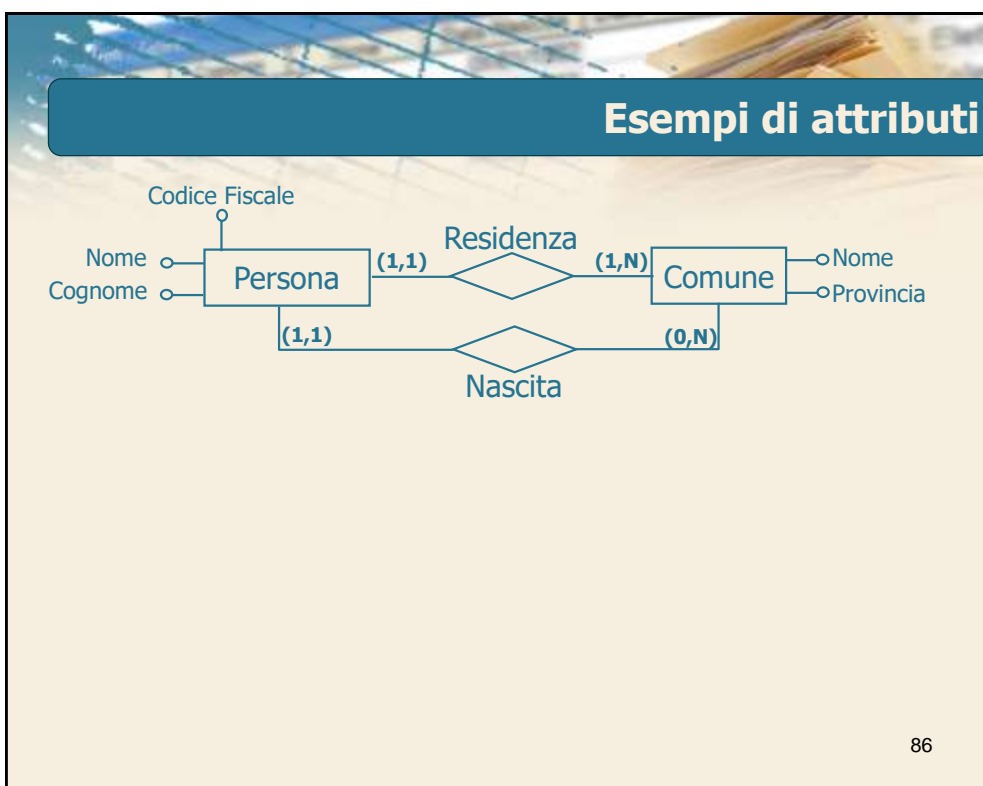
    graph LR
      Persona[Persona] ---|"(1,1)"| Residenza{Residenza}
      Residenza ---|"(1,N)"| Comune[Comune]
      Persona ---|"(1,1)"| Nascita{Nascita}
      Nascita ---|"(0,N)"| Comune
    
```

84

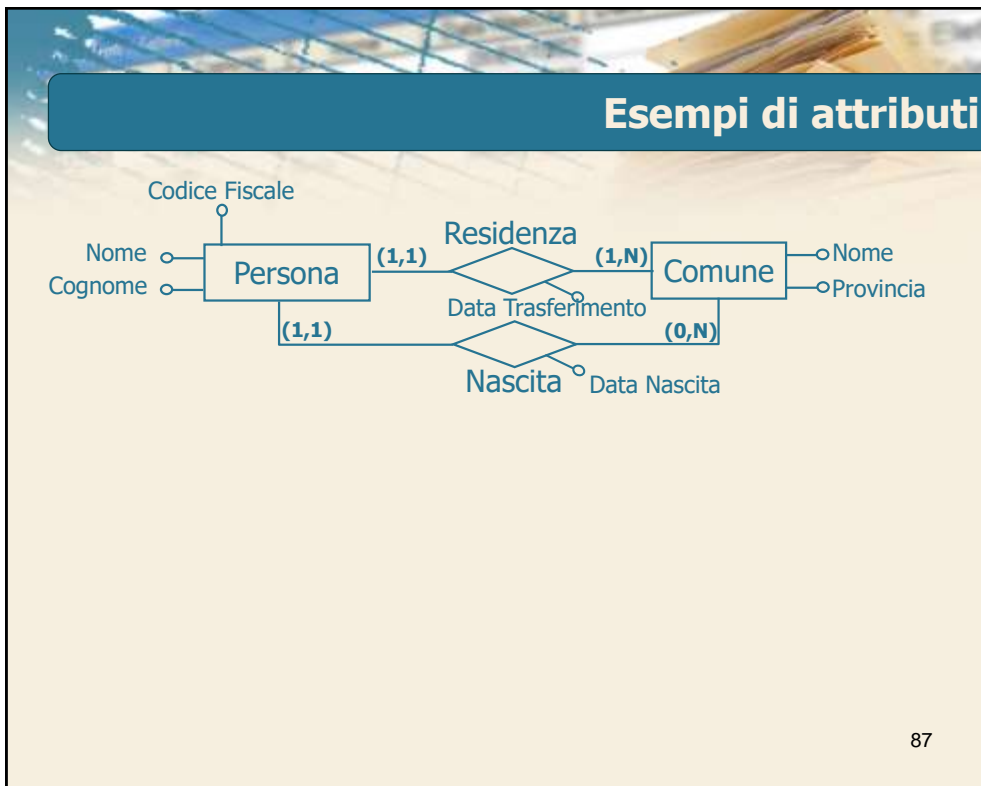
84



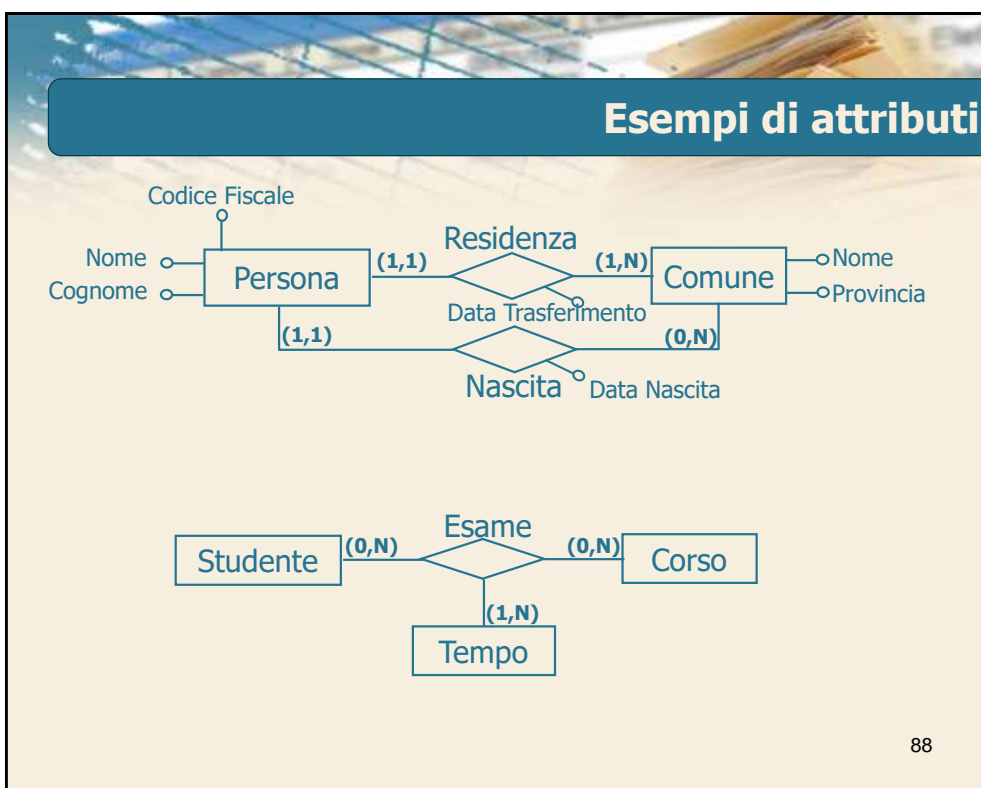
85



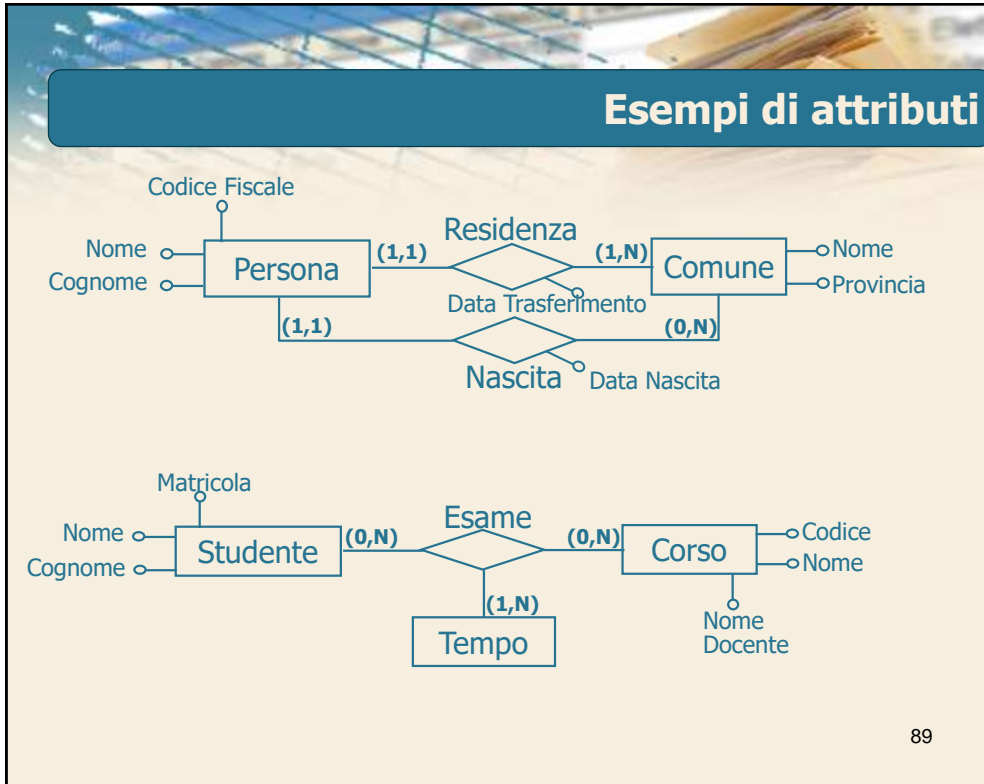
86



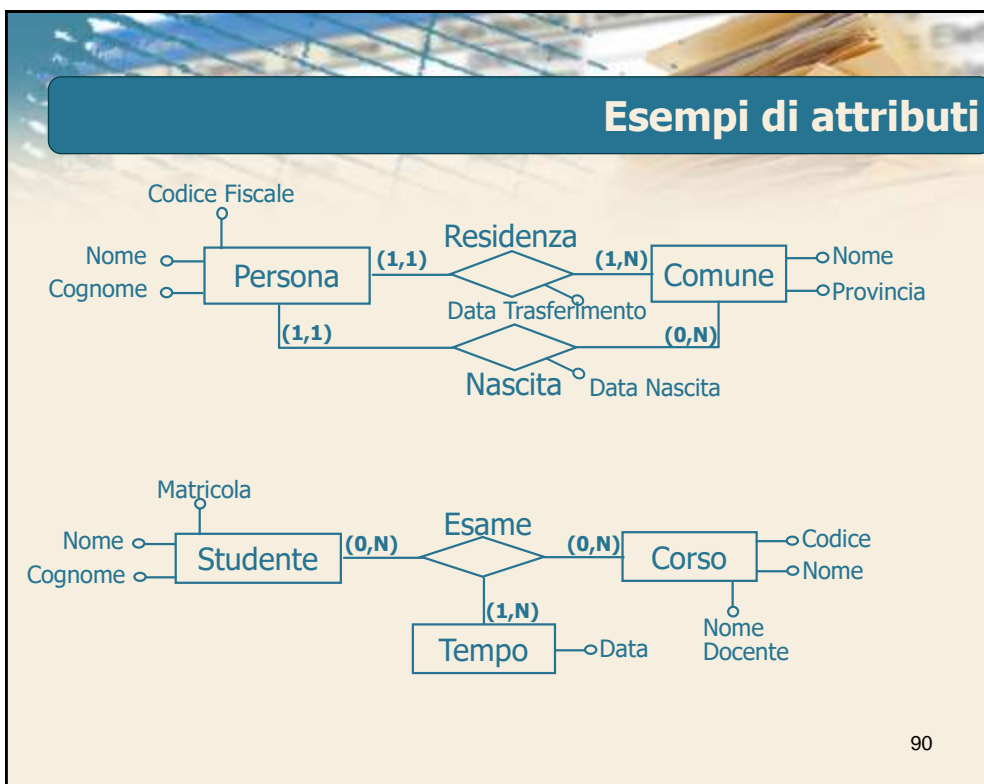
87



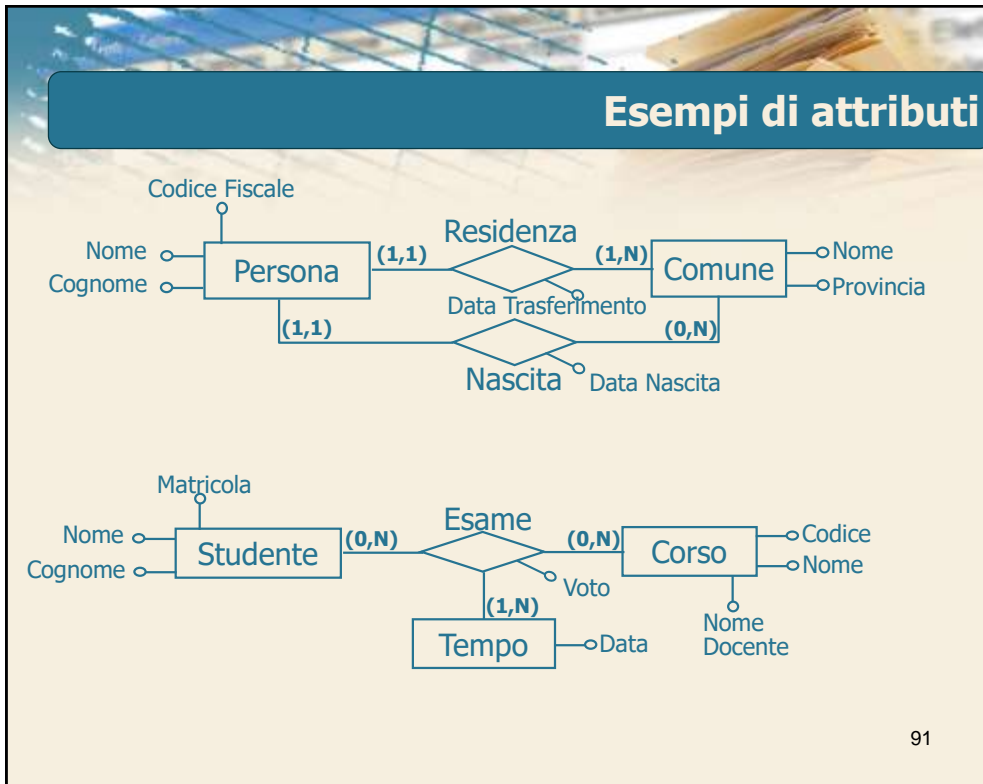
88



89

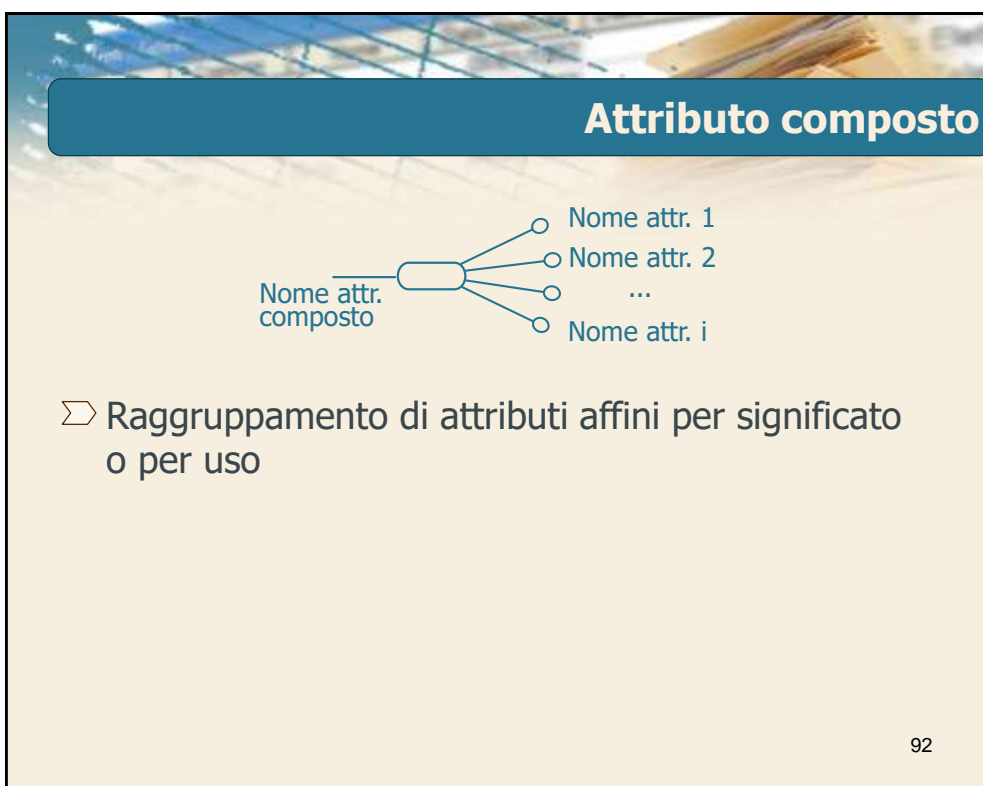


90



91

91



92

92

Attributo composto



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



93

93

Cardinalità di un attributo

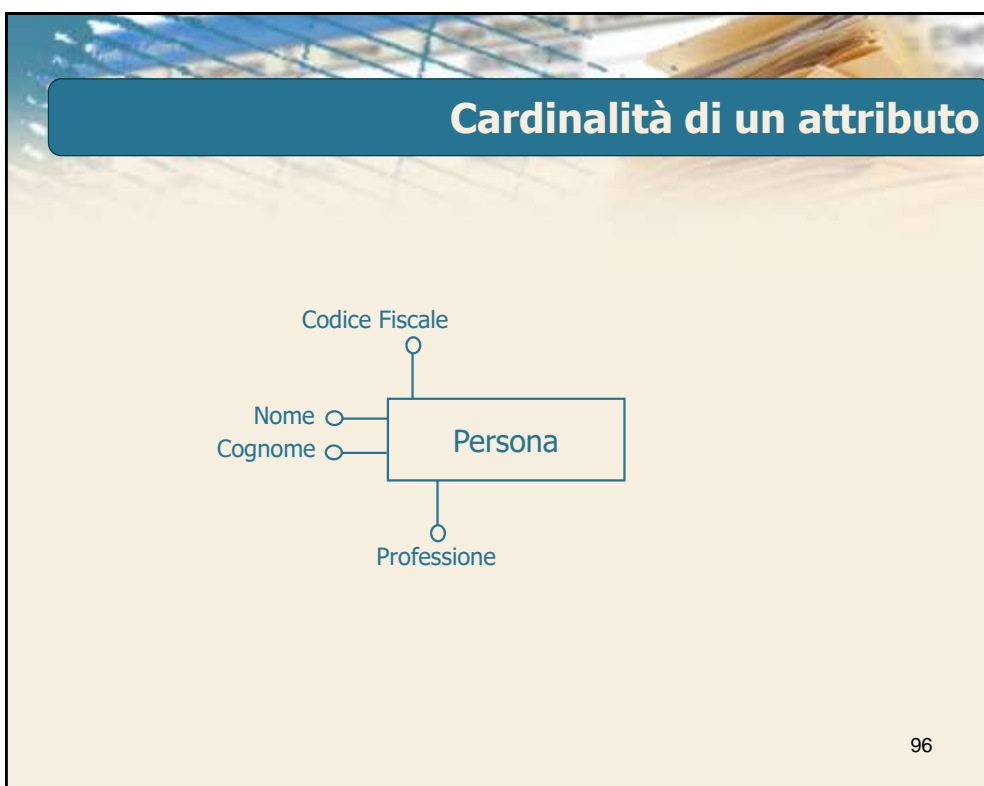
- Può essere specificata per gli attributi di entità o relazioni
- Descrive numero minimo e massimo di valori dell'attributo associati ad una occorrenza di un'entità o di una relazione
 - se è omessa corrisponde ad (1,1)
 - minima 0 corrisponde ad attributo che ammette il valore nullo
 - massima N corrisponde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

94

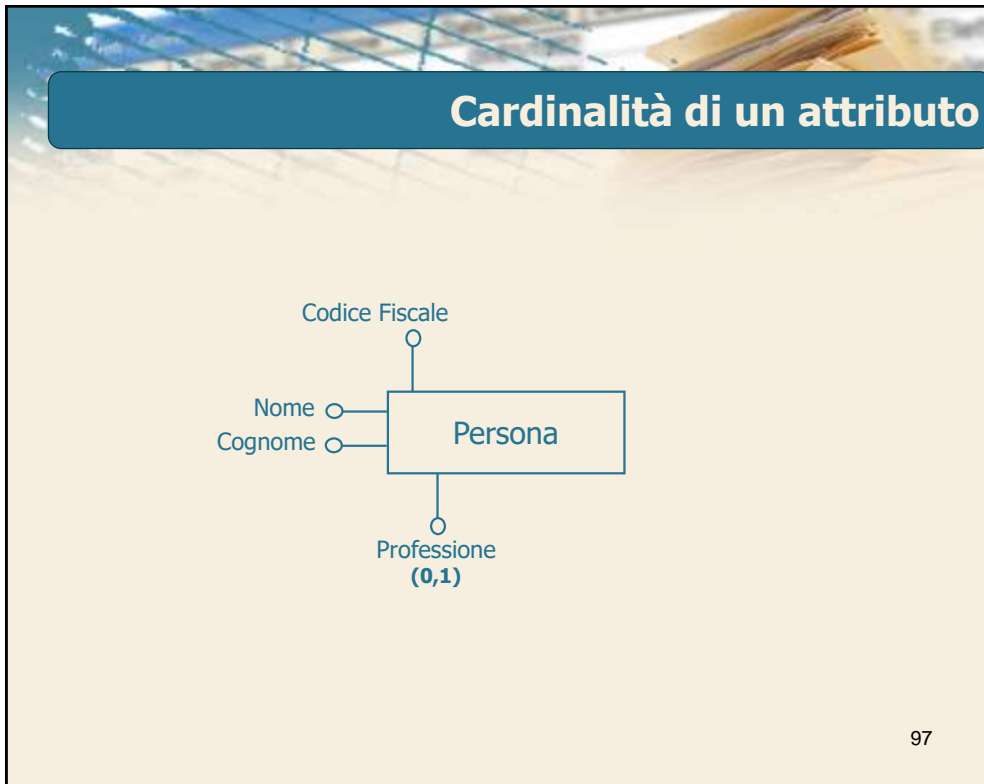
94



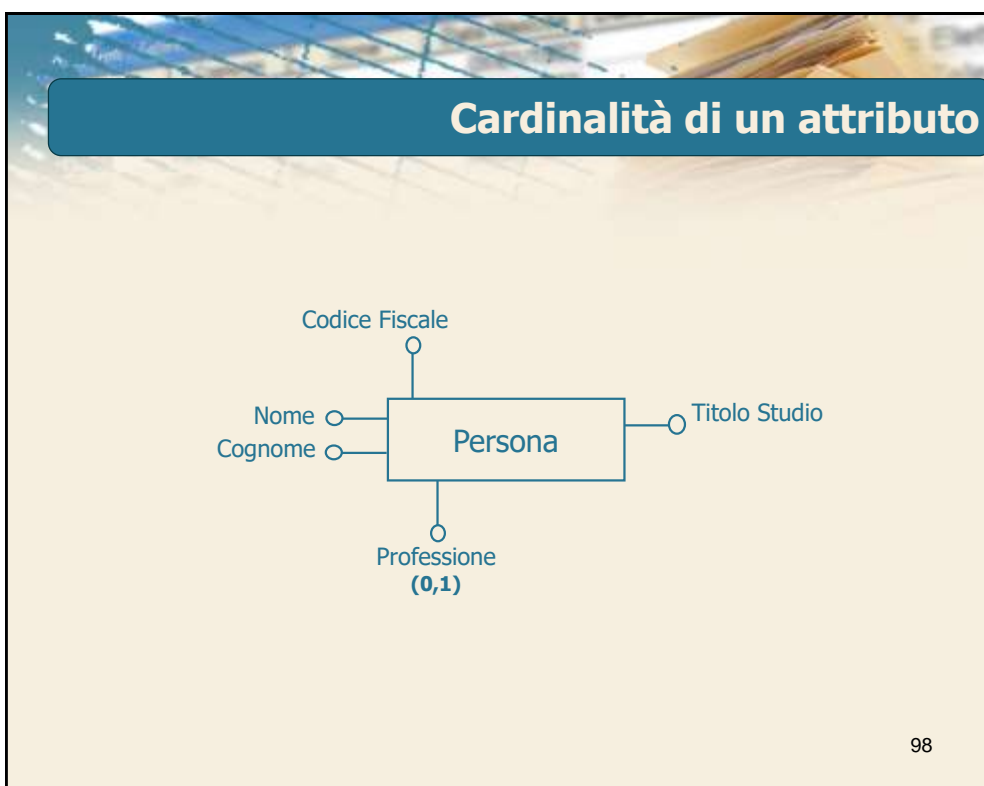
95



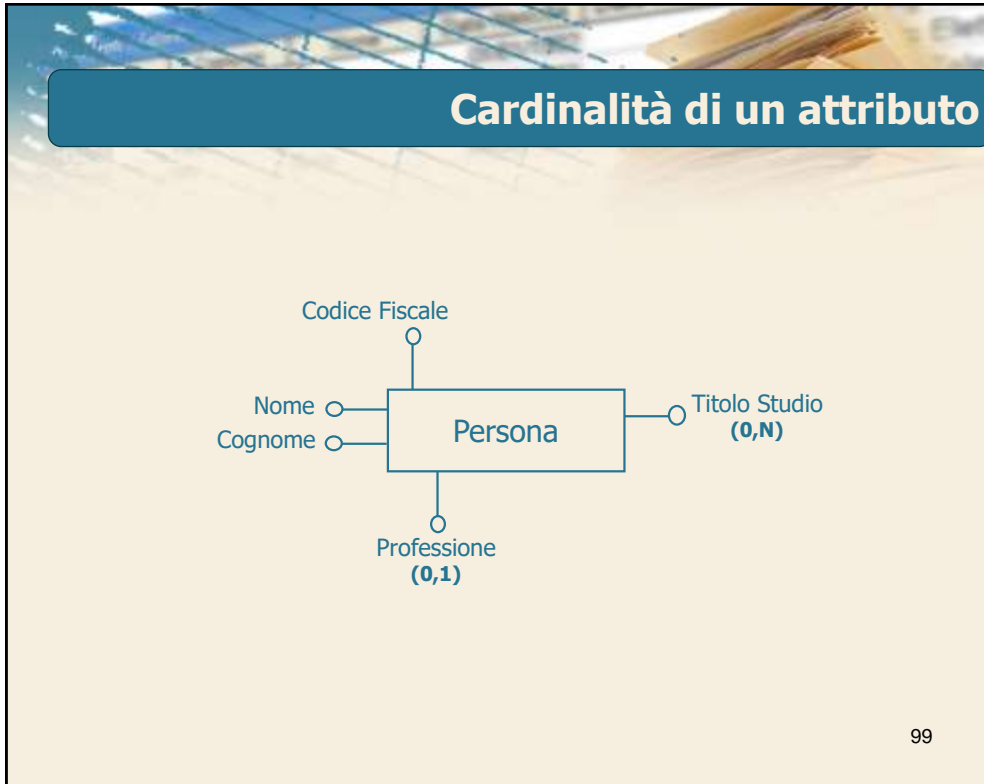
96



97



98



99

Modello Entità-Relazione

Identificatori

Identificatori interni

100

Identificatore

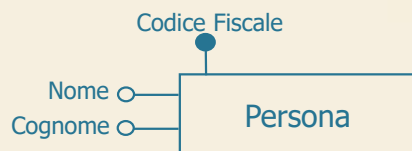
- È specificato per ogni entità
- Descrive i concetti (attributi e/o entità) dello schema che permettono di individuare in modo univoco le occorrenze delle entità
 - ogni entità deve avere almeno un identificatore
 - può esistere più di un identificatore appropriato per un'entità

101

101

Identificatore interno

- Semplice: costituito da un solo attributo



102

102

Identificatore interno

➤ Semplice: costituito da un solo attributo

➤ Composto: costituito da più attributi

103

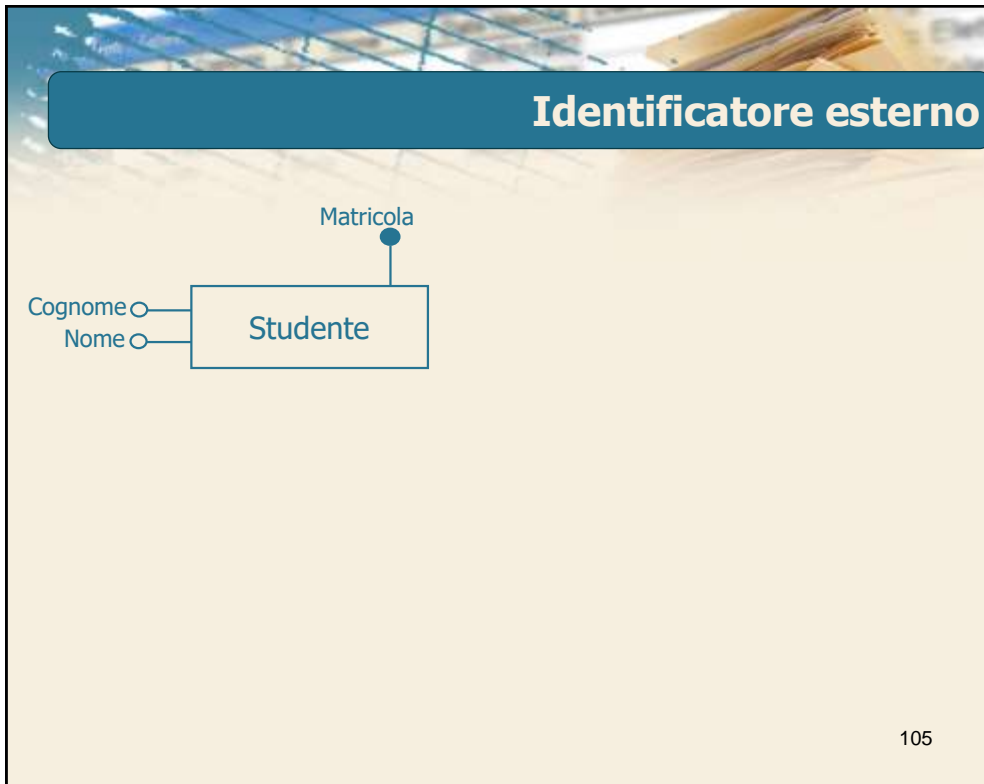
103

Modello Entità-Relazione

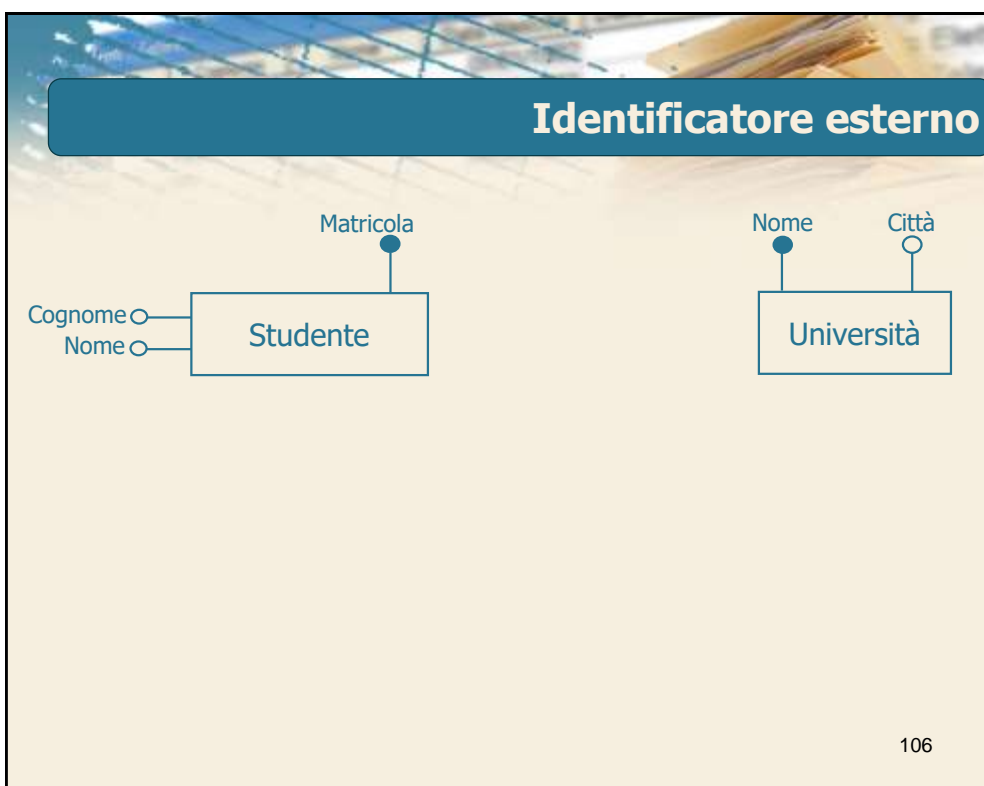
Identificatori

Identificatori esterni

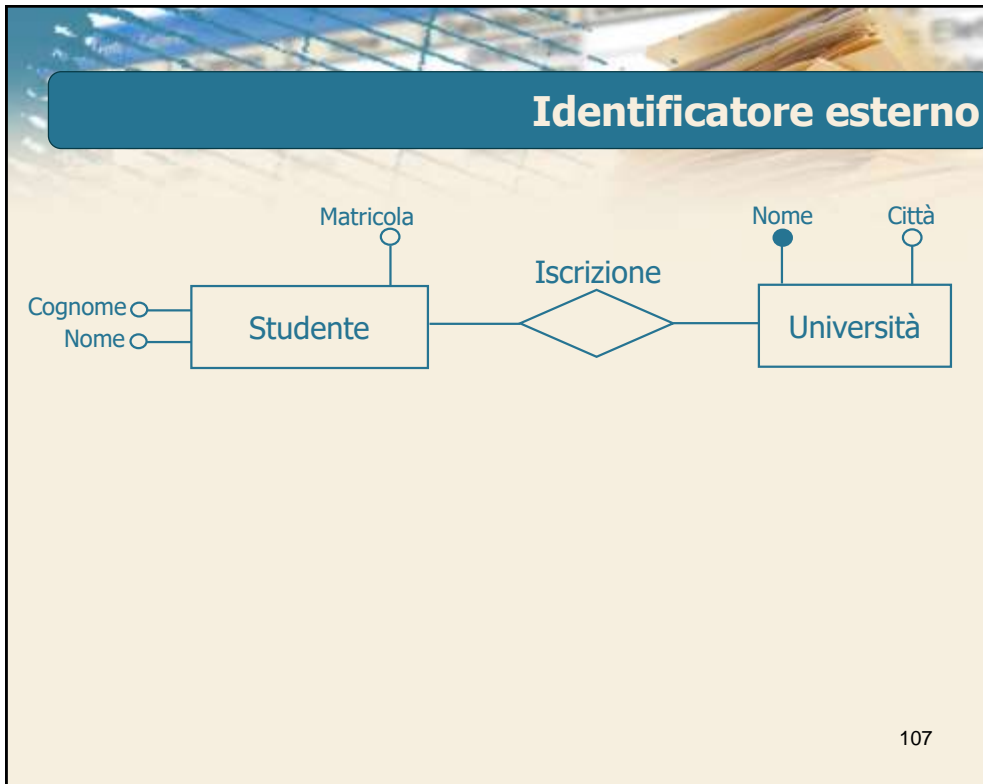
104



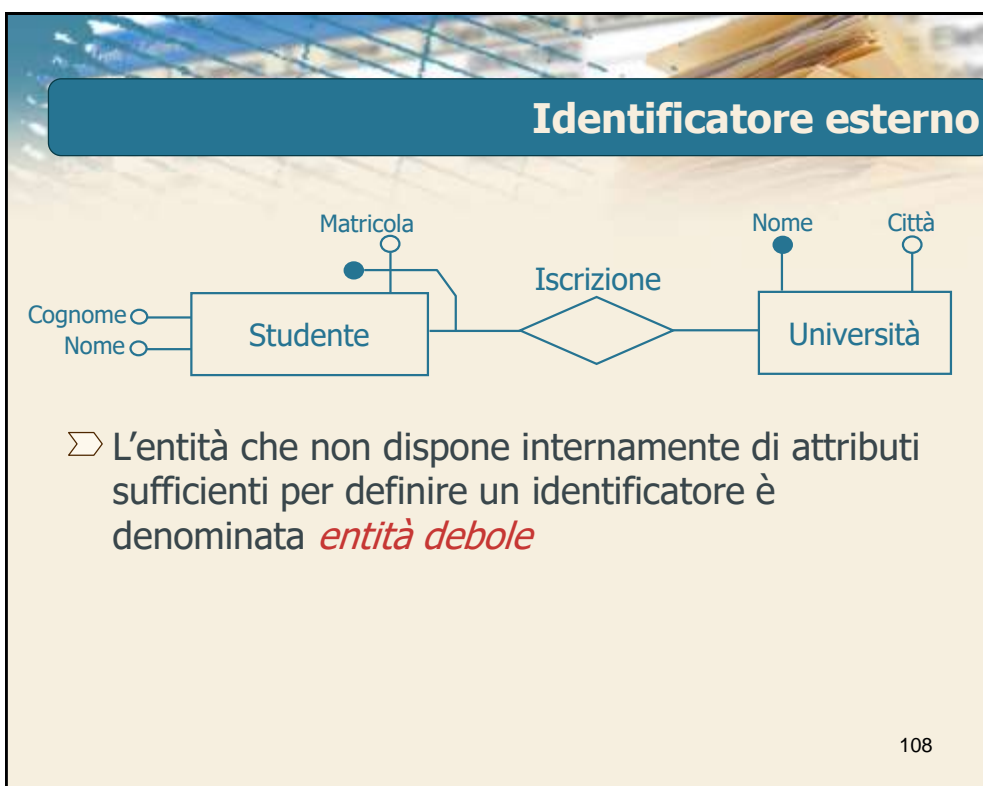
105



106



107



108

Identificatore esterno

> L'entità che non dispone internamente di attributi sufficienti per definire un identificatore è denominata *entità debole*

109

109

Identificatore esterno

> L'entità che non dispone internamente di attributi sufficienti per definire un identificatore è denominata *entità debole*

> L'entità debole deve partecipare con cardinalità (1,1) in ognuna delle relazioni che forniscono parte dell'identificatore

110

110

Identificatore esterno - esempio

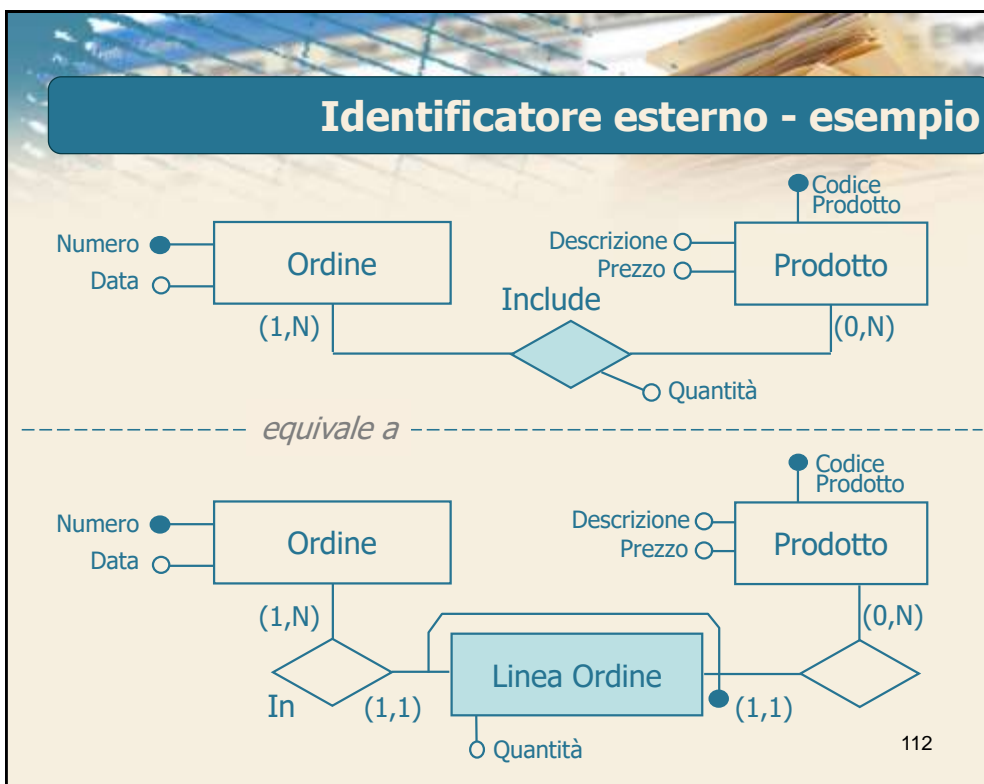
➤ Esempio: ordine per acquisto di prodotti
Schema di base di un generico ordine:

Ordine n.	2234			
Data ordine	10/10/2015			
Cliente	P. Iva	...		
	Nome	...		

Quantità	Codice Prodotto	Prezzo	Descrizione	Importo	
10	A2122	€ 120,00	...	€ 1.200,00	} <i>Linee d'ordine</i>
12	A2122	€ 120,00	...	€ 1.440,00	
12	A3242	€ 130,00	...	€ 1.560,00	
3	A5678	€ 140,00	...	€ 420,00	
TOTALI (calcolati)				€ 4.620,00	

111

111



112

Identificatore esterno - esempio

➤ È possibile rappresentare nello stesso ordine più linee ordine per lo stesso prodotto?

113

113

Osservazioni

➤ Un identificatore esterno può coinvolgere un'entità a sua volta identificata esternamente

- non si devono generare cicli di identificazione

114

114

Osservazioni

➤ Le relazioni *non* hanno identificatori

115

115

Modello Entità-Relazione

Entità vs. Relazioni

116

Entità vs Relazione

➤ Confronto

1 **relazione** *n*-aria
multi-molti-...

↔

1 **entità**
+ *n* **relazioni** uno-molti

➤ Esempio

1 **relazione**
ternaria

↔

1 **entità**
+ **3** **relazioni** uno-molti

117

Entità vs Relazione - Esempio

➤ **3 entità**

Studente

Data

Corso

Studente
a1
a2
a3
a4

Data
b1
b2
b3
b4

Corso
c1
c2
c3
c4

118

118

Entità vs Relazione - Esempio

➤ Concetto **Esame**: soluzione con *relazione ternaria*

Nella figura: ogni riga (terna) è un elemento della relazione

Studente	Data	Corso
a1	b2	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c3
a2	b4	c4
a3	b1	c1
a3	b2	c1

119

119

Entità vs Relazione - Esempio

➤ **Esame**: soluzione con nuova *entità Esame* + *3 relazioni uno-molti*

120

120

Entità vs Relazione - Esempio

➤ **Esame:** soluzione con nuova *entità Esame* + 3 *relazioni uno-molti*

Esame	↔	Studente	Data	Corso
e1	↔	a1	b2	c1
e2	↔	a1	b2	c2
e3	↔	a2	b2	c3
e4	↔	a2	b4	c4
e5	↔	a3	b1	c1
e6	↔	a3	b2	c1

Nuova entità *Esame*

Precedente relazione *Esame*

121

121

Entità vs Relazione - Esempio

➤ Entità **Esame:** *identificatore*

```

    erDiagram
        Studente ||--o{ Esame : "(0, N)"
        Corso ||--o{ Esame : "(0, N)"
        Esame ||--o{ Data : "(1, 1)"
    
```

122

122

Entità vs Relazione - Esempio

➤ Entità **Esame**: *identificatore*

- l'entità **Data** può essere rimossa
- all'entità **Esame** viene aggiunto l'attributo **Data** come componente dell'identificatore esterno

123

123

Entità vs Relazione - Esempio

➤ Vincoli esprimibili con l'entità **Esame**:

- uno studente può dare solo un esame al giorno

Studente	Data	Corso
a1	b2	c1
a1	b2	c3

124

124

Entità vs Relazione - Esempio

> Vincoli esprimibili con l'entità **Esame**:

- in un giorno può esserci solo un esame di un dato corso

Studente	Data	Corso
a1	b2	c1
a2	b2	c1

125

125

Entità vs Relazione - Esempio

> Vincoli esprimibili con l'entità **Esame**:

- uno studente può dare un solo un esame per ogni corso

Studente	Data	Corso
a1	b2	c1
a1	b3	c1

126

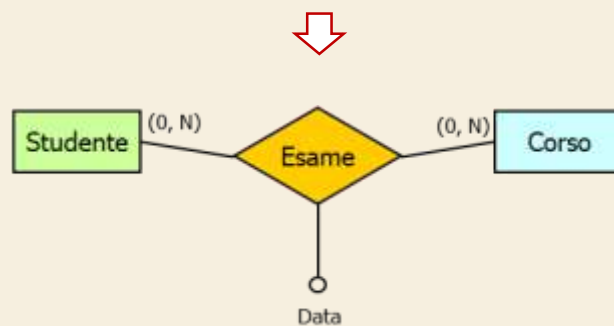
126

Entità vs Relazione - Esempio

▷ Vincoli esprimibili con l'entità **Esame**:

- uno studente può dare un solo un esame per ogni corso

In questo caso è più semplice questa soluzione!



127

127

Modello Entità-Relazione

Generalizzazione

128

Generalizzazione

```

    graph BT
      E1[E1] --> E[E]
      E2[E2] --> E
      En[En] --> E
  
```

> 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

129

129

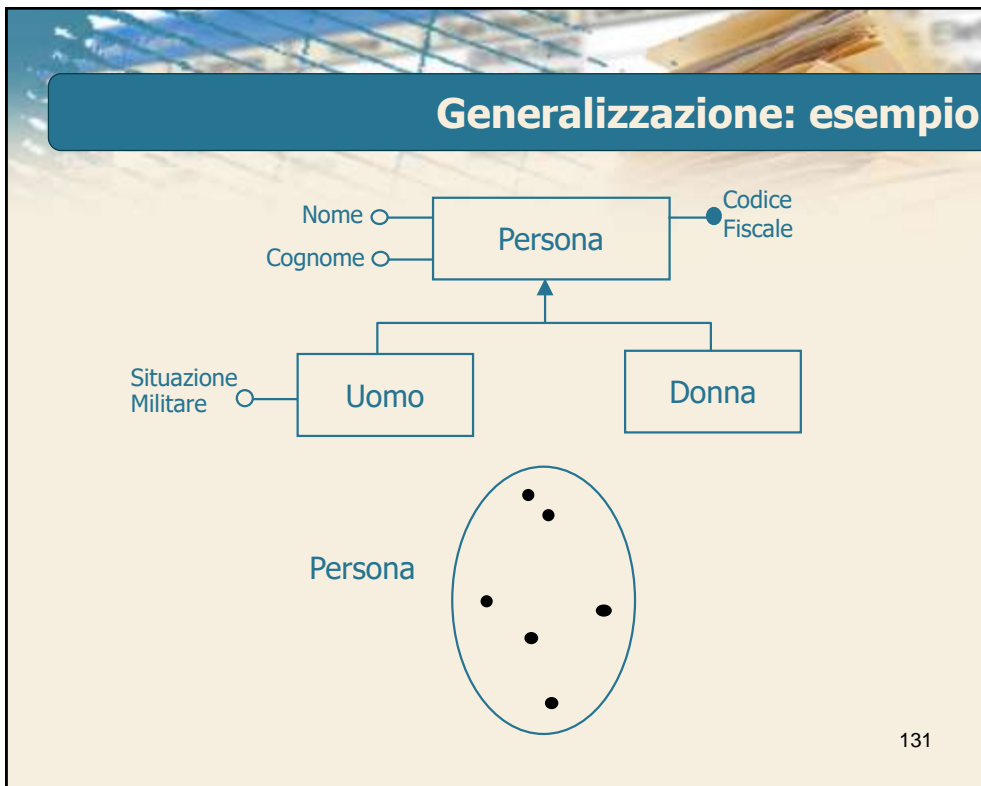
Generalizzazione: esempio

Nome ○ Persona Codice Fiscale ●
 Cognome ○

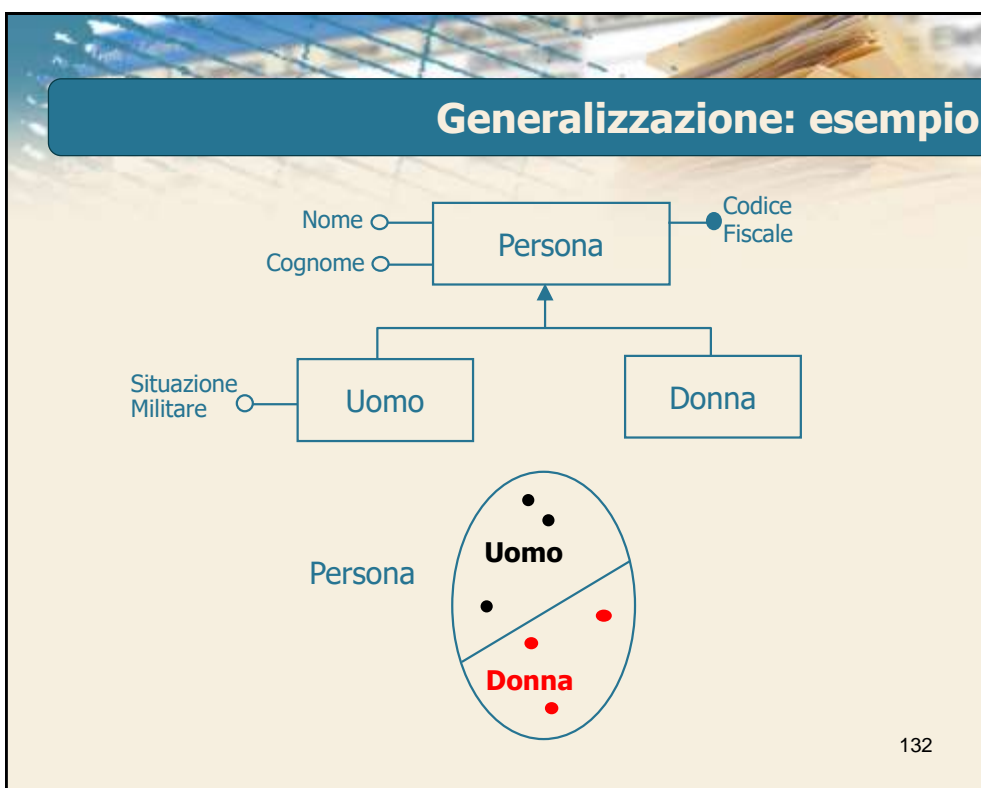
Persona ○

130

130



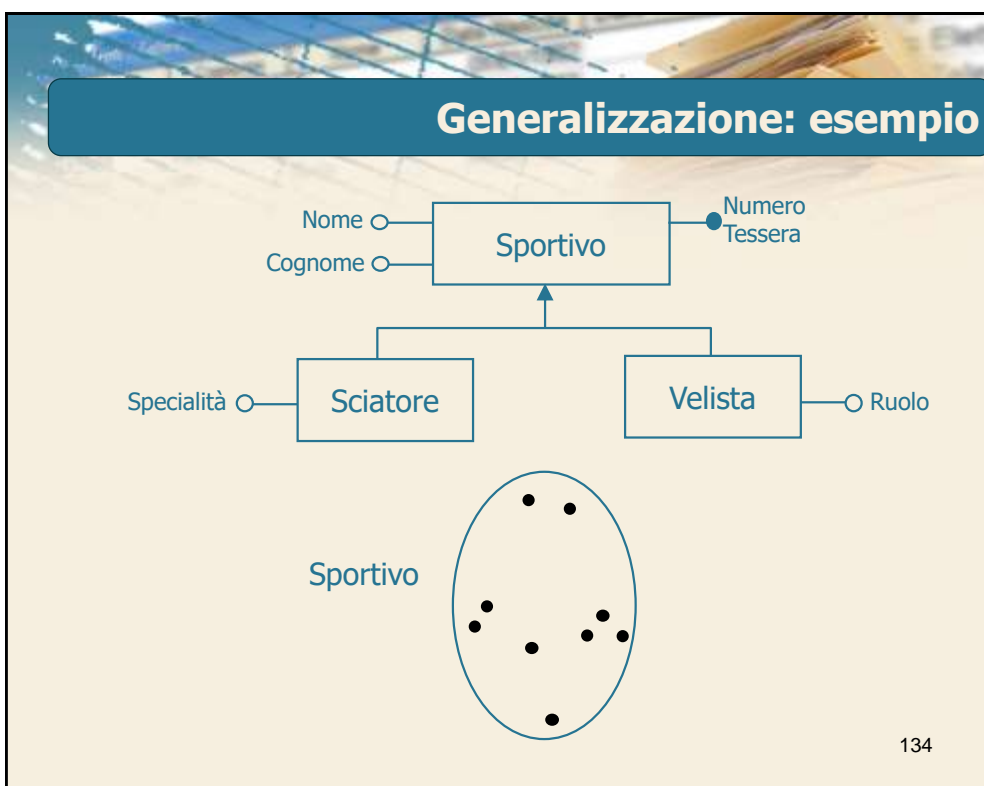
131



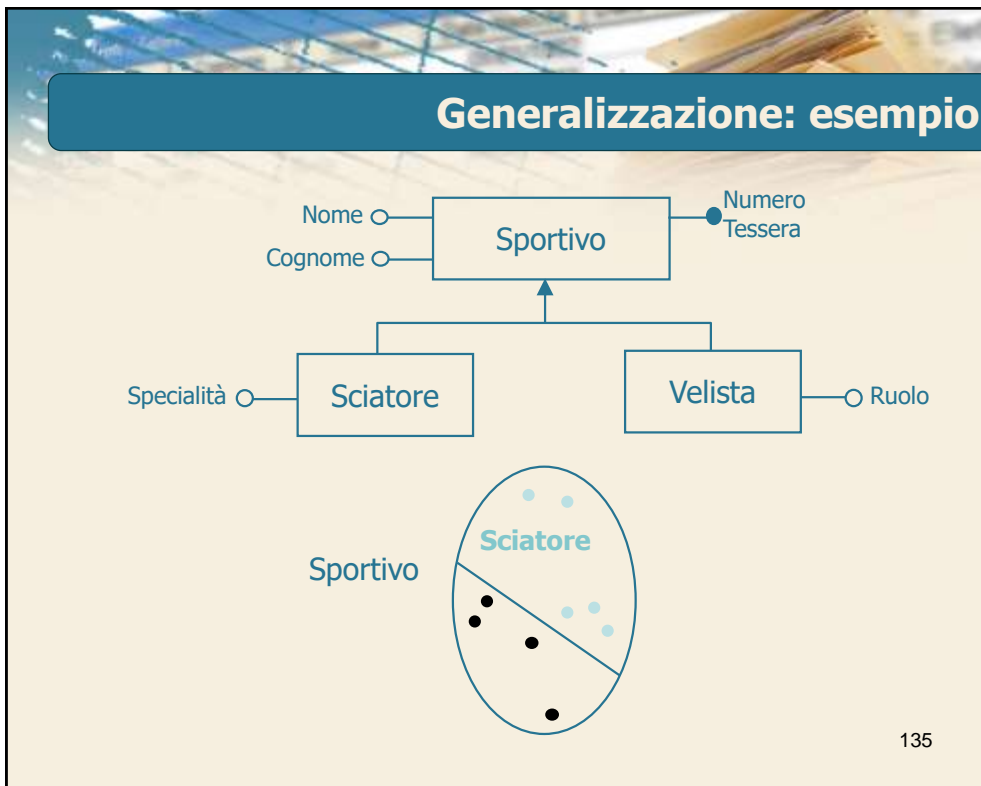
132



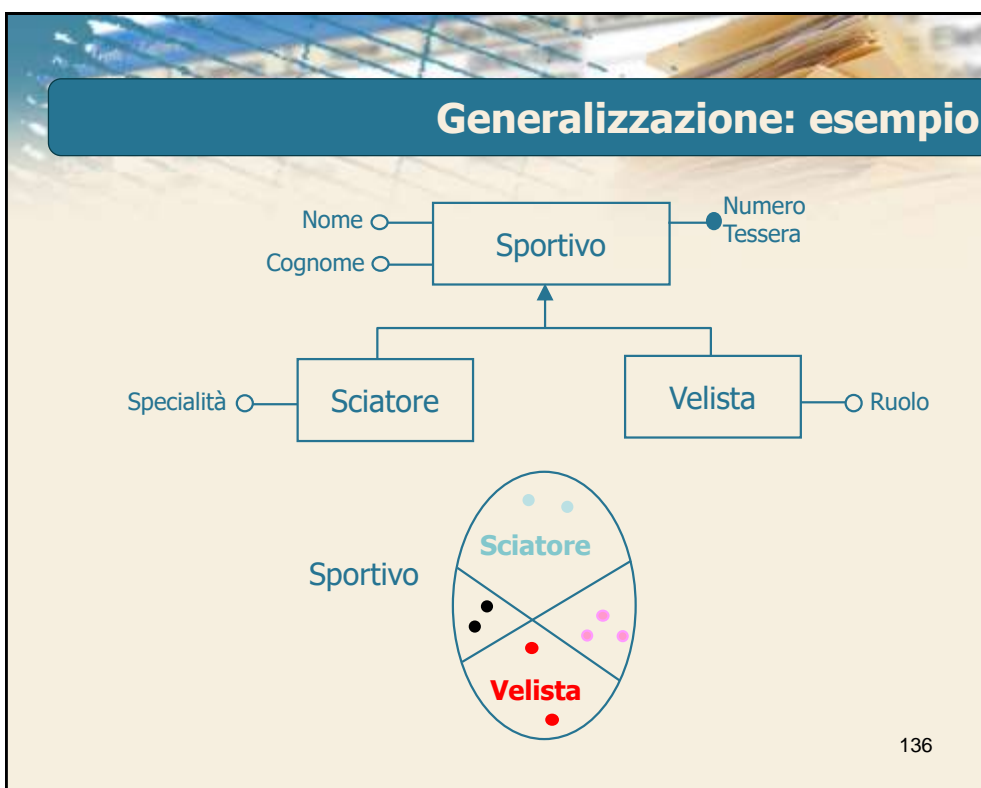
133



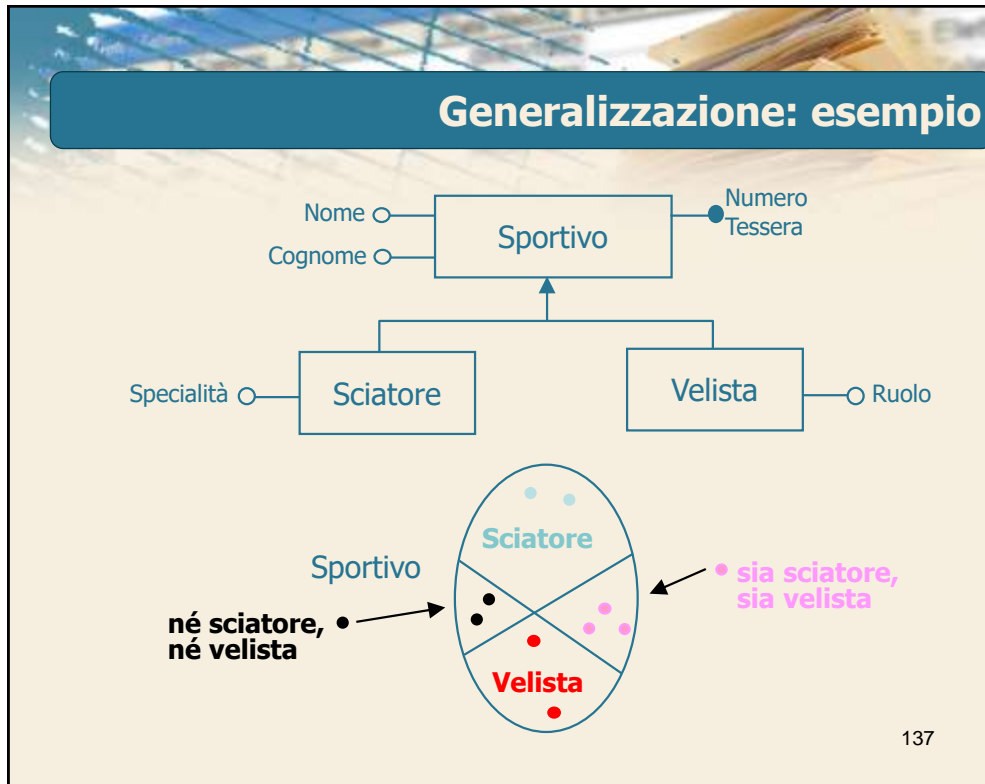
134



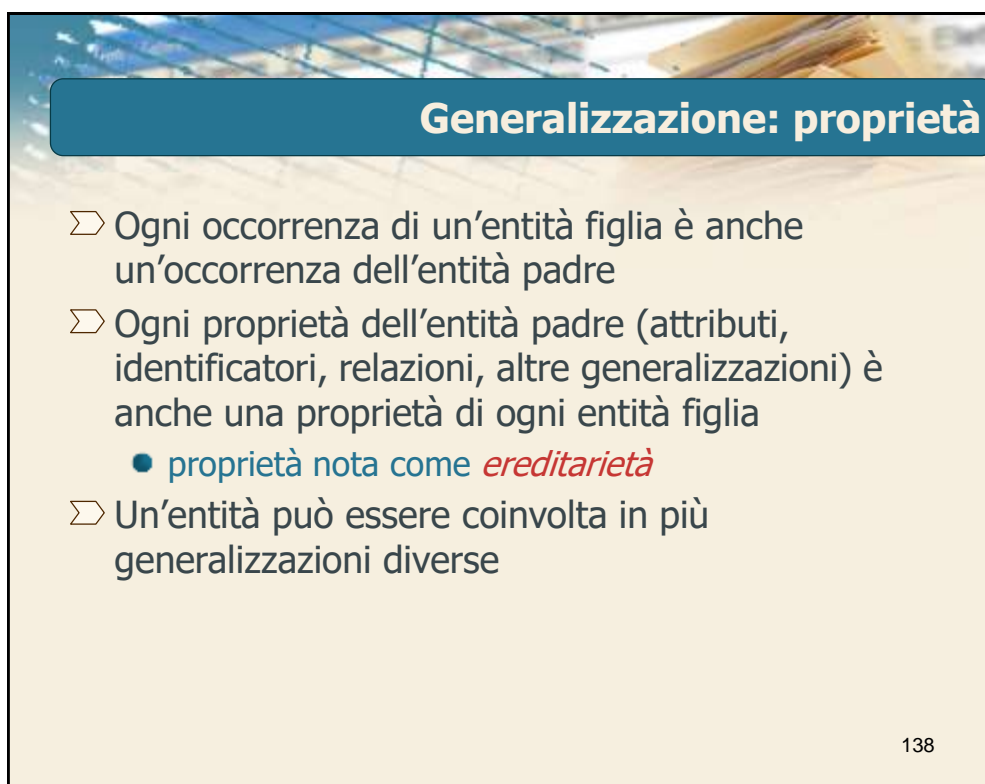
135



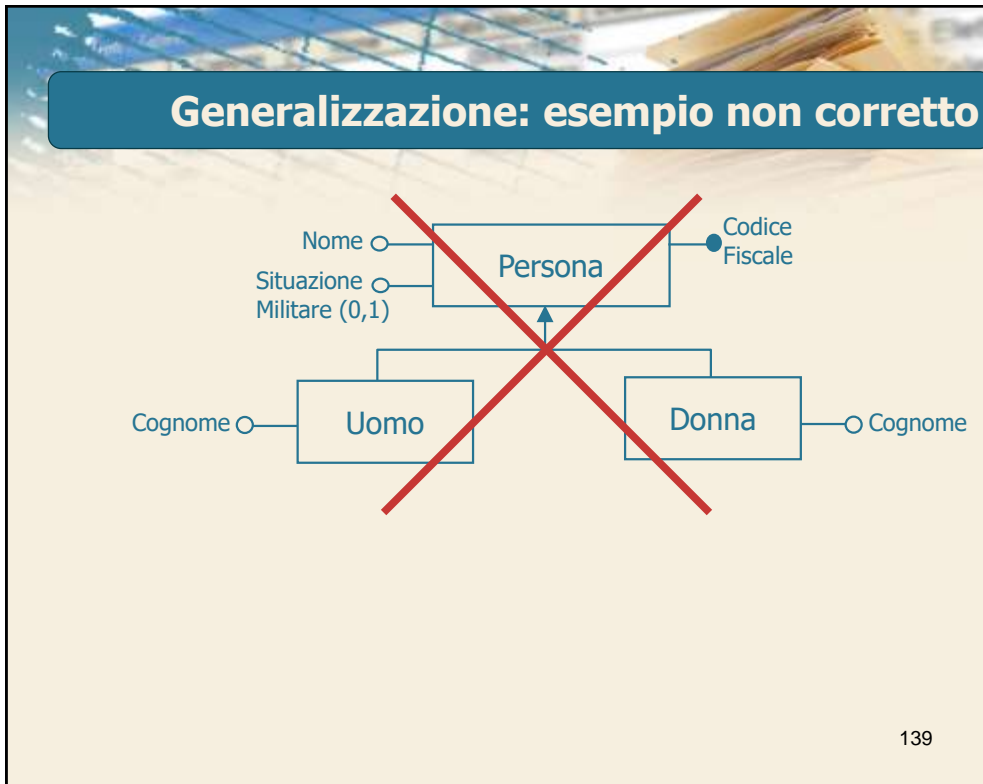
136



137



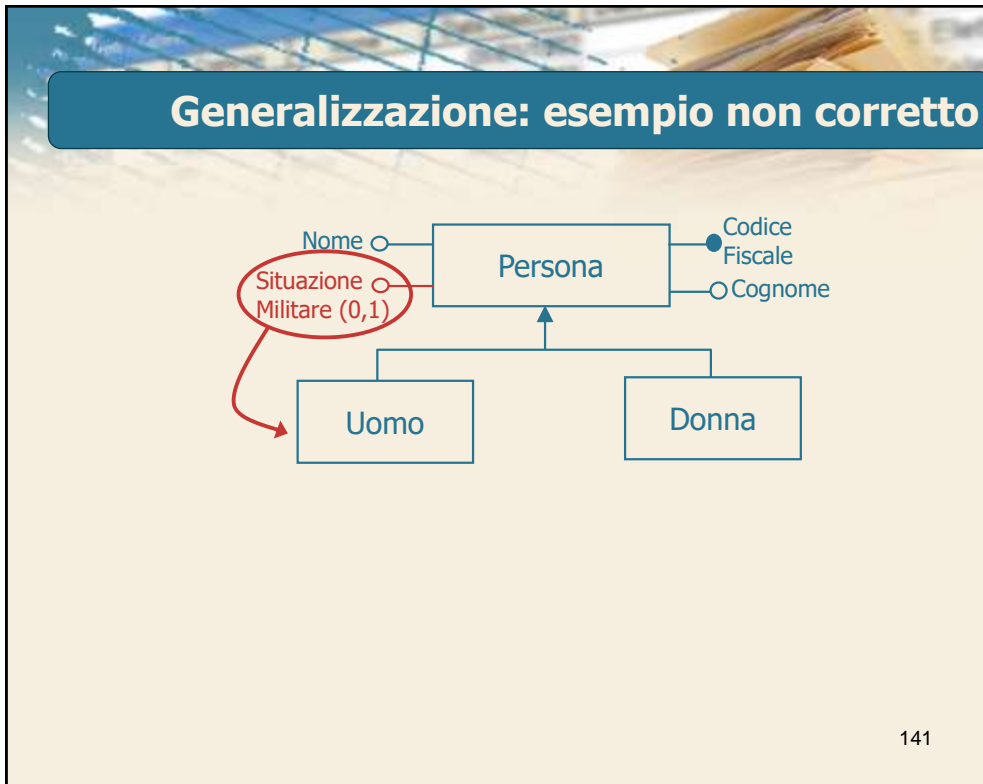
138



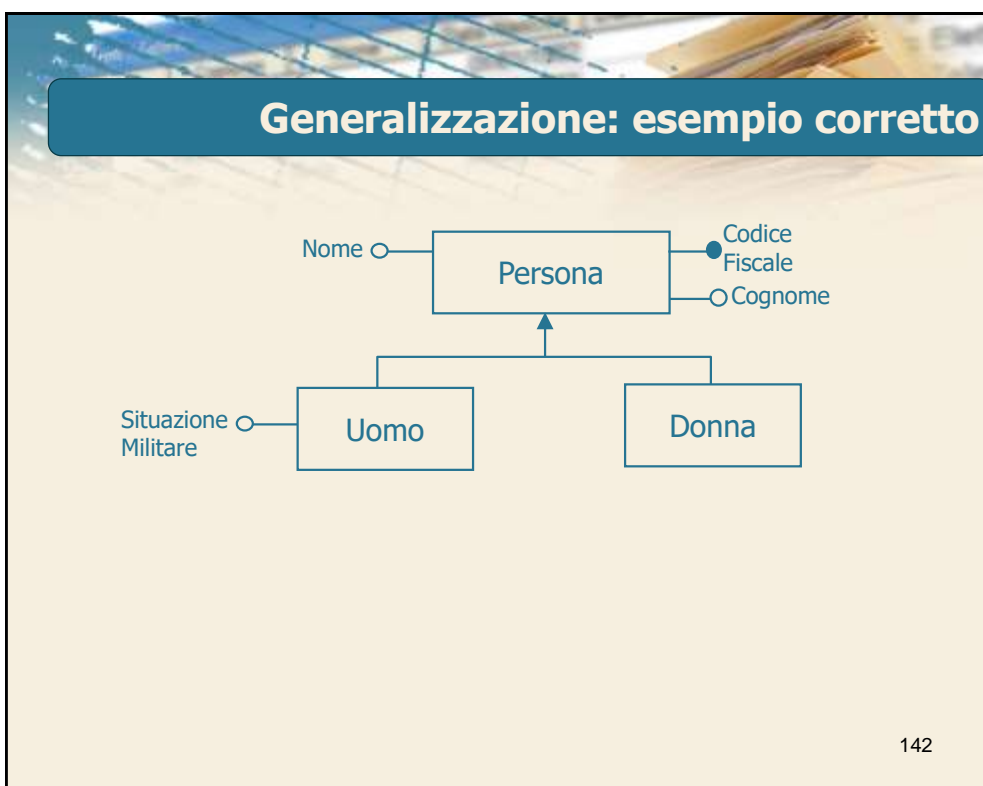
139



140



141



142

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

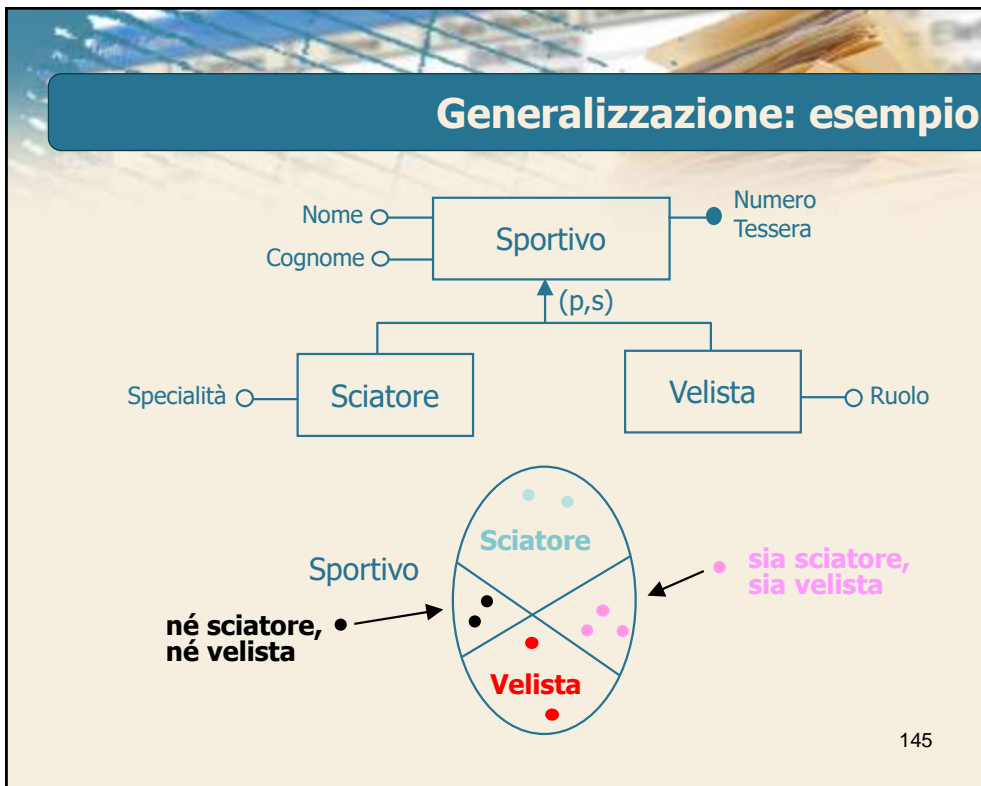
143

143

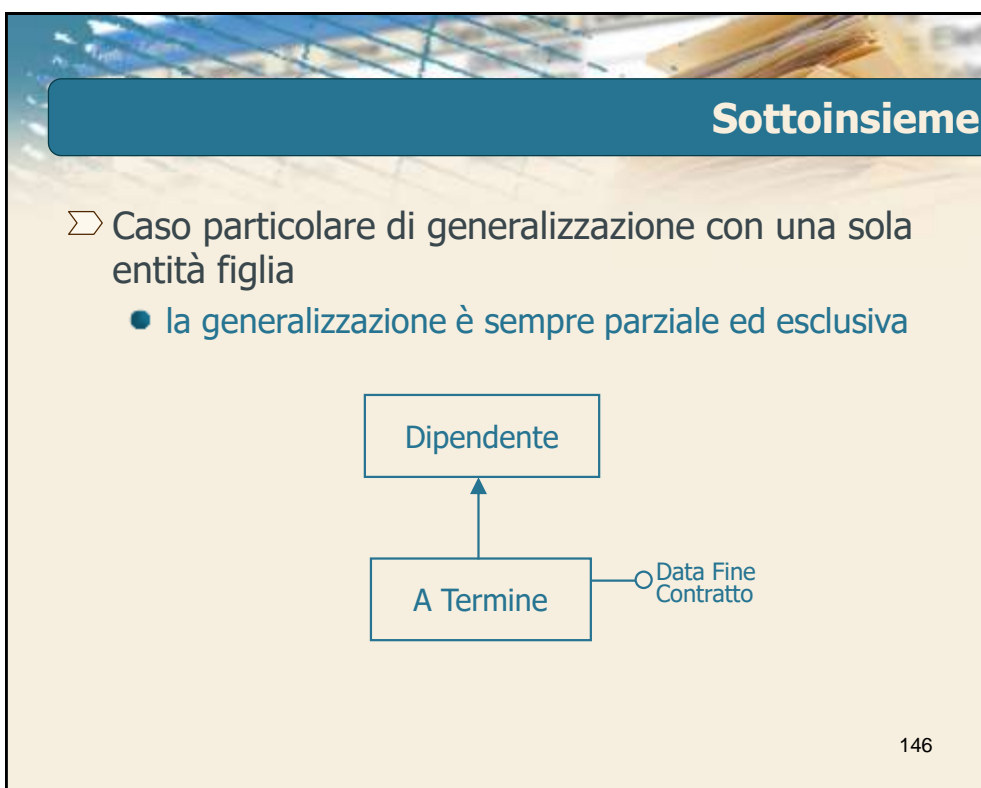
Generalizzazione: esempio

144

144



145



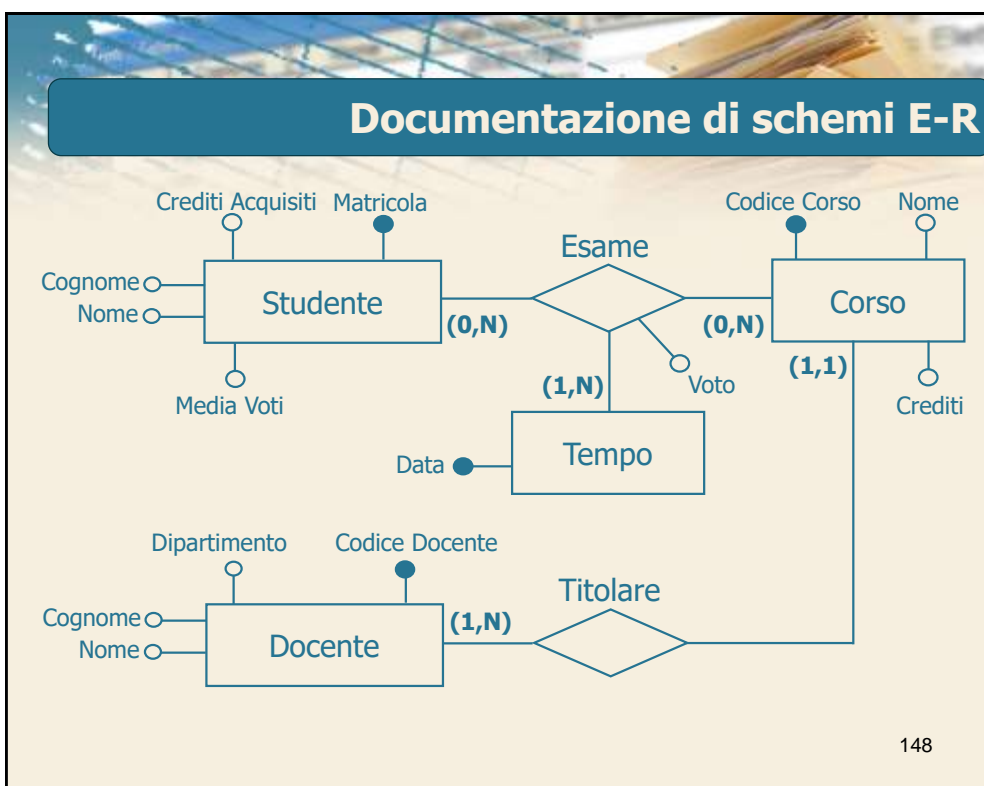
146



Modello Entità-Relazione

Documentazione di schemi E-R

147



148

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

149

149

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

150

150

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)	

151

151

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

152

152

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

153

153

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

154

154

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

155

155