



UNIVERSITA DEGLI STUDI DI FOGGIA

Dipartimento di Agraria

Cdl in Ingegneria dei Sistemi Logistici per l'Agroalimentare

Corso integrato di Sistemi di Elaborazione

Modulo I

Prof. Crescenzo Gallo

crescenzo.gallo@unifg.it

Algebra relazionale

Algebra relazionale

- Introduzione
- Selezione e proiezione
- Prodotto cartesiano e join
- Natural join, theta-join e semi-join
- Outer join
- Unione e intersezione
- Differenza e anti-join
- Divisione e altri operatori

Introduzione

Algebra relazionale

- Estende l'algebra degli insiemi per il modello relazionale
- Definisce un insieme di operatori che operano su relazioni e producono come risultato una relazione
- Gode della proprietà di chiusura
 - *il risultato di qualunque operazione algebrica su relazioni è a sua volta una relazione*

Operatori dell'algebra relazionale

- Operatori **unari**
 - *selezione* (σ)
 - *proiezione* (π)
- Operatori **binari**
 - *prodotto cartesiano* (\times)
 - *join* (\bowtie)
 - *unione* (\cup)
 - *intersezione* (\cap)
 - *differenza* ($-$ oppure \setminus)
 - *divisione* ($/$)
- Operatori **insiemistici**
 - *unione* (\cup)
 - *intersezione* (\cap)
 - *differenza* ($-$ oppure \setminus)
 - *prodotto cartesiano* (\times)
- Operatori **relazionali**
 - *selezione* (σ)
 - *proiezione* (π)
 - *join* (\bowtie)
 - *divisione* ($/$)

Selezione e Proiezione

Selezione

- La selezione estrae un sottoinsieme "orizzontale" della relazione (estrae righe della tabella).

Selezione: definizione

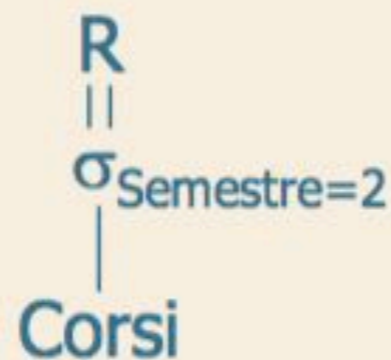
$$R = \sigma_p(A)$$

- La selezione genera una relazione R
 - *avente lo stesso schema di A*
 - *contenente tutte le n -uple della relazione A per cui è vero il predicato p*
- Il predicato p è un'espressione booleana di confronti tra attributi e/o costanti
 - $p: (\text{Città} = \text{'Torino'}) \wedge (\text{Età} > 18)$
 - $p: \text{DataRestituzione} > \text{DataConsegna} + 10$

Selezione: esempio

➤ *Trovare i corsi tenuti nel secondo semestre*

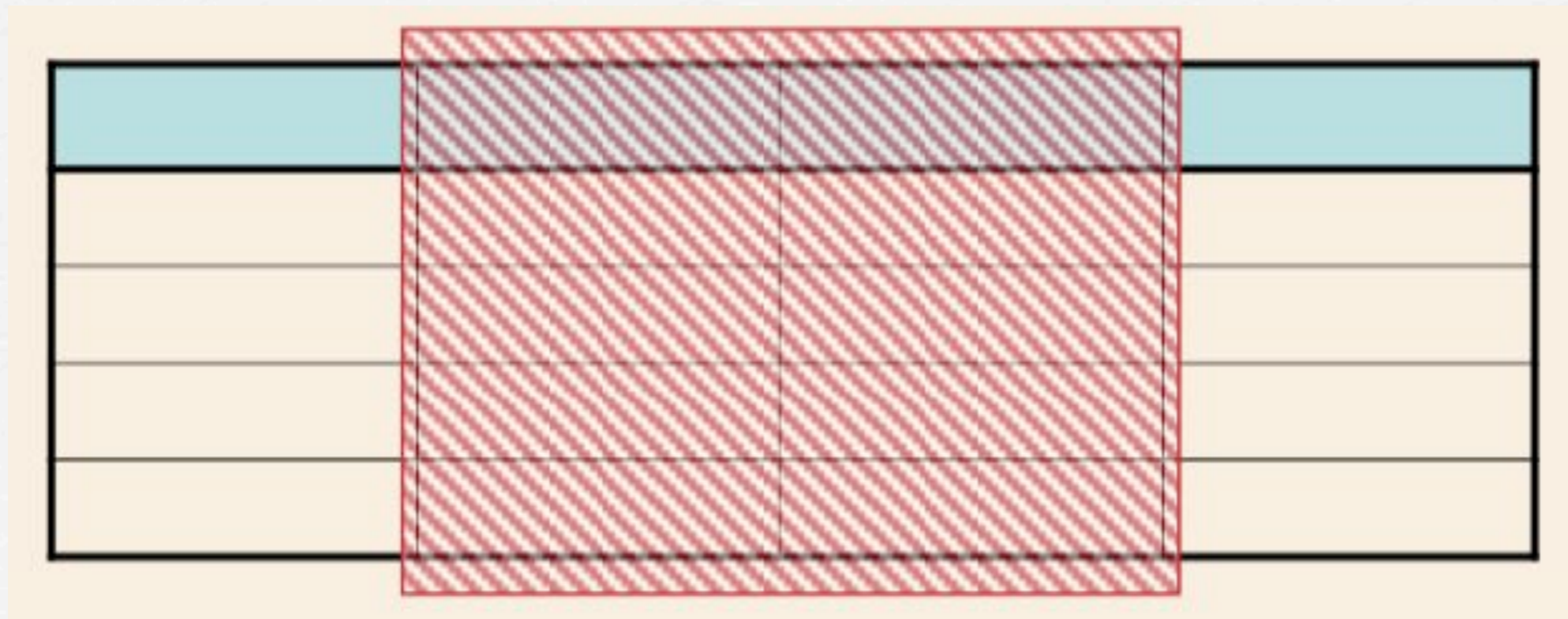
$$R = \sigma_{\text{Semestre}=2} \text{Corsi}$$



Corsi	Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
	M2170	Informatica 1	1	D102
	<i>M4880</i>	<i>Sistemi digitali</i>	<i>2</i>	<i>D104</i>
	F1401	Elettronica	1	D104
	<i>F0410</i>	<i>Basi di dati</i>	<i>2</i>	<i>D102</i>

Proiezione

- La proiezione estrae un sottoinsieme "verticale" della relazione (estrae colonne della tabella).



Proiezione: definizione

$$R = \pi_d(A)$$

- La proiezione genera una relazione R
 - *avente come schema la lista di attributi “d” (sottoinsieme dello schema di A)*
 - *contenente tutte le n-uple della relazione A*
- Sono eliminati gli eventuali duplicati dovuti all'esclusione degli attributi non presenti in d
 - *se d include una chiave candidata, non vi sono duplicati*

Proiezione: esempio 1

➤ *Trovare il nome dei docenti*



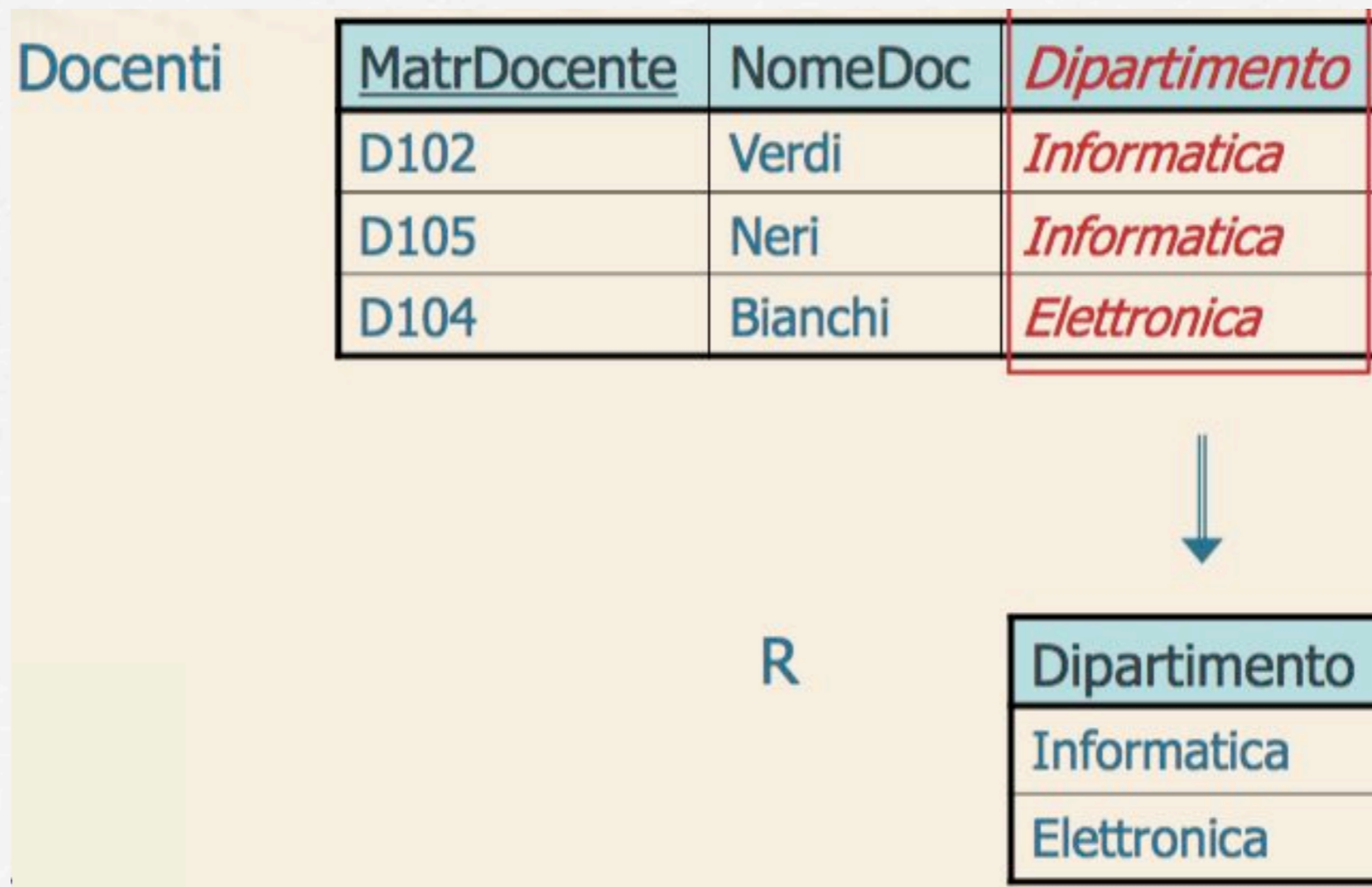
$$R = \pi_{\text{NomeDoc}} \text{Docenti}$$

Docenti

<u>MatrDocente</u>	<i>NomeDoc</i>	Dipartimento
D102	<i>Verdi</i>	Informatica
D105	<i>Neri</i>	Informatica
D104	<i>Bianchi</i>	Elettronica

Proiezione: esempio 2

Trovare il nome dei dipartimenti in cui è presente almeno un docente: $R = \pi_{Dipartimento} (Docenti)$





Selezione+proiezione: esempio

Trovare il nome dei corsi del secondo semestre

*Innanzitutto
occorre
selezionare i
corsi del
secondo
semestre...*

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
<i>M4880</i>	<i>Sistemi digitali</i>	<i>2</i>	<i>D104</i>
F1401	Elettronica	1	D104
<i>F0410</i>	<i>Basi di dati</i>	<i>2</i>	<i>D102</i>



Selezione

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Selezione+proiezione: esempio

...quindi
proiettare
l'attributo
NomeCorso,
ottenendo la
relazione
finale
desiderata.

Codice	<i>NomeCorso</i>	Semestre	MatrDocente
M4880	<i>Sistemi digitali</i>	2	D104
F0410	<i>Basi di dati</i>	2	D102



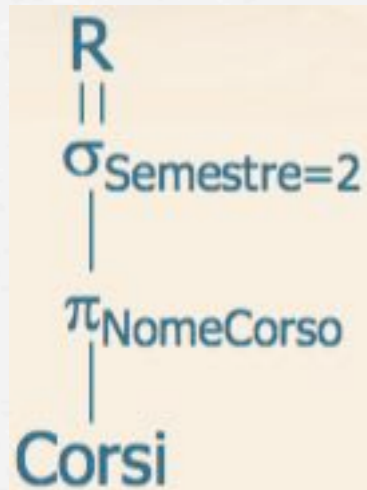
Proiezione

R

NomeCorso
Sistemi digitali
Basi di dati

Selezione+proiezione: esempio

$$R = \sigma_{\text{Semestre}=2} (\pi_{\text{NomeCorso}} \text{Corsi})$$

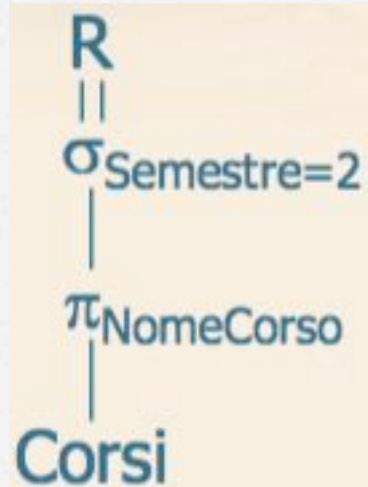


Corsi

<u>Codice</u>	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	<i>Sistemi digitali</i>	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	<i>Basi di dati</i>	2	D102

Selezione+proiezione: esempio (corretto?)

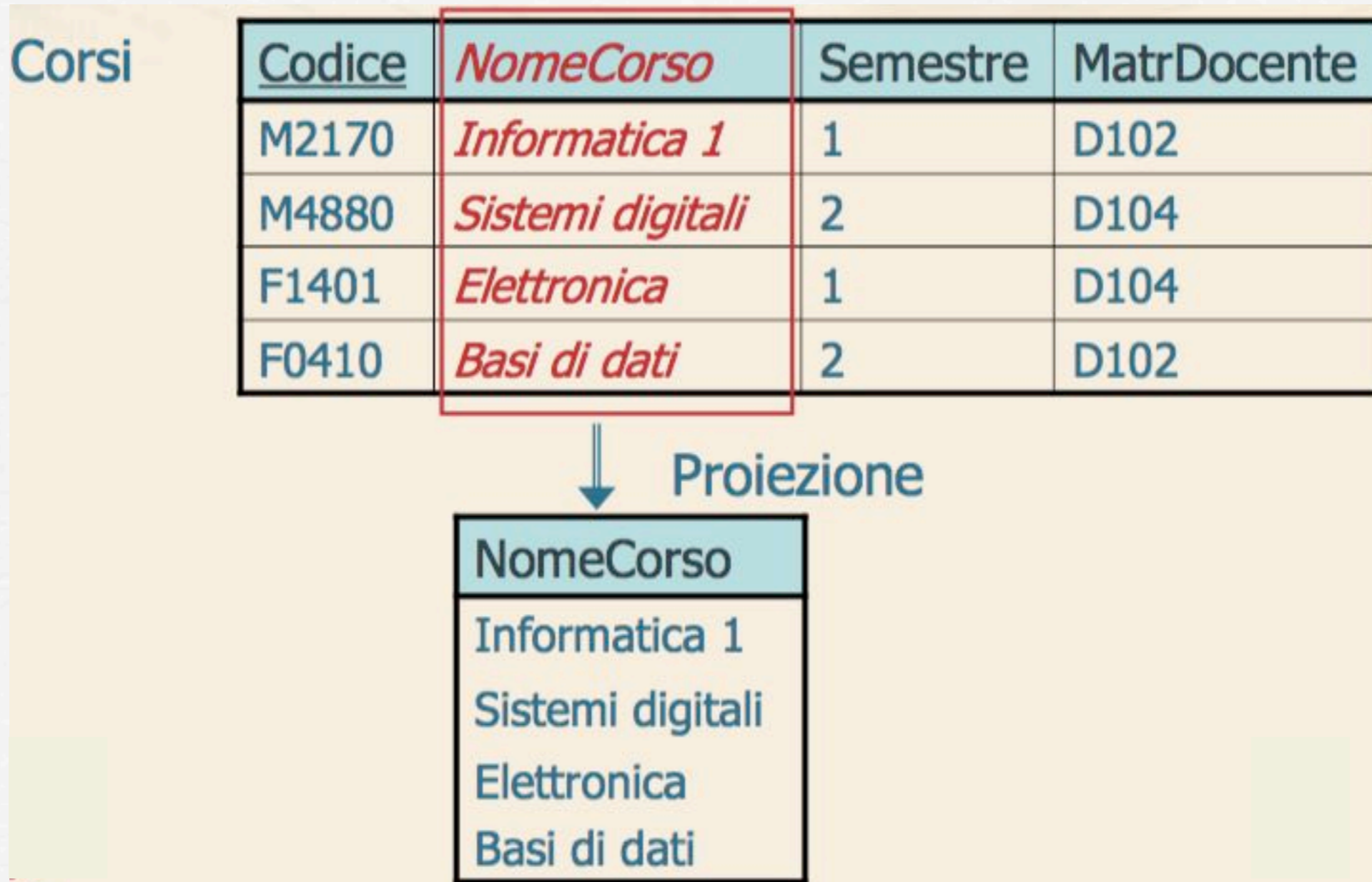
$$R = \sigma_{\text{Semestre}=2} (\pi_{\text{NomeCorso}} \text{Corsi})$$



Corsi

<u>Codice</u>	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Selezione+proiezione: soluzione errata



Selezione+proiezione: soluzione errata

NomeCorso
Informatica 1
Sistemi digitali
Elettronica
Basi di dati

- L'attributo **Semestre** non esiste più, quindi non è possibile eseguire l'operazione di selezione
- Perciò l'ordine delle operazioni è importante

Prodotto cartesiano e Join

Prodotto cartesiano: definizione

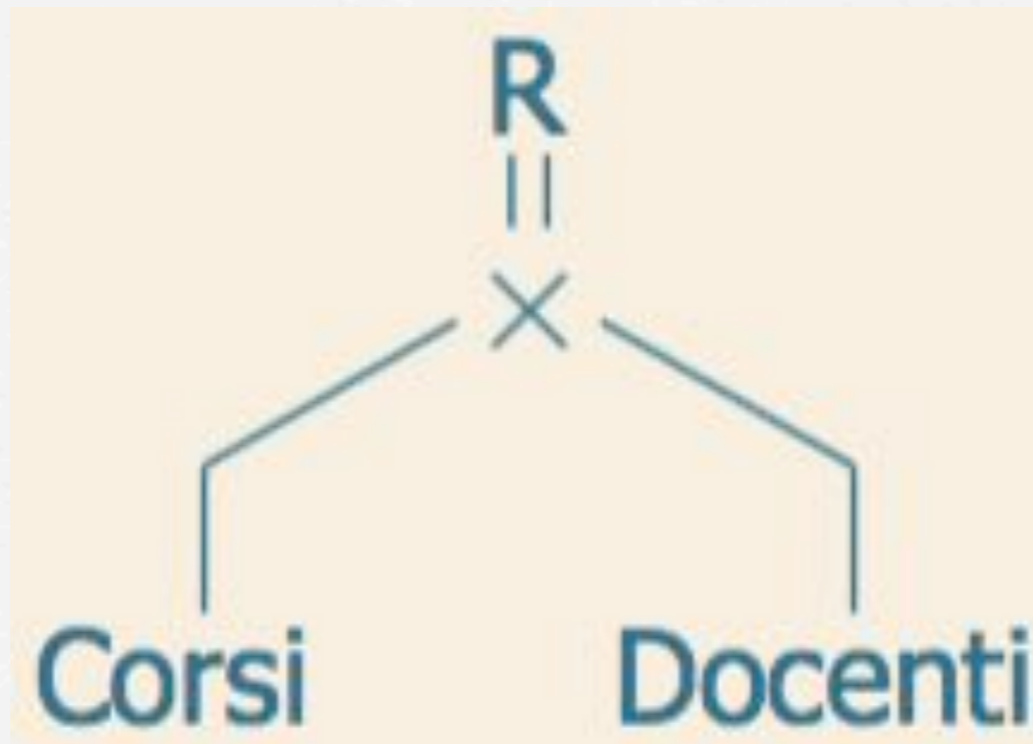
$$R = A \times B$$

- Il prodotto cartesiano di due relazioni A e B genera una relazione R
 - *avente come schema l'unione degli schemi di A e di B*
 - *contenente tutte le coppie formate da una n -upla di A e una n -upla di B*
- Il prodotto cartesiano è
 - *commutativo: $A \times B = B \times A$*
 - *associativo: $(A \times B) \times C = A \times (B \times C)$*

Prodotto cartesiano: esempio

Trovare il prodotto cartesiano tra Corsi e Docenti

$$R = \text{Corsi} \times \text{Docenti}$$



Prodotto cartesiano: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D105	Neri	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D102	Verdi	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D105	Neri	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D105	Neri	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D104	Bianchi	Elettronica

Join

- Il join di due relazioni A e B genera tutte le coppie formate da una n -upla di A e una n -upla di B "semanticamente legate"

R

legame tra attributi

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica

Join: definizione

- Il join è un operatore derivato
 - *può essere espresso utilizzando gli operatori \times , σ_p , π_d*
- Il join è definito separatamente perché esprime sinteticamente molte operazioni ricorrenti nelle interrogazioni
- Esistono diversi tipi di join
 - *natural join*
 - *theta-join (e il suo sottocaso equi-join)*
 - *semi-join*

Join: esempio

Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono

Corsi	<u>Codice</u>	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
	M2170	Informatica 1	1	D102
	M4880	Sistemi digitali	2	D104
	F1401	Elettronica	1	D104
	F0410	Basi di dati	2	D102

Docenti	<u>MatrDocente</u>	NomeDoc	Dipartimento
	D102	Verdi	Informatica
	D105	Neri	Informatica
	D104	Bianchi	Elettronica

Join: esempio

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
<i>M2170</i>	<i>Informatica 1</i>	<i>1</i>	<i>D102</i>	<i>D102</i>	<i>Verdi</i>	<i>Informatica</i>
M2170	Informatica 1	1	D102	D105	Neri	Informatica
M2170	Informatica 1	1	D102	D104	Bianchi	Elettronica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D105	Neri	Informatica
<i>M4880</i>	<i>Sistemi digitali</i>	<i>2</i>	<i>D104</i>	<i>D104</i>	<i>Bianchi</i>	<i>Elettronica</i>
F1401	Elettronica	1	D104	D102	Verdi	Informatica
F1401	Elettronica	1	D104	D105	Neri	Informatica
<i>F1401</i>	<i>Elettronica</i>	<i>1</i>	<i>D104</i>	<i>D104</i>	<i>Bianchi</i>	<i>Elettronica</i>
<i>F0410</i>	<i>Basi di dati</i>	<i>2</i>	<i>D102</i>	<i>D102</i>	<i>Verdi</i>	<i>Informatica</i>
F0410	Basi di dati	2	D102	D105	Neri	Informatica
F0410	Basi di dati	2	D102	D104	Bianchi	Elettronica

Join: esempio

R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica

- **Nota bene:** il docente (D 1 0 5, NERI, INFORMATICA), che non tiene alcun corso, non compare nel risultato del join.

Natural join, theta-join e semi-join

Natural join: definizione

$$R = A \bowtie B$$

- Il natural join di due relazioni A e B genera una relazione R , avente come schema
 - *gli attributi presenti nello schema di A e non presenti nello schema di B*
 - *gli attributi presenti nello schema di B e non presenti nello schema di A*
 - *una sola copia degli attributi comuni (con lo stesso nome nello schema di A e di B)*

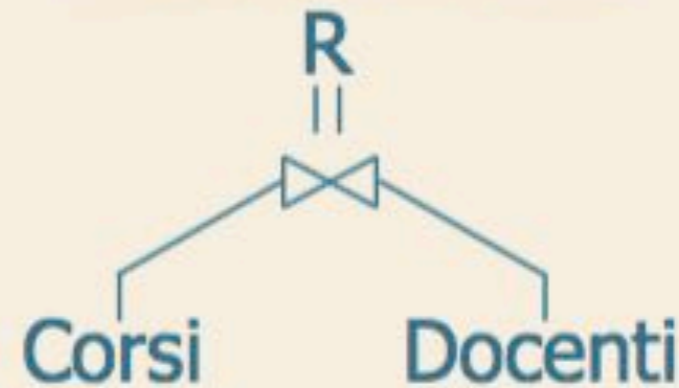
contenente tutte le coppie costituite da una n -upla di A e una n -upla di B per cui il valore degli attributi comuni è uguale

- Il natural join è commutativo e associativo

Natural join: esempio

➤ *Trovare le informazioni sui corsi e sui docenti che li tengono*

$R = \text{Corsi} \bowtie \text{Docenti}$



R

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	Verdi	Informatica

Nota bene: l'attributo comune MatrDocente è presente una volta sola nello schema della relazione risultante R

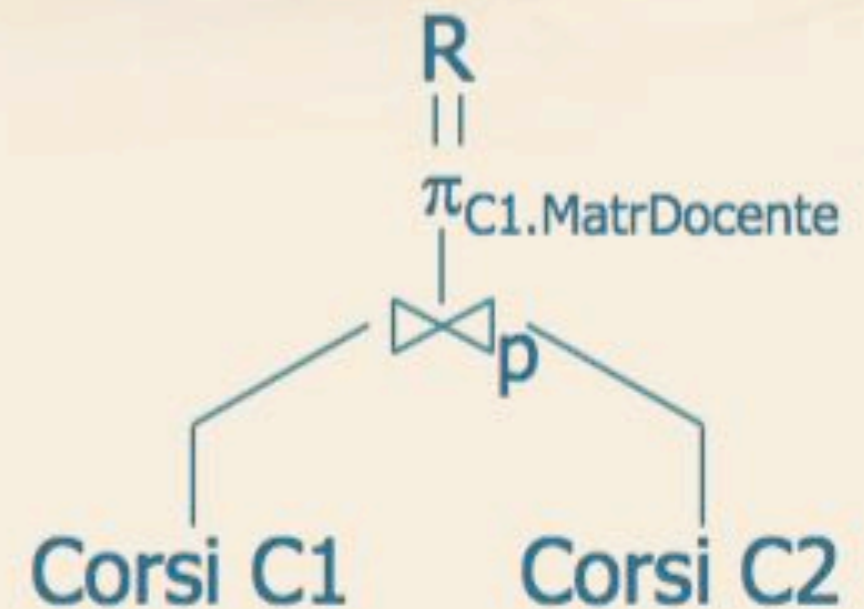
Theta-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

- Il theta-join di due relazioni A e B genera una relazione R
 - *avente come schema l'unione degli schemi di A e B*
 - *contenente tutte le coppie costituite da una n -upla di A e una n -upla di B per cui è vero il predicato p*
- Il predicato p è nella forma $X \theta Y$, dove
 - *X è un attributo di A , Y è un attributo di B*
 - *θ è un operatore di confronto compatibile con i domini di X e Y*
- Il theta-join è commutativo e associativo

Theta-join: esempio

➤ *Trovare la matricola dei docenti che sono titolari di almeno due corsi*



$p: C1.MatrDocente = C2.MatrDocente \wedge C1.Codice <> C2.Codice$

$R = \pi_{C1.MatrDocente}((Corsi\ C1) \bowtie_p (Corsi\ C2))$

Theta-join: esempio

Corsi C1. Codice	Corsi C1. NomeCorso	Corsi C1. Semestre	Corsi C1. MatrDocente	Corsi C2. Codice	Corsi C2. NomeCorso	Corsi C2. Semestre	Corsi C2. MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102	M2170	Informatica 1	1	D102
M2170	Informatica 1	1	D102	M4880	Sistemi digitali	2	D104
M2170	Informatica 1	1	D102	F1401	Elettronica	1	D104
<i>M2170</i>	<i>Informatica 1</i>	<i>1</i>	<i>D102</i>	<i>F0410</i>	<i>Basi di dati</i>	<i>2</i>	<i>D102</i>
M4880	Sistemi digitali	2	D104	M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104	M4880	Sistemi digitali	2	D104
<i>M4880</i>	<i>Sistemi digitali</i>	<i>2</i>	<i>D104</i>	<i>F1401</i>	<i>Elettronica</i>	<i>1</i>	<i>D104</i>
M4880	Sistemi digitali	2	D104	F0410	Basi di dati	2	D102
F1401	Elettronica	1	D104	M2170	Informatica 1	1	D102
<i>F1401</i>	<i>Elettronica</i>	<i>1</i>	<i>D104</i>	<i>M4880</i>	<i>Sistemi digitali</i>	<i>2</i>	<i>D104</i>
F1401	Elettronica	1	D104	F1401	Elettronica	1	D104
F1401	Elettronica	1	D104	F0410	Basi di dati	2	D102
<i>F0410</i>	<i>Basi di dati</i>	<i>2</i>	<i>D102</i>	<i>M2170</i>	<i>Informatica 1</i>	<i>1</i>	<i>D102</i>
F0410	Basi di dati	2	D102	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102	F0410	Basi di dati	2	D102



Theta-join: esempio

Corsi C1. Codice	Corsi C1. NomeCorso	Corsi C1. Semestre	Corsi C1. MatrDocente	Corsi C2. Codice	Corsi C2. NomeCorso	Corsi C2. Semestre	Corsi C2. MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	<i>D102</i>	F0410	Basi di dati	2	D102
M4880	Sistemi digitali	2	<i>D104</i>	F1401	Elettronica	1	D104
F1401	Elettronica	1	<i>D104</i>	M4880	Sistemi digitali	2	D104
F0410	Basi di dati	2	<i>D102</i>	M2170	Informatica 1	1	D102



R

Corsi C1. MatrDocente
D102
D104

Equi-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

- L'equi-join è un caso particolare del theta-join in cui θ è l'operatore di uguaglianza (=).

Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente	Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
M2170	Informatica 1	1	D102	D102	Verdi	Informatica
M4880	Sistemi digitali	2	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F1401	Elettronica	1	D104	D104	Bianchi	Elettronica
F0410	Basi di dati	2	D102	D102	Verdi	Informatica

Semi-join: definizione e proprietà

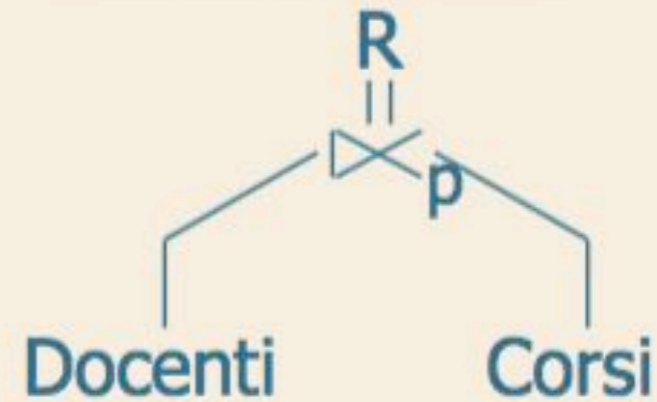
$$R = A \bowtie_p B$$

- Il semi-join di due relazioni A e B genera una relazione R
 - *avente lo stesso schema di A*
 - *contenente tutte le n -uple di A per cui è vero il predicato p*
- Il predicato p è espresso nella stessa forma del theta-join (confronto fra attributi di A e B)
- Il semi-join può essere espresso in funzione del theta-join: $A \bowtie_p B = \pi_{\text{schema}(A)}(A \bowtie_p B)$
- Il semi-join **non gode** della proprietà commutativa

Semi-join: esempio

➤ *Trovare le informazioni relative ai docenti titolari di almeno un corso*

$R = \text{Docenti} \bowtie_p \text{Corsi}$



$p: \text{Docenti.MatrDocente} = \text{Corsi.MatrDocente}$

R

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Si osservi che il semi-join effettua la proiezione dei soli attributi del docente

Semi-join: esempio

Docenti

<u>MatrDocente</u>	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Corsi

<u>Codice</u>	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	D102
M4880	Sistemi digitali	2	D104
F1401	Elettronica	1	D104
F0410	Basi di dati	2	D102

Semi-join: esempio

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
<i>D102</i>	<i>Verdi</i>	<i>Informatica</i>	<i>M2170</i>	<i>Informatica 1</i>	<i>1</i>	<i>D102</i>
D102	Verdi	Informatica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D102	Verdi	Informatica	F1401	Elettronica	1	D104
<i>D102</i>	<i>Verdi</i>	<i>Informatica</i>	<i>F0410</i>	<i>Basi di dati</i>	<i>2</i>	<i>D102</i>
D105	Neri	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D105	Neri	Informatica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D105	Neri	Informatica	F1401	Elettronica	1	D104
D105	Neri	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M2170	Informatica 1	1	D102
<i>D104</i>	<i>Bianchi</i>	<i>Elettronica</i>	<i>M4880</i>	<i>Sistemi digitali</i>	<i>2</i>	<i>D104</i>
<i>D104</i>	<i>Bianchi</i>	<i>Elettronica</i>	<i>F1401</i>	<i>Elettronica</i>	<i>1</i>	<i>D104</i>
D104	Bianchi	Elettronica	F0410	Basi di dati	2	D102

Semi-join: esempio

<i>Docenti. MatrDocente</i>	<i>Docenti. NomeDoc</i>	<i>Docenti. Dipartimento</i>	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
<i>D102</i>	<i>Verdi</i>	<i>Informatica</i>	M2170	Informatica 1	1	D102
<i>D102</i>	<i>Verdi</i>	<i>Informatica</i>	F0410	Basi di dati	2	D102
<i>D104</i>	<i>Bianchi</i>	<i>Elettronica</i>	M4880	Sistemi digitali	2	D104
<i>D104</i>	<i>Bianchi</i>	<i>Elettronica</i>	F1401	Elettronica	3	D104



R

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Outer-join

Outer-join

- Variante del join che permette di conservare l'informazione relativa alle tuple non semanticamente legate dal predicato di join
 - *completa con valori nulli le n-uple prive di controparte*
- Esistono tre tipi di **outer-join**
 - *left: sono completate solo le n-uple del primo operando*
 - *right: sono completate solo le n-uple del secondo operando*
 - *full: sono completate le n-uple di entrambi gli operandi*

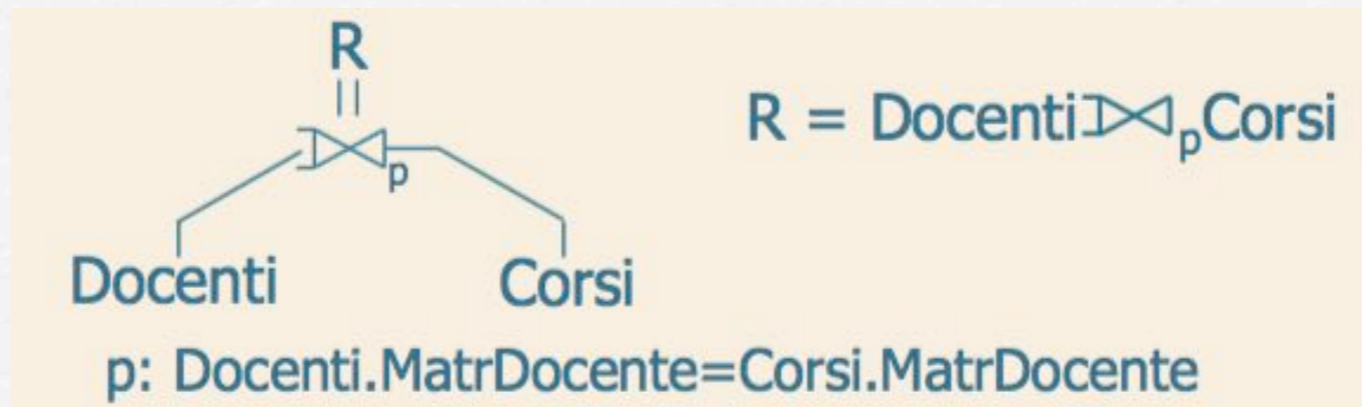
Left outer-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

- Il left outer-join di due relazioni A e B genera una relazione R
 - ➔ avente come schema l'unione degli schemi di A e di B
 - ➔ contenente le coppie formate da
 - *una n -upla di A e una n -upla di B per cui è vero il predicato p*
 - *una n -upla di A che non è correlata mediante il predicato p a n -uple di B completata con valori nulli per tutti gli attributi di B*
- Il left outer-join **non è** commutativo

Left outer-join: esempio

Trovare le informazioni sui docenti e sui corsi che tengono



R

Docenti. MatrDocente	Docenti. NomeDoc	Docenti. Dipartimento	Corsi. Codice	Corsi. NomeCorso	Corsi. Semestre	Corsi. MatrDocente
D102	Verdi	Informatica	M2170	Informatica 1	1	D102
D102	Verdi	Informatica	F0410	Basi di dati	2	D102
D104	Bianchi	Elettronica	M4880	Sistemi digitali	2	D104
D104	Bianchi	Elettronica	F1401	Elettronica	1	D104
<i>D105</i>	<i>Neri</i>	<i>Informatica</i>	<i>null</i>	<i>null</i>	<i>null</i>	<i>null</i>

Right outer-join: definizione

$$R = A \bowtie_p B$$

- Il right outer-join di due relazioni A e B genera una relazione R
 - ➔ avente come schema l'unione degli schemi di A e di B
 - ➔ contenente le coppie formate da
 - *una n -upla di A e una n -upla di B per cui è vero il predicato p*
 - *una n -upla di B che non è correlata mediante il predicato p a n -uple di A completata con valori nulli per tutti gli attributi di A*
- Il right outer-join **non è** commutativo

Full outer-join: definizione

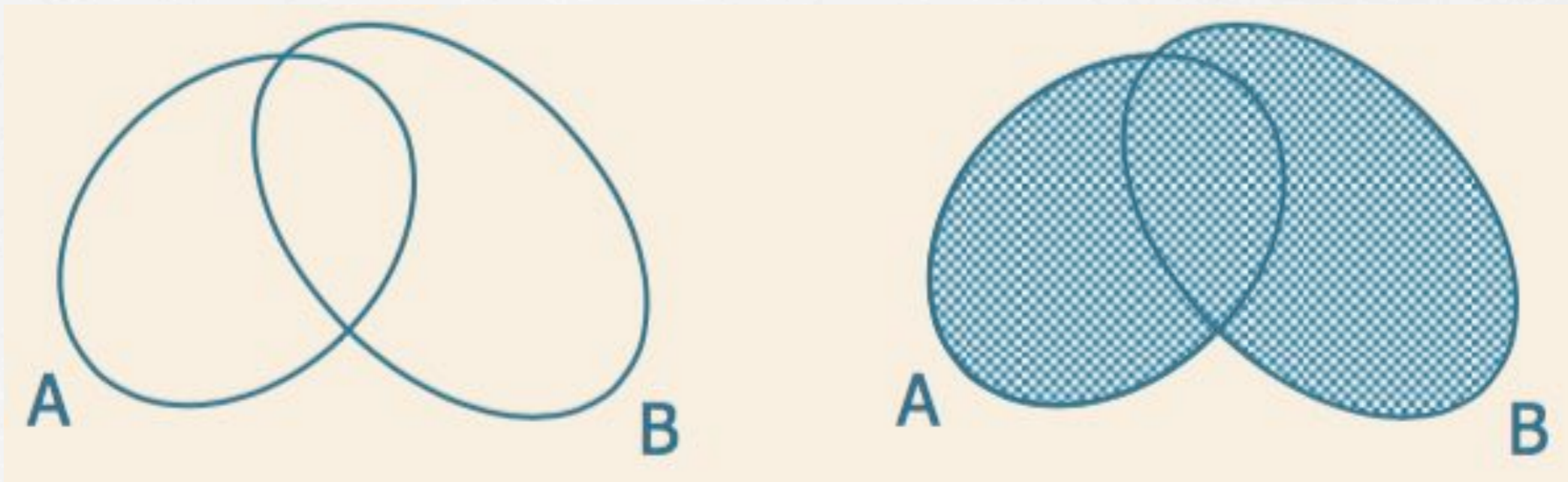
$$R = A \bowtie_p B$$

- Il full outer-join di due relazioni A e B genera una relazione R
 - ➔ avente come schema l'unione degli schemi di A e di B
 - ➔ contenente le coppie formate da
 - *una n -upla di A e una n -upla di B per cui è vero il predicato p*
 - *una n -upla di A che non è correlata mediante il predicato p a n -uple di B completata con valori nulli per tutti gli attributi di B*
 - *una n -upla di B che non è correlata mediante il predicato p a n -uple di A completata con valori nulli per tutti gli attributi di A*
- Il full outer-join è commutativo

Unione e intersezione

Unione

- L'**unione** di due relazioni A e B seleziona tutte le n -uple presenti in almeno una delle due relazioni



Unione: definizione e proprietà

$$R = A \cup B$$

- L'unione di due relazioni A e B genera una relazione R
 - *avente lo stesso schema di A*
 - *contenente tutte le n -uple provenienti da A e da B*
- Le due relazioni devono avere lo **stesso schema** (numero e tipo di attributi)
- Le n -uple duplicate sono eliminate
- L'unione è commutativa e associativa

Unione: esempio

Trovare le informazioni relative ai docenti dei corsi di laurea o di master

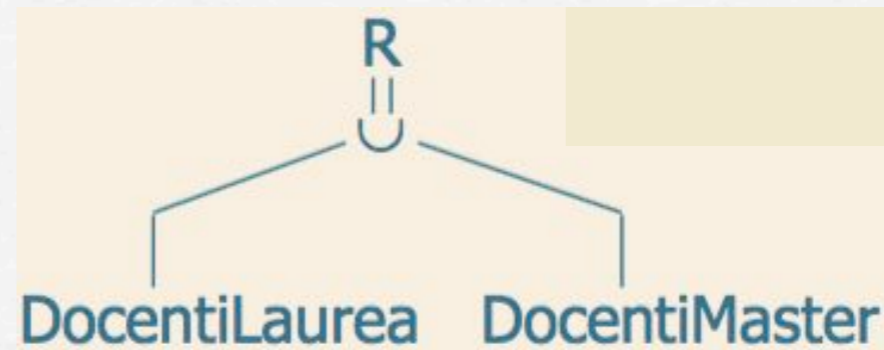
DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

$$R = \text{DocentiLaurea} \cup \text{DocentiMaster}$$



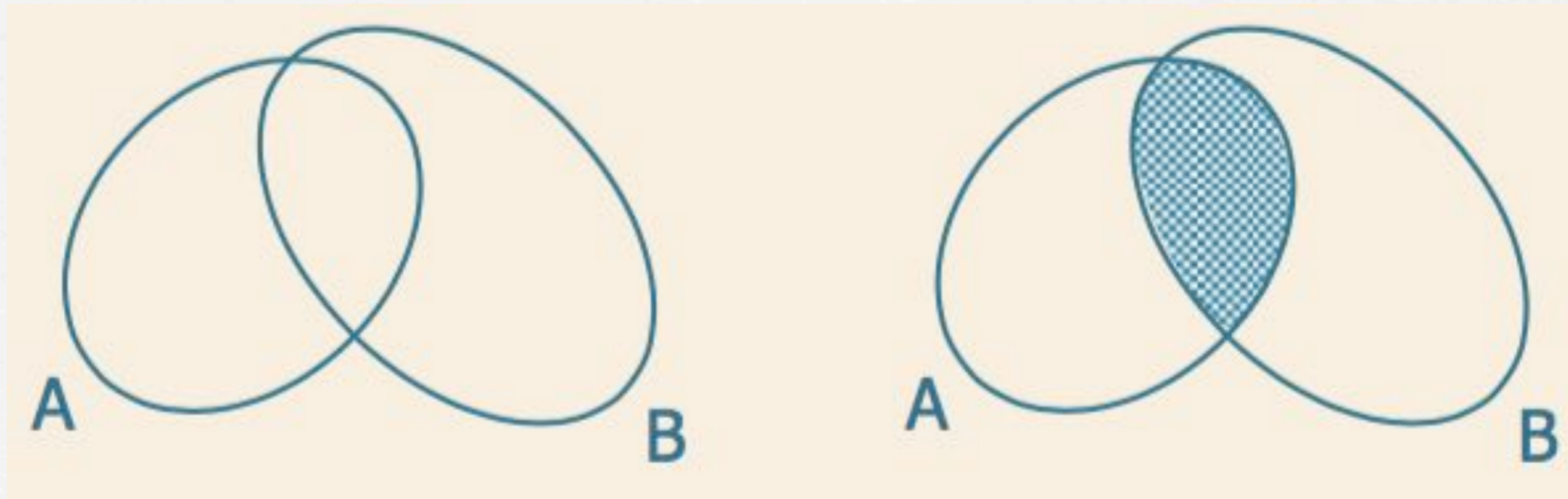
R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica
D101	Rossi	Elettrica

N.B. Non vi sono righe duplicate

Intersezione

- L'**intersezione** di due relazioni A e B seleziona tutte le n -uple presenti in entrambe le relazioni



Intersezione: definizione e proprietà

$$R = A \cap B$$

- L'intersezione di due relazioni A e B genera una relazione R
 - *avente lo stesso schema di A*
 - *contenente le sole n -uple appartenenti sia ad A che a B*
- Le due relazioni devono avere lo **stesso schema** (numero e tipo di attributi)
- L'intersezione è commutativa e associativa



Intersezione: esempio

Trovare le informazioni dei docenti che insegnano sia nei corsi di laurea che nei master

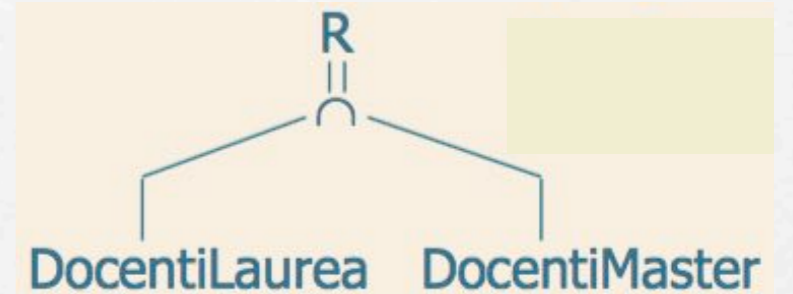
DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

$$R = \text{DocentiLaurea} \cap \text{DocentiMaster}$$

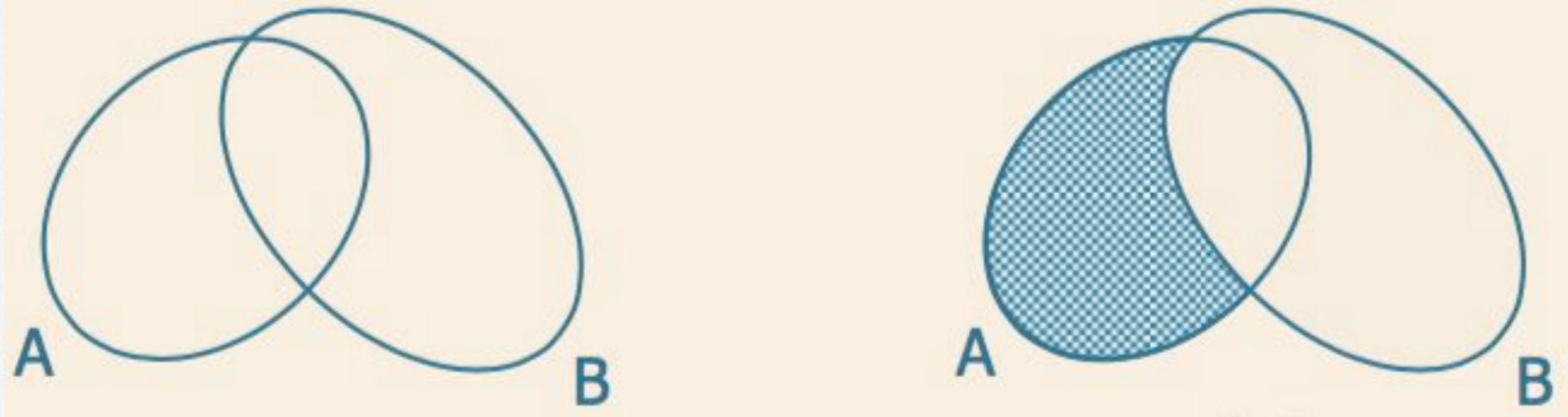


MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica

Differenza e anti-join

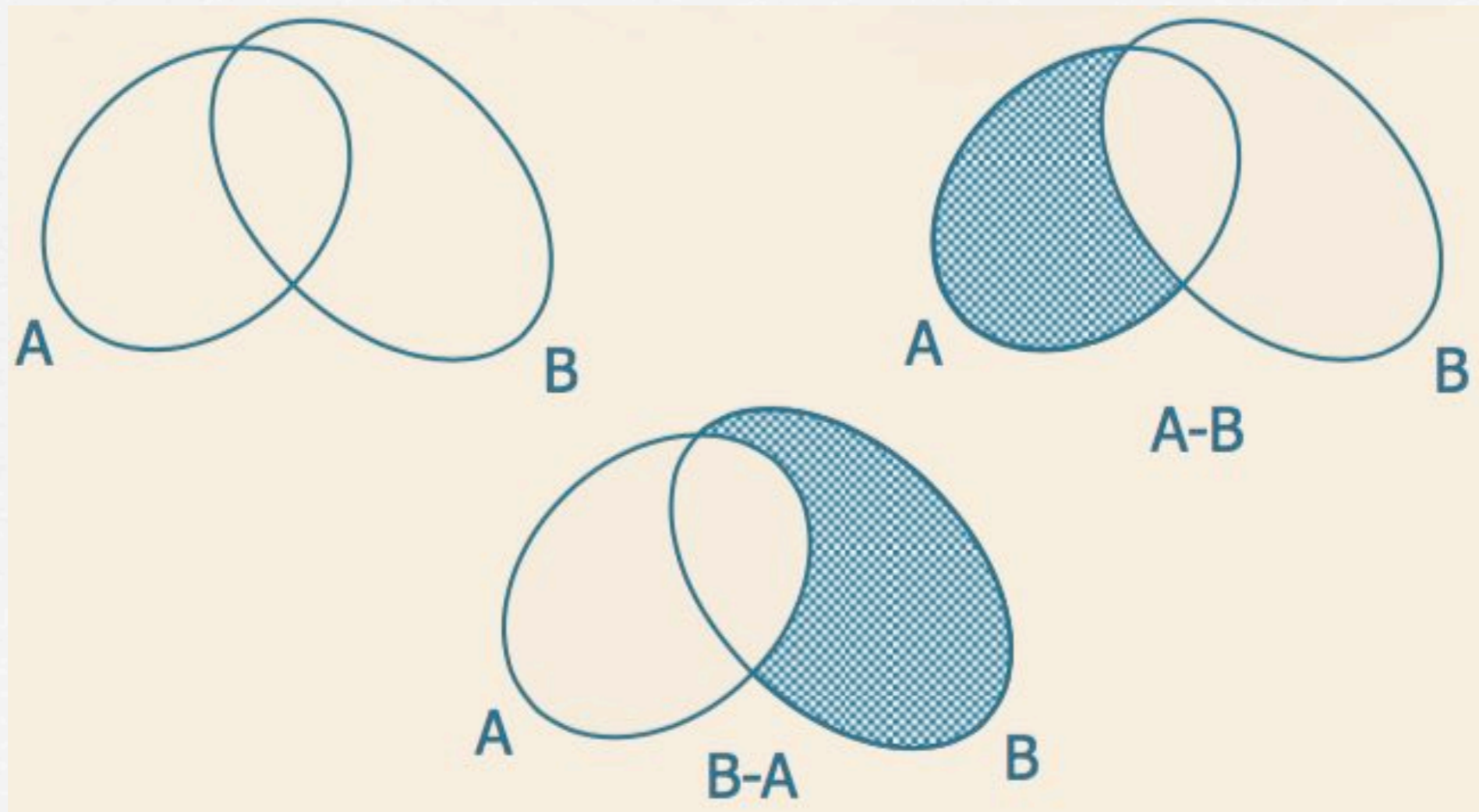
Differenza

- La **differenza** di due relazioni A e B seleziona tutte le n -uple presenti in A ma non in B



Differenza

$$A - B \neq B - A$$



Differenza: definizione e proprietà

$$R = A - B$$

- L'intersezione di due relazioni A e B genera una relazione R
 - *avente lo stesso schema di A*
 - *contenente le n -uple di A che non appartengono a B*
- Le due relazioni devono avere lo **stesso schema** (numero e tipo di attributi)
- La differenza **non è** né commutativa né associativa



Differenza: esempio 1

Trovare le informazioni dei docenti che insegnano nei corsi di laurea ma non nei master

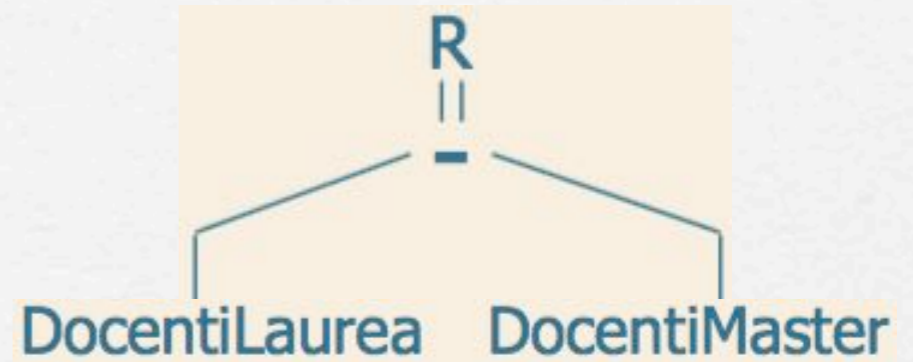
DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
<i>D105</i>	<i>Neri</i>	<i>Informatica</i>
<i>D104</i>	<i>Bianchi</i>	<i>Elettronica</i>

DocentiMaster

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

$$R = \text{DocentiLaurea} - \text{DocentiMaster}$$



MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

Differenza: esempio 2

Trovare le informazioni dei docenti che insegnano nei master ma non nei corsi di laurea

$$R = \text{DocentiMaster} - \text{DocentiLaurea}$$

DocentiMaster

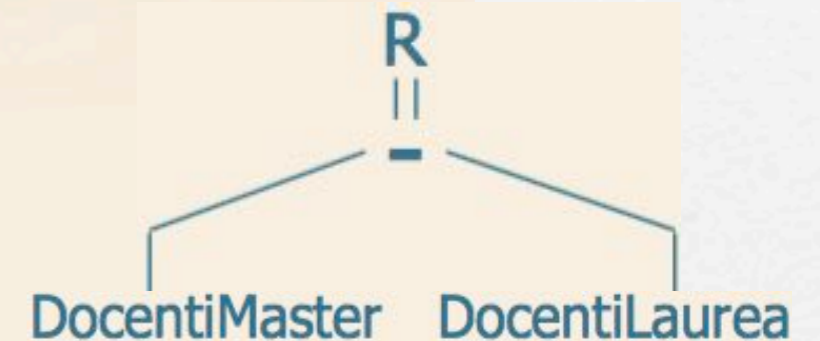
MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D101	Rossi	Elettrica

DocentiLaurea

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
D105	Neri	Informatica
D104	Bianchi	Elettronica

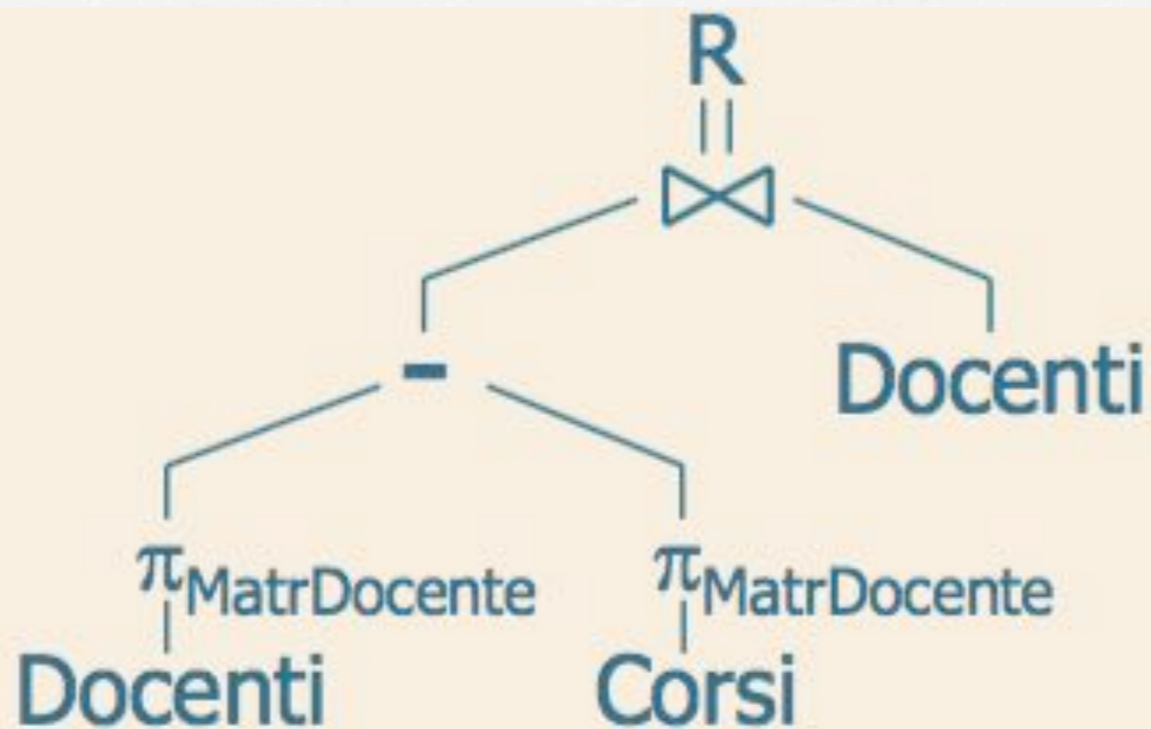
R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D101	Rossi	Elettrica



Differenza: esempio 3

Trovare matricola, nome e dipartimento dei docenti che non tengono corsi



$$R = \text{Docenti} \bowtie ((\pi_{\text{MatrDocente}} \text{Docenti}) - (\pi_{\text{MatrDocente}} \text{Corsi}))$$

Differenza: esempio 3

Matricole dei docenti

Docenti

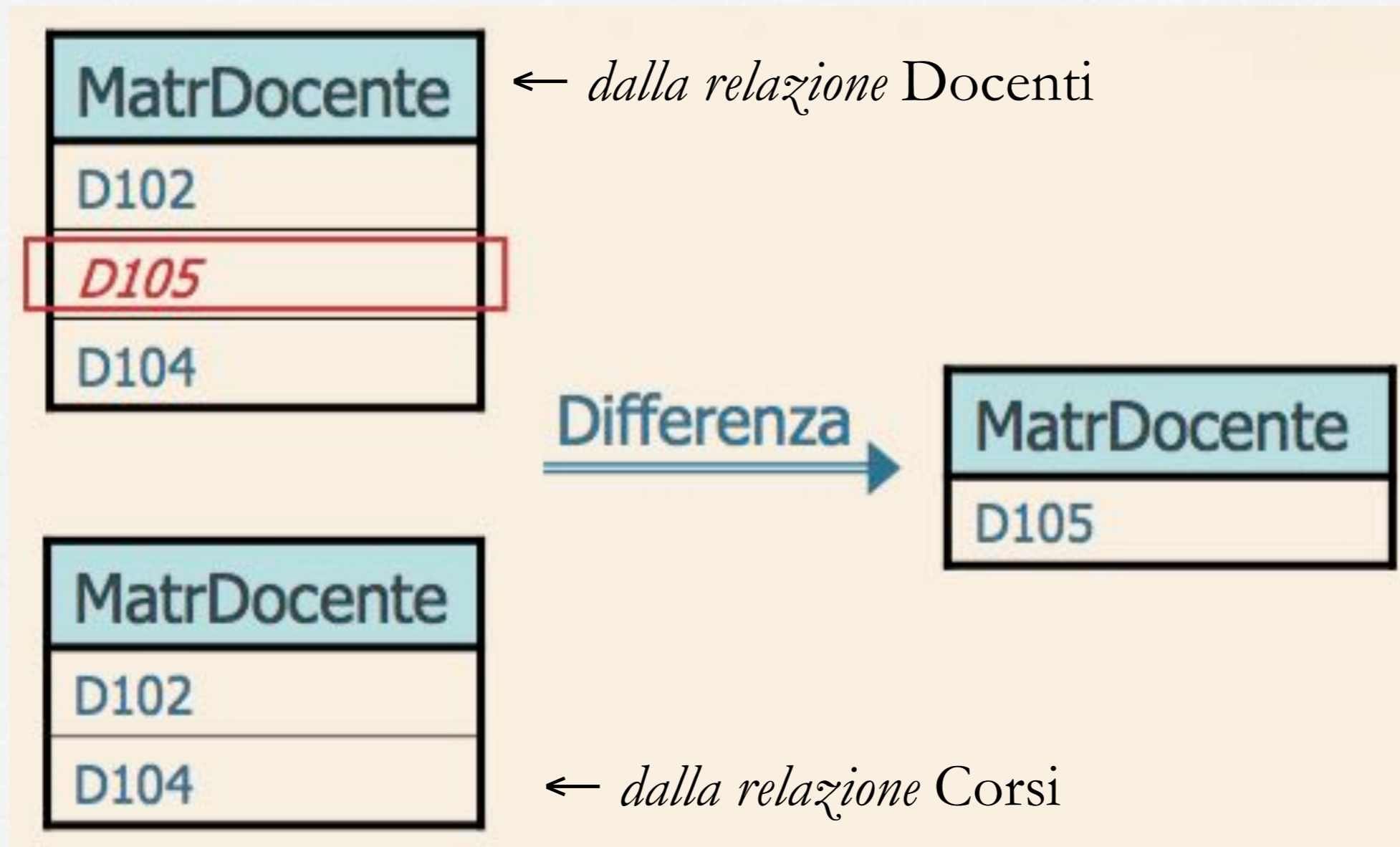
MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
<i>D102</i>	Verdi	Informatica
<i>D105</i>	Neri	Informatica
<i>D104</i>	Bianchi	Elettronica

Corsi

Codice	NomeCorso	Semestre	MatrDocente
M2170	Informatica 1	1	<i>D102</i>
M4880	Sistemi digitali	2	<i>D104</i>
F1401	Elettronica	1	<i>D104</i>
F0410	Basi di dati	2	<i>D102</i>

Matricole dei docenti che tengono almeno un corso

Differenza: esempio 3



Differenza: esempio 3

MatrDocente

D105

Docenti

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D102	Verdi	Informatica
<i>D105</i>	<i>Neri</i>	<i>Informatica</i>
D104	Bianchi	Elettronica

Natural Join

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica

Anti-join: definizione e proprietà

$$R = A \bar{\bowtie}_p B$$

- L'anti-join di due relazioni A e B genera una relazione R
 - *avente lo stesso schema di A*
 - *contenente tutte le n -uple di A per cui non esiste nessuna n -upla in B per cui è vero il predicato p*
- Il predicato p è espresso nella stessa forma del theta-join e del semi-join
- L'anti-join **non gode** né della proprietà commutativa, né della proprietà associativa

Anti-join: esempio

Trovare matricola, nome e dipartimento dei docenti che non tengono corsi

$R = \text{Docenti} \not\bowtie_p \text{Corsi}$

$p: \text{Docenti.MatrDocente} = \text{Corsi.MatrDocente}$

R

MatrDocente	NomeDoc	Dipartimento
D105	Neri	Informatica

Divisione e altri operatori

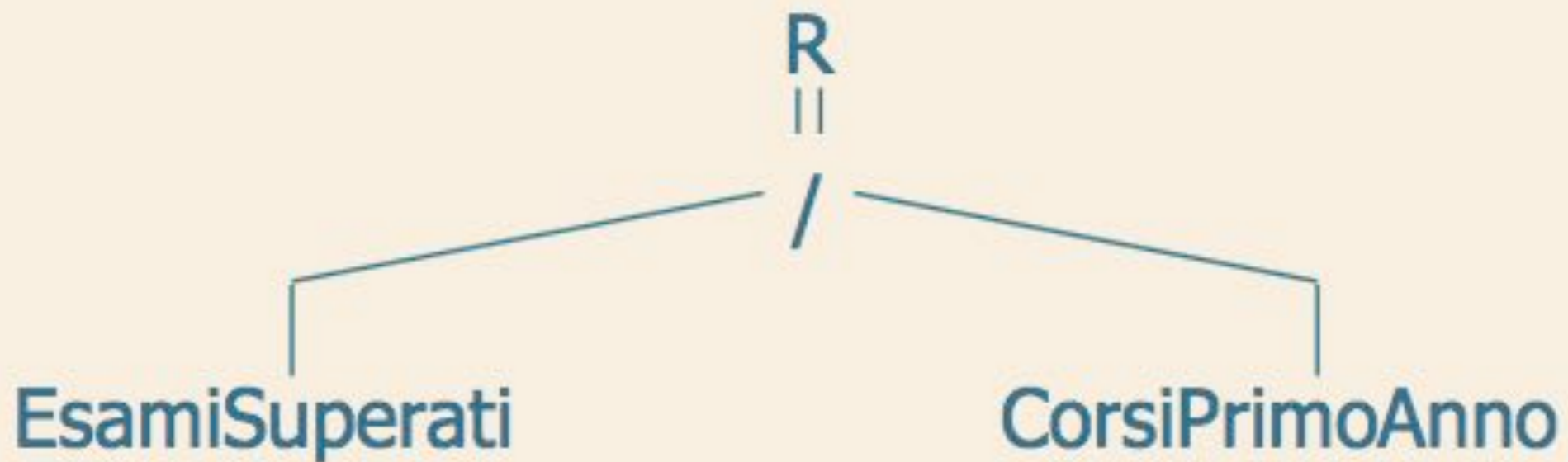
Divisione: definizione e proprietà

$$R = A / B$$

- La divisione della relazione A per la relazione B genera una relazione R
 - *avente come schema* $\text{schema}(A) - \text{schema}(B)$
 - *contenente tutte le n -uple di A tali che per ogni n -upla $(Y:y)$ presente in B esiste una n -upla $(X:x, Y:y)$ in A*
- La divisione **non gode** né della proprietà commutativa, né della proprietà associativa

Divisione: esempio

Trovare le matricole degli studenti che hanno superato tutti i corsi del 1° anno



$$R = \text{EsamiSuperati} / \text{CorsiPrimoAnno}$$

Divisione: esempio

EsamiSuperati

MatrStudente	CodCorso
S1	C1
<i>S1</i>	<i>C2</i>
S1	C3
<i>S1</i>	<i>C4</i>
S1	C5
S1	C6
S2	C1
S2	C2
S3	C2
<i>S4</i>	<i>C2</i>
<i>S4</i>	<i>C4</i>
S4	C5

CorsiPrimoAnno

CodCorso
C2
C4



R

MatrStudente
S1
S4

Tutti i corsi del primo anno (C2 e C4) sono stati superati dagli studenti con matricola S1 ed S4.

Altri operatori

- Sono stati proposti numerosi altri operatori per estendere il potere espressivo dell'algebra relazionale
 - *estensione con un nuovo attributo (calcolato), definito da un'espressione scalare: $\text{Peso_Lordo} = \text{Peso_Netto} + \text{Tara}$*
- Calcolo di funzioni aggregate
 - *max, min, avg, count, sum*
 - *eventualmente con la definizione di sottoinsiemi in cui raggruppare i dati (GROUP BY di SQL)*