

L'algebra relazionale come linguaggio di interrogazione

P. Rullo

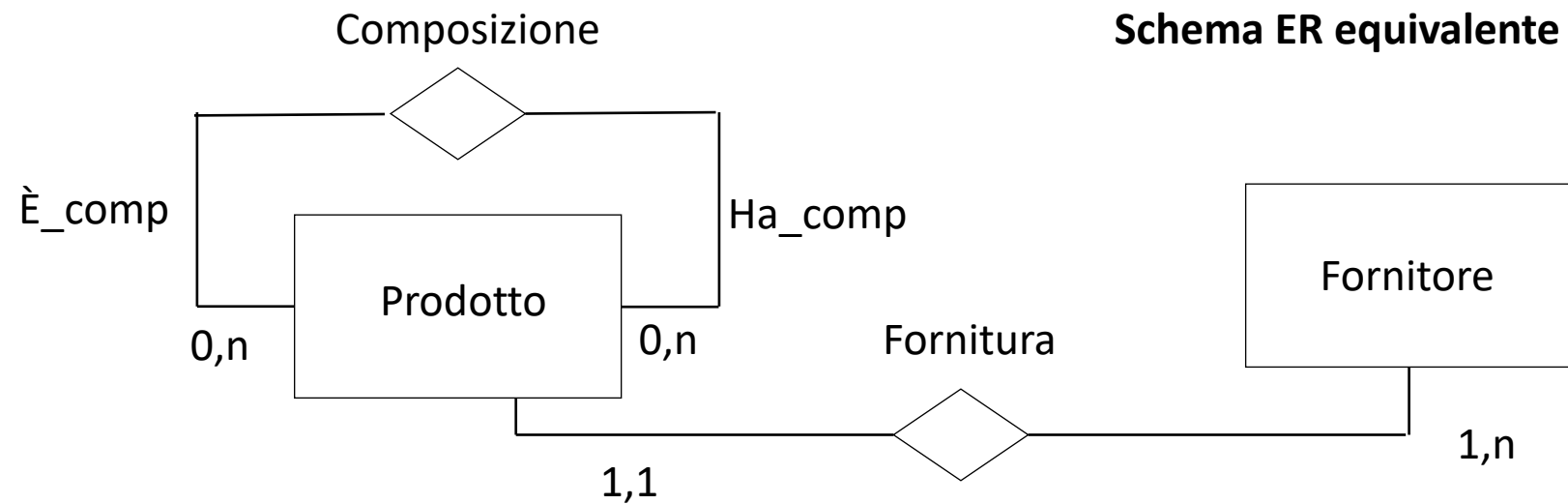
rullo@unical.it

AR per le interrogazioni

- Usando gli operatori dell'AR è possibile costruire delle espressioni che producono come risultato una relazione
- Tali espressioni possono essere utilizzate per formulare interrogazioni sulle BD relazionali

Base di Dati di esempio

- **Prodotto**(codP, colore, prezzo, forn*)
 - **Fornitore**(codF, nome, città)
 - **Composizione**(*prod**, *comp**)
- Gli attributi *prod* e *comp* sono chiavi secondarie definite sul codice dei prodotti



Base di Dati di esempio

- **Prodotto**(codP, colore, prezzo, forn*)
- **Fornitore**(codF, nomeF, città)
- **Composizione**(prod*, comp*)

SCHEMA
LOGICO

Prodotto

codP	colore	prezzo	forn
p1	giallo	100	f2
p2	verde	50	f2
p3	giallo	60	f1
p4	rosso	150	f1

Fornitore

codF	nome	città
f1	lucio	roma
f2	lucia	parma

Composizione

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p2	p4
p3	p4

BASE DI
DATI

Interrogazioni - proiezione-selezione

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
 - Fornitore(codF, nome, città)
 - Composizione(prod*, comp*)
-
- Codice dei componenti del prodotto p1

$$\pi_{comp}(\sigma_{prod=p1}(Composizione))$$

- Tutta l'informazione è racchiusa nella relazione Composizione, per cui è sufficiente utilizzare operatori unari

Interrogazioni - proiezione-selezione

- Codice dei componenti del prodotto p1

$$\pi_{comp}(\sigma_{prod=p1}(Composizione))$$

Composizione

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p2	p4
p3	p4

Risposta: relazione R(comp)
che ha due elementi: p2 e p3

Interrogazioni - proiezione-selezione

- **Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)**
- **Fornitore(codF, nome, città)**
- **Composizione(prod*, comp*)**
- Codice e prezzo dei prodotti rossi oppure forniti da f1

$$\pi_{codP, prezzo}(\sigma_{colore=rosso \text{ OR } forn=f1}(Prodotto))$$

- Formulazione alternativa

$$\pi_{codP, prezzo}(\sigma_{colore=rosso} Prodotto \cup \sigma_{forn=f1} Prodotto)$$

Interrogazioni - proiezione-selezione-join

- **Prodotto**(codP, colore, prezzo, forn*)
- **Fornitore**(codF, nome, città)
- **Composizione**(prod*, comp*)
- Colore dei prodotti di cui è componente il prodotto p3
 - Relazioni coinvolte: Prodotto e Composizione

$$\pi_{colore}(\sigma_{comp=p3}(Composizione \bowtie_{prod=codP} Prodotto))$$

$$\pi_{colore}(\sigma_{comp=p3}(Composizione) \bowtie_{prod=codP} Prodotto)$$

- **NOTA:** Il join tra Prodotto e Composizione si basa su una condizione di uguaglianza tra la chiave primaria codP e la chiave secondaria prod

Interrogazioni - proiezione-selezione-join

$$\pi_{colore}(\sigma_{comp=p3}(Composizione \bowtie_{prod=codP} Prodotto))$$

Prodotto

codP	colore	prezzo	forn
p1	giallo	100	f2
p2	verde	50	f2
p3	giallo	60	f1
p4	rosso	150	f1

Composizione

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p2	p4
p3	p4

$\bowtie_{prod=codP}$

codP	colore	prezzo	forn	comp
p1	giallo	100	f2	p2
p1	giallo	100	f2	p3
p2	verde	50	f2	p3
p2	verde	50	f2	p4
p3	giallo	60	f1	p4

col=giallo

Composizione $\bowtie_{prod=cod}$ Prodotto

comp=p3

Interrogazioni - proiezione-selezione-join

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
- Fornitore(codF, nome, città)
- Composizione(prod*, comp*)
- Nome dei fornitori dei prodotti di colore giallo
 - Relazioni coinvolte: Prodotto e Fornitore

$$\pi_{nome}(\sigma_{colore=giallo} Prodotto \bowtie_{forn=codF} Fornitore)$$

ESERCIZIO

- Codici dei Fornitori di prodotti che hanno il componente p2

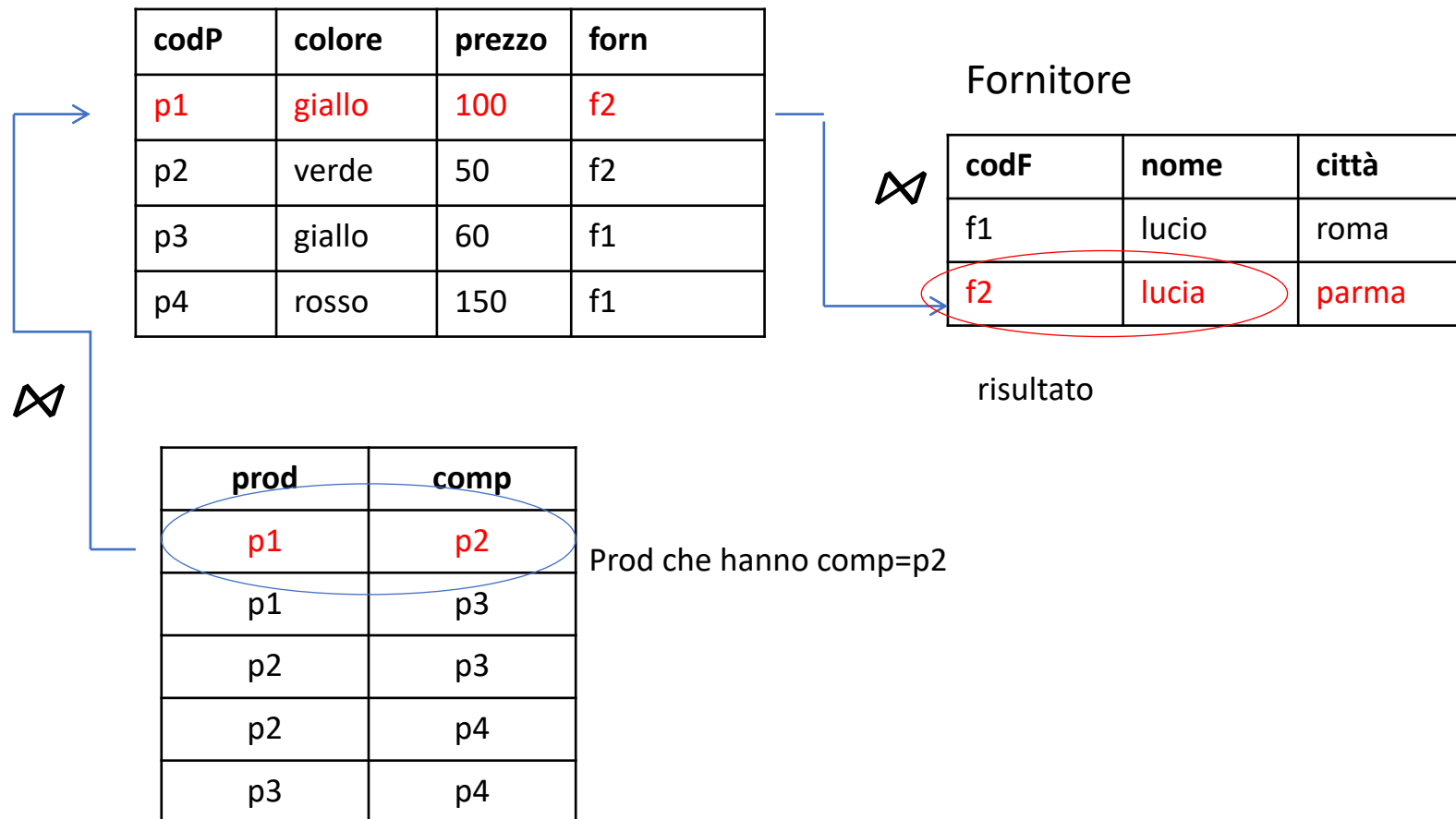
Interrogazioni - proiezione-selezione-join

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
 - Fornitore(codF, nome, città)
 - Composizione(prod*, comp*)
-
- Codici e nomi dei Fornitori di prodotti che hanno il componente p2

$$\pi_{codF, nome} \left(\left(Prod \bowtie_{codP=prod} (\sigma_{comp=p2} Comp) \right) \bowtie_{forn=codF} Forn \right)$$

Interrogazioni - proiezione-selezione-join

$$\pi_{codF,nome} \left(\left(Prod \bowtie_{codP=prod} \left(\sigma_{comp=p2} Comp \right) \right) \bowtie_{forn=codF} Forn \right)$$



Interrogazioni - proiezione-selezione-join

- **Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)**
 - **Fornitore(codF, nome, città)**
 - **Composizione(prod*, comp*)**
-
- Nomi dei Fornitori dei componenti di prodotti di colore giallo

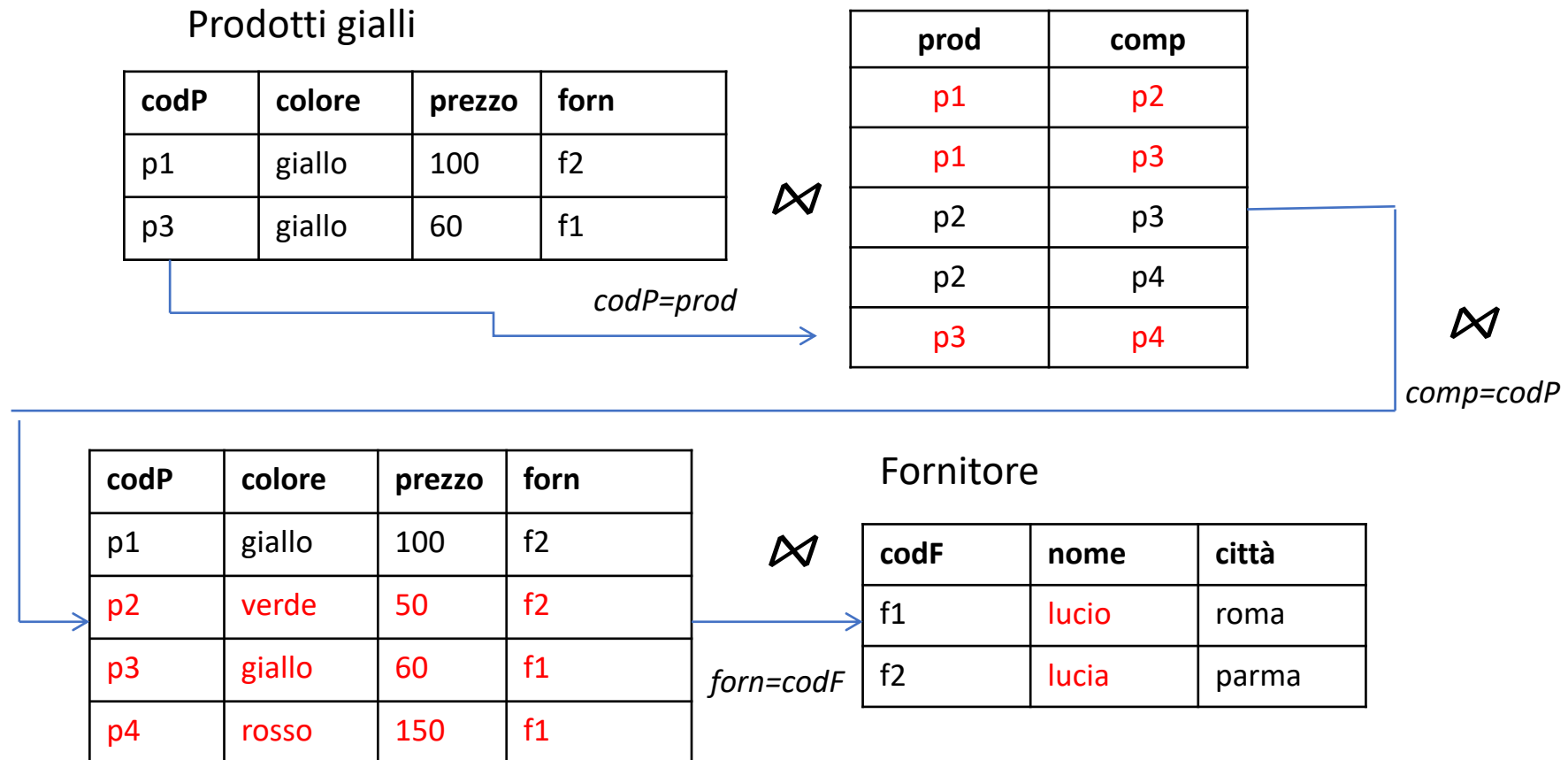
$$\pi_{nomeF}(((\sigma_{col=giallo} Prod \bowtie_{codP=prod} Comp) \bowtie_{codP=comp} Prod) \bowtie_{forn=codF} Forn)$$

equivalente a

$$\pi_{nomeF}(\sigma_{col=giallo} Prod \bowtie_{codP=prod} Comp \bowtie_{comp=codP} Prod \bowtie_{forn=codF} Forn)$$

Interrogazioni - proiezione-selezione-join

$\pi_{nomeF}(\sigma_{col=giallo} Prod \bowtie_{codP=prod} Comp \bowtie_{comp=codP} Prod \bowtie_{forn=codF} Forn)$



Interrogazioni - proiezione-selezione-join

- **Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)**
- **Fornitore(codF, nome, città)**
- **Composizione(prod*, comp*)**
- Coppie di codici di prodotti con lo stesso prezzo
 - Relazioni coinvolte: Prodotto

$$\pi_{codP, codP'}(\sigma_{codP \neq codP' \wedge prezzo = prezzo'}(Prodotto \bowtie Prodotto'))$$

$$Prodotto' = \rho_{codP' \leftarrow codP, colore' \leftarrow colore, prezzo' \leftarrow prezzo, forn' \leftarrow forn} Prodotto$$

- NOTA: per fare il prodotto cartesiano di Prodotto con se stesso abbiamo dovuto procedere ad una ridenominazione di Prodotto

Interrogazioni - proiezione-selezione-join

Prodotto

codP	colore	prezzo	forn
p1	giallo	100	f2
p2	verde	50	f2
p3	giallo	100	f1
p4	rosso	150	f1

Prodotto'

codP'	colore'	prezzo'	Forn'
p1	giallo	100	f2
p2	verde	50	f2
p3	giallo	100	f1
p4	rosso	150	f1



Prodotto x Prodotto'

codP	colore	prezzo	forn	codP'	colore'	prezzo'	Forn'
p1	giallo	100	f2	p1	giallo	100	f2
p1	giallo	100	f2	p2	verde	50	f2
p1	giallo	100	f2	p3	giallo	100	f1
..
p2	verde	50	f2	p1	giallo	100	f2
..
p3	giallo	100	f1	p1	giallo	100	f2

$\text{codP} \neq \text{codP}' \wedge$
 $\text{prezzo} = \text{prezzo}'$

Interrogazioni – uso di Join esterni

Prodotto

codP	colore	prezzo	forn
p1	giallo	100	f2
p2	verde	50	f2
p3	giallo	60	f1
p4	rosso	150	f1

$\bowtie^L_{codP=prod}$

Composizione

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p2	p4
p3	p4

codP	colore	prezzo	forn	comp
p1	giallo	100	f2	p2
p1	giallo	100	f2	p3
p2	verde	50	f2	p3
p2	verde	50	f2	p4
p3	giallo	60	f1	p4
p4	rosso	150	f1	NULL

Tutti i prodotti con relativi
eventuali componenti

Interrogazioni – Unione e Intersezione

- **Persona**(CF, nome)
- **Padre**(padre*, figlio*)
- **Madre**(madre*, figlio*)

- Generare la relazione Genitore

$$Gen(gen, figlio) = \rho_{gen \leftarrow padre} Padre \cup \rho_{gen \leftarrow madre} Madre$$

Persona	
CF	nome
x	nino
Y	marta
z	clara
w	gino

Padre	
padre	figlio
x	y
w	z

Madre	
madre	figlio
z	y

Gen	
gen	figlio
x	y
z	y
w	z

Interrogazioni – Unione e Intersezione

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
- Fornitore(codF, nome, città)
- Composizione(prod*, comp*)

Esercizio

1. Codici dei fornitori che forniscono sia il prodotto p1 sia il prodotto p2
2. Codici dei fornitori che hanno lo stesso nome del fornitore f1 o f2
3. Codici dei fornitori che forniscono il prodotto p1 oppure sono di Roma
4. Codici dei prodotti che hanno tra i loro component sia p1 che p2

Interrogazioni - Uso della differenza

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
- Fornitore(codF, nome, città)
- Composizione(prod*, comp*)

➤ Codice dei prodotti che NON hanno componenti

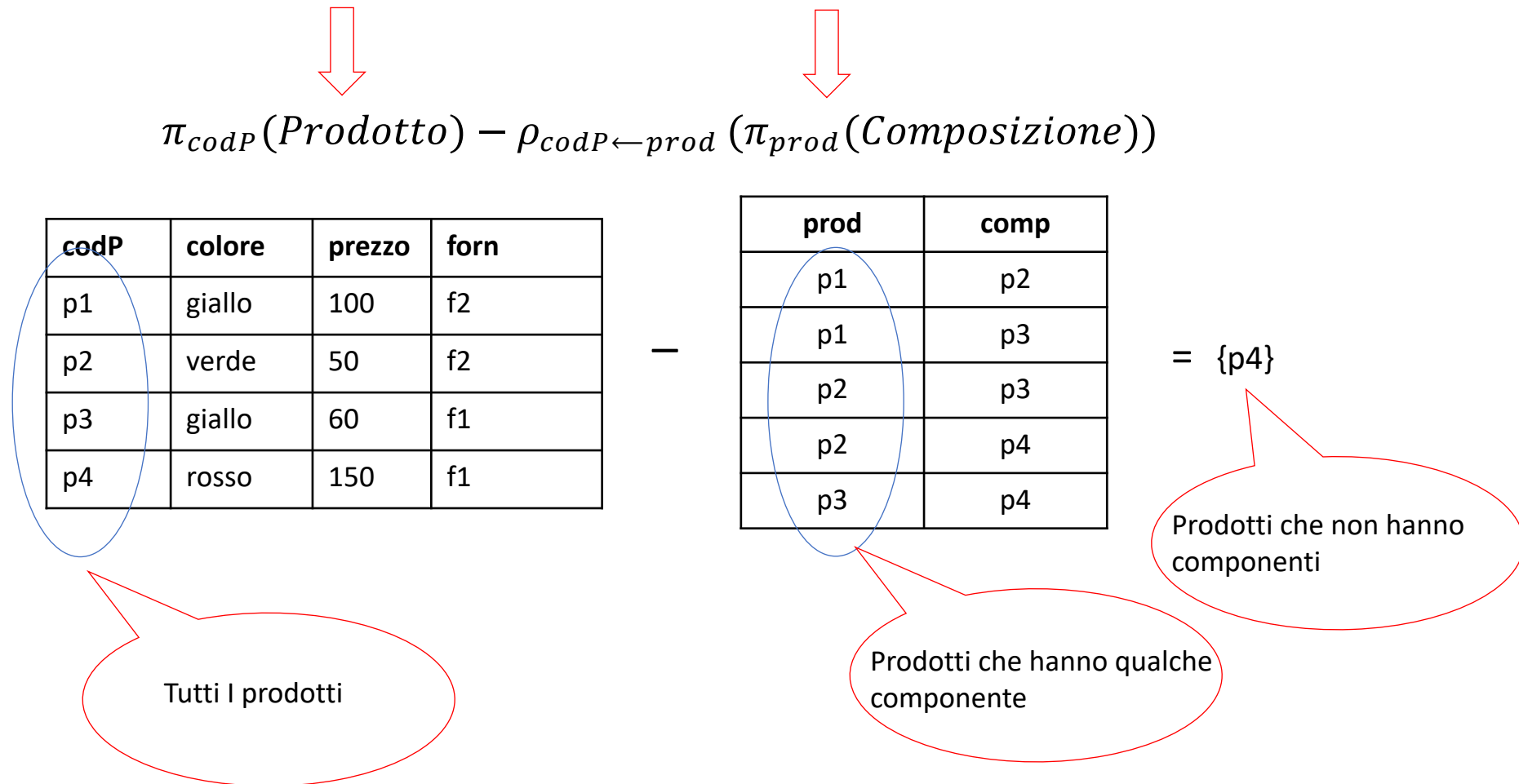
- Relazioni coinvolte: Prodotto e Composizione

$$\pi_{codP}(Prodotto) - \rho_{codP \leftarrow prod}(\pi_{prod}(Composizione))$$

- NOTA: interrogazione *negativa*. In AR è necessario usare l'operatore "differenza"

Interrogazioni - Uso della differenza

➤ Codice dei prodotti che NON hanno componenti



Interrogazioni - Uso della differenza

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
- Fornitore(codF, nome, città)
- Composizione(prod*, comp*)

➤ Codici dei fornitori che NON forniscono il prodotto p1

- Relazioni coinvolte: Prodotto e Fornitore

$$\pi_{codF}Forn - \rho_{codF \leftarrow forn}(\pi_{forn}(\sigma_{codP=p1}Prod))$$

- All'insieme dei codici dei fornitori detraiamo quelli che forniscono p1

Interrogazioni - Uso della differenza

- **Prodotto**(codP, colore, prezzo, forn*)
 - **Fornitore**(codF, nome, città)
 - **Composizione**(prod*, comp*)
- Codici dei prodotti che NON hanno componenti con un prezzo maggiore di 100
- Suddividiamo il problema in due sottoproblemi:
 - codici dei prodotti che hanno qualche componente con un prezzo maggiore di 100
- $$R(prod) = \pi_{prod} \left(Composizione \bowtie_{comp=codP} (\sigma_{prezzo > 100} Prodotto) \right)$$
- differenza tra l'insieme dei codici di tutti i prodotti e quello calcolato al passo precedente

$$\pi_{codP} Prodotto - \rho_{codP \leftarrow prod} R$$

Interrogazioni - Uso della differenza

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
 - Fornitore(codF, nome, città)
 - Composizione(prod*, comp*)
- Codici dei prodotti i cui componenti sono *TUTTI* di colore giallo (oppure, codici dei prodotti che hanno *SOLO* componenti gialli)
- Riformulazione: codici dei prodotti che **NON** hanno alcun componente di colore diverso dal giallo
- Negazione implicita

Interrogazioni - Uso della differenza

- Codici dei prodotti che NON hanno alcun componente di colore diverso dal giallo
 - codici dei prodotti che hanno qualche componente di colore diverso dal giallo

$$R(prod) = \pi_{prod} \left(Composizione \bowtie_{comp=codP} (\sigma_{colore \neq giallo} Prodotto) \right)$$

- differenza tra l'insieme dei codici di tutti i prodotti e quello calcolato al passo precedente

$$\pi_{codP} Prodotto - \rho_{codP \leftarrow prod} R$$

Base di Dati di esempio

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
- Fornitore(codF, nomeF, città)
- Composizione(prod*, comp*)

Prodotto

codP	colore	prezzo	forn
p1	giallo	100	f2
p2	verde	50	f2
p3	rosso	60	f1
p4	rosso	150	f1

Composizione

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p1
p3	p2
p3	p4

Fornitore

codF	nome	città
f1	lucio	roma
f2	lucia	parma

$$R(prod) = \pi_{prod} \left(C \bowtie_{comp=codP} (\sigma_{col \neq giallo} P) \right) \\ = \{p_1, p_3\}$$

$$S(codP) = \pi_{codP} P - R_{codP \leftarrow prod} = \{p_2, p_4\}$$

Interrogazioni - Uso della differenza

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
- Fornitore(codF, nome, città)
- Composizione(prod*, comp*)

➤ Codici dei prodotti che hanno *SOLO* il componente p3

- Riformulazione: codici dei prodotti che hanno il componente p3 e NON hanno alcun altro componente
- Negazione implicita

Interrogazioni - Uso della differenza

➤ Codici dei prodotti che hanno il componente p3 e NON hanno alcun altro componente

- Codici dei prodotti che hanno qualche componente diverso da p3

$$R(prod) = \pi_{prod}(\sigma_{comp \neq p3} Comp)$$

- differenza tra l'insieme dei codici di tutti i prodotti e quello calcolato al passo precedente

$$\pi_{prod}(\sigma_{comp=p3} Comp) - R(prod)$$

Interrogazioni - Uso della differenza

➤ Codici dei prodotti che hanno *solo* il componente p3

$$\pi_{prod}(\sigma_{comp=p3} Comp) - \pi_{prod}(\sigma_{comp \neq p3} Comp)$$

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p3	p2
p3	p4

—

prod	comp
p1	p2
p3	p2
p3	p4
p1	p3
p2	p3

= {p2}

Interrogazioni - Uso della differenza

- **Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)**
 - **Fornitore(codF, nome, città)**
 - **Composizione(prod*, comp*)**
- Codici dei prodotti componenti di un *UNICO* prodotto
- Riformulazione: codici dei componenti che NON sono componenti di almeno due prodotti

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p3	p2
p3	p4

Interrogazioni - Uso della differenza

- Codici dei componenti che NON sono componenti di almeno due prodotti

$$\pi_{comp}Comp - \pi_{comp}(\sigma_{comp=comp' \wedge prod \neq prod'}(Comp \bowtie Comp'))$$

$$Comp' = \rho_{prod' \leftarrow prod, comp' \leftarrow comp}(Comp)$$

- La sotto-espressione di destra della prima espressione calcola, attraverso il prodotto cartesiano, i codici dei componenti di almeno due prodotti
- Con la differenza si individuano quindi i codici dei componenti di un unico prodotto

Interrogazioni - Uso della differenza

$$\pi_{comp} Comp - \pi_{comp}(\sigma_{comp=comp' \wedge prod \neq prod'}(Comp \bowtie Comp'))$$

$$Comp' = \rho_{prod' \leftarrow prod, comp' \leftarrow comp}(Comp)$$

prod	comp		prod'	comp'		prod	comp	prod'	comp'
p1	p2		p1	p2		p1	p2	p1	p2
p1	p3		p1	p3		p1	p2	p1	p3
p2	p3	\bowtie	p2	p3	=	p1	p2	p3	p2
p3	p2		p3	p2	
p3	p4		p3	p4		p1	p3	p2	p3
					

Interrogazioni - Uso della differenza

$$\pi_{comp}Comp - \pi_{comp}(\sigma_{comp=comp', \wedge prod \neq prod'}(Comp \rtimes Comp'))$$

$$Comp' = \rho_{prod' \leftarrow prod, comp' \leftarrow comp}(Comp)$$

prod	comp
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p3	p2
p3	p4

$$\pi_{comp}Comp$$


prod'	comp'
p1	p2
p1	p3
p2	p3
p3	p2
p3	p4

$$=$$

prod	comp	prod'	comp'
p1	p2	p1	p2
p1	p2	p1	p3
p1	p2	p3	p2
..
p1	p3	p2	p3
..

$$(\sigma_{comp=comp'} \wedge prod \neq prod')$$
 π_{comp}

La differenza tra l'insieme blue e quello rosso produce il risultato finale {p4}

Interrogazioni - Uso della differenza

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
 - Fornitore(codF, nome, città)
 - Composizione(prod*, comp*)
- Codici dei prodotti che hanno tra i componenti *TUTTI* quelli di colore giallo
- Riformulazione: codici dei prodotti tali per cui NON esiste un prodotto di colore giallo che NON sia loro componente
- (doppia) negazione implicita

Interrogazioni - Uso della differenza

- Prodotto(codP, colore, prezzo, forn*)
- Fornitore(codF, nome, città)
- Composizione(prod*, comp*)

$$S(prod, comp) = \left(\pi_{codP} P \bowtie \pi_{comp} \left(\rho_{comp \leftarrow codP} (\sigma_{col=giallo} P) \right) \right) - C$$

$$R(prod) = \pi_{prod} (\rho_{prod \leftarrow codP} P) - \pi_{prod} R$$

dove

- C= Composizione
- P= Prodotto

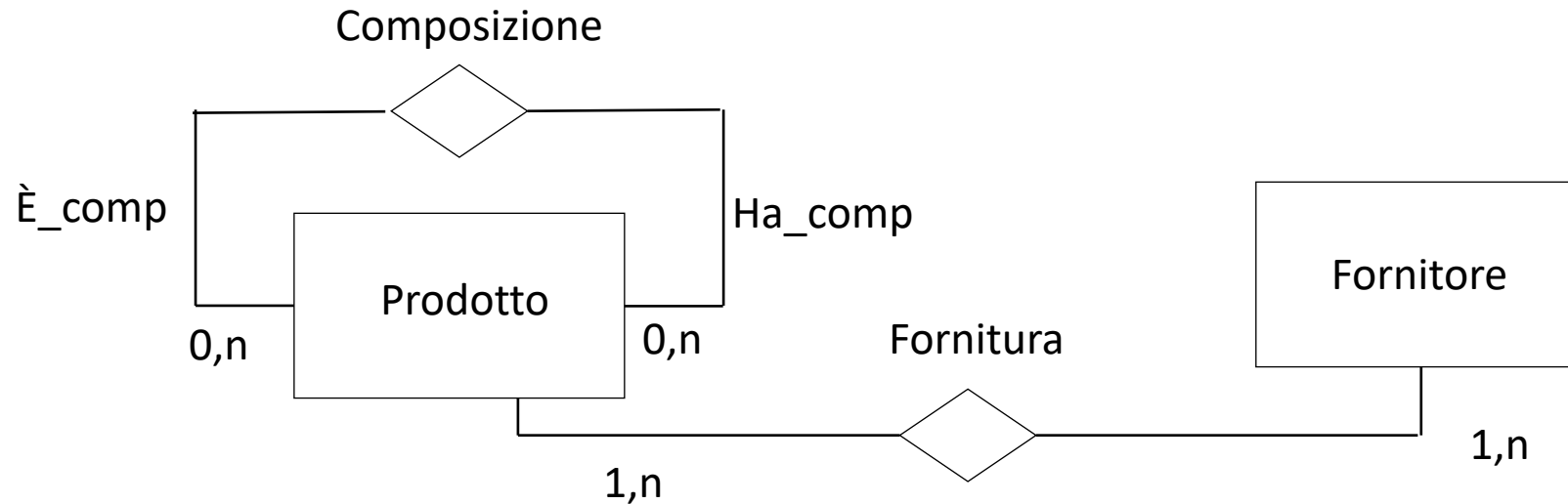
Interrogazioni - Uso della differenza

$$S(prod, comp) = \left(\pi_{codP} P \bowtie \pi_{comp} \left(\rho_{comp \leftarrow codP} (\sigma_{col=giallo} P) \right) \right) - C$$

$$R(prod) = \pi_{prod} (\rho_{prod \leftarrow codP} P) - \pi_{prod} R$$

- La sotto-espressione di destra nella definizione di R calcola una relazione che associa, come componenti, ad ogni codice prodotto i codici dei prodotti di colore giallo
- Se un prodotto con codice p non ha, tra i suoi componenti, tutti quelli gialli, allora una tupla <p, p'> appare in R – quindi R contiene i prodotti che NON contengono, tra i loro componenti, tutti quelli gialli
- La relazione S (che è il complemento di R) contiene quindi tutti i prodotti che hanno, tra i loro componenti, tutti quelli di colore giallo

Esercizi - Uso della differenza



- **Prodotto**(codP, colore, prezzo)
- **Fornitore**(codF, nome, città)
- **Composizione**(prod*, comp*)
- **Fornitura** (prod*, forn*)
- Gli attributi asteriscati sono chiavi secondarie

Esercizi - Uso della differenza

Esercizi (usare la BD della slide precedente)

1. codici dei fornitori che forniscono il prodotto p1 e non il prodotto p2
2. codici dei fornitori che non forniscono prodotti di colore rosso
3. codici dei prodotti che non sono forniti a Cosenza
4. codici dei fornitori che non forniscono p1 o p2
5. codici dei fornitori che non forniscono p1 e p2

Esercizi - Uso della differenza

6. Codici dei fornitori che forniscono *tutti* i prodotti forniti dal fornitore f1
 - NOTA: la query può essere riformulata come segue: codici dei fornitori per cui NON esiste un prodotto fornito da f1 che NON sia fornito anche da loro
7. Codici dei fornitori che forniscono *solo* prodotti forniti dal fornitore f1
8. Codici dei fornitori che forniscono *tutti e solo* i prodotti forniti dal fornitore f1
9. Data una relazione unaria (cioè con un unico attributo) $R(A)$, le cui tuple sono numeri naturali, calcolare il massimo

AR - Conclusioni

- Query positive: proiezione, selezione, join, unione, intersezione
- Query negative: necessario l'uso della differenza
- É un linguaggio procedurale