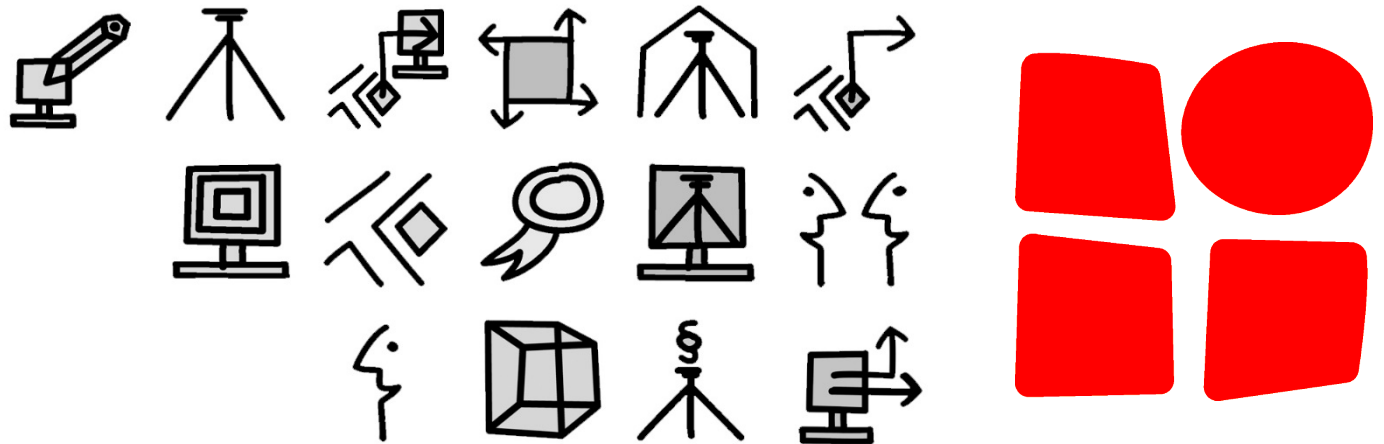


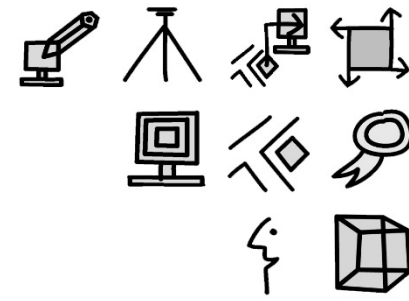
SQL: aggregazioni





Informazioni di sintesi

- Quanto sinora visto permette di estrarre dal DB informazioni che si riferiscono a **singole tuple** (eventualmente ottenute mediante operazioni di join)
Esempio: **il ruolo dell'impiegato 'E001', il responsabile della sede 'S02', ecc.**
- In molti casi è viceversa utile ottenere dal DB informazioni (di sintesi) che caratterizzano **"gruppi" di tuple**
Esempio: **il numero di programmatori della sede 'S01', la media degli stipendi a Bologna, la media dei voti per tutti i corsi del primo anno, ...**
- A tale scopo SQL mette a disposizione due strumenti di base:
 - **Funzioni aggregate**
 - **Clausole GROUP BY e HAVING**



DB di riferimento per gli esempi

AziendaSW

Imp

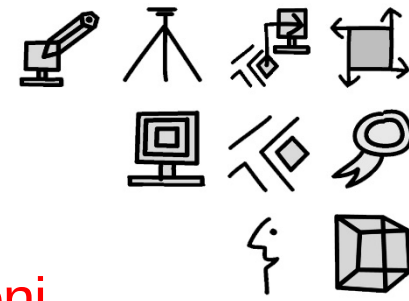
CodImp	Nome	Sede	Ruolo	Stipendio
E001	Rossi	S01	Analista	2000
E002	Verdi	S02	Sistemista	1500
E003	Bianchi	S01	Programmatore	1000
E004	Gialli	S03	Programmatore	1000
E005	Neri	S02	Analista	2500
E006	Grigi	S01	Sistemista	1100
E007	Violetti	S01	Programmatore	1000
E008	Aranci	S02	Programmatore	1200

Sedi

Sede	Responsabile	Città
S01	Biondi	Milano
S02	Mori	Bologna
S03	Fulvi	Milano

Prog

CodProg	Città
P01	Milano
P01	Bologna
P02	Bologna

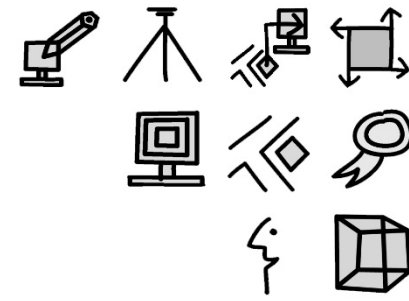


Funzioni aggregate (1)

- Lo standard SQL mette a disposizione una serie di **funzioni aggregate** (o “di colonna”), tra cui:
 - **MIN** minimo
 - **MAX** massimo
 - **SUM** somma
 - **AVG** media
 - **COUNT** aritmetica
contatore
- Una funzione aggregata opera sulla tabella risultante dall'applicazione delle clausole FROM e WHERE, e produce un unico valore che sintetizza il contenuto di tale tabella

```
SELECT      SUM(Stipendio) AS TotStipS01
FROM        Imp
WHERE       Sede = 'S01'
```

TotStipS 01
5100



Funzioni aggregate (2)

- L'argomento di una funzione aggregata è una qualunque espressione che può figurare nella **SELECT** list (ma **non** un'altra funzione aggregata!)

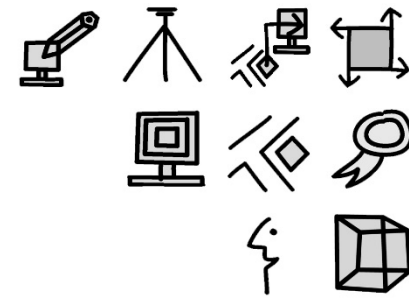
```
SELECT      SUM(Stipendio*12) AS TotStipAnnuoS01
FROM        Imp
WHERE       Sede = 'S01'
```

TotStipAnnuoS01
61200

- Tutte le funzioni, ad eccezione di **COUNT**, ignorano i valori nulli
- Il risultato è NULL se tutti i valori sono NULL
- L'opzione **DISTINCT** considera solo i valori distinti:

```
SELECT      SUM(DISTINCT Stipendio)
FROM        Imp
WHERE       Sede = 'S01'
```

4100



COUNT e valori nulli

- La forma **COUNT(*)** conta le tuple del risultato; viceversa, specificando una colonna, si omettono quelle con valore nullo in tale colonna

CodImp	Sede	...	Stipendio
E001	S01		2000
E002	S02		1500
E003	S01		1000
E004	S03		NULL
E005	S02		2500
E006	S01		NULL
E007	S01		1000
E008	S02		1200

SELECT
FROM
WHERE

COUNT(*) AS NumImpS01

Imp
Sede = 'S01'

NumImpS
01
4

SELECT
FROM
WHERE

COUNT(Stipendio)
AS NumStipS01

Imp
Sede = 'S01'

NumStipS
01
3





AVG: ricordarsi del casting!

- Per alcune funzioni aggregate (AVG e altre qui non descritte), al fine di ottenere il risultato desiderato è necessario operare un **casting** dell'argomento

```
SELECT    AVG(Stipendio) AS AvgStip
FROM      Imp
```

AvgStip
1412

```
SELECT AVG(CAST(Stipendio AS Decimal(6,2))) AS AvgStip
FROM      Imp
```

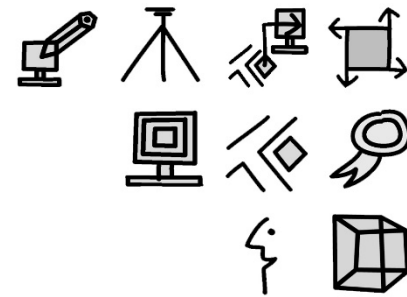
AvgStip
1412.50

- oppure, come già visto:

```
SELECT    AVG(Stipendio/1.0) AS AvgStip
FROM      Imp
```



Clausola SELECT e funzioni aggregate



- Se si usano funzioni aggregate, la `SELECT` list non può includere altri elementi che non siano a loro volta funzioni aggregate

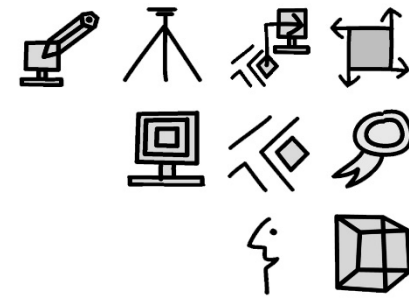
```
SELECT    Nome, MIN(Stipendio)
FROM      Imp
```

non va bene!

(viceversa, `SELECT MIN(Stipendio), MAX(Stipendio)...` è corretto)

- Il motivo è che una funzione aggregata restituisce un singolo valore, mentre il riferimento a una colonna è in generale un insieme di valori (eventualmente ripetuti)
- Nel caso specifico (*chi sono gli impiegati con stipendio minimo?*) è necessario ricorrere ad altre soluzioni, che vedremo più avanti

Funzioni aggregate e raggruppamento



- I valori di sintesi calcolati dalle funzioni aggregate si riferiscono a **tutte** le tuple che soddisfano le condizioni della clausola WHERE
- In molti casi è viceversa opportuno fornire tali valori per **gruppi omogenei di tuple** (es.: impiegati di una stessa sede)
- La clausola **GROUP BY** serve a definire tali gruppi, specificando una o più **colonne (di raggruppamento)** sulla base della/e quale/i le tuple sono raggruppate per **valori uguali**

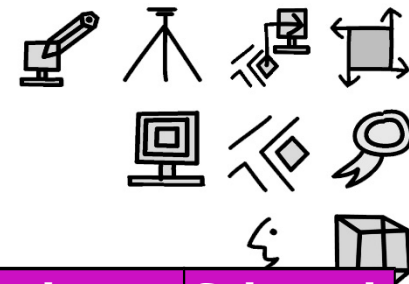
```
SELECT Sede, COUNT(*) AS NumProg
FROM Imp
WHERE Ruolo = 'Programmatore'
GROUP BY Sede
```

Sede	NumProg
S01	2
S03	1
S02	1

- La **SELECT** list può includere le colonne di raggruppamento, ma non altre!



Come si ragiona con il GROUP



BY

- Le tuple che soddisfano la clausola **WHERE...**

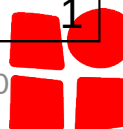
CodImp	Nome	Sede	Ruolo	Stipendio
E003	Bianchi	S01	Programmatore	1000
E004	Gialli	S03	Programmatore	1000
E007	Violetti	S01	Programmatore	1000
E008	Aranci	S02	Programmatore	1200

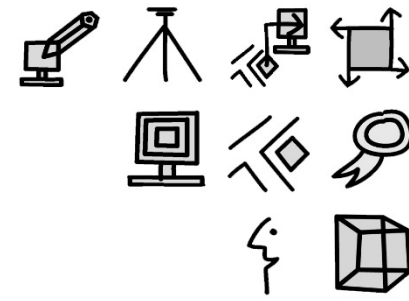
- ...sono raggruppate per valori uguali della/e colonna/e presenti nella clausola **GROUP BY...**

CodImp	Nome	Sede	Ruolo	Stipendio
E003	Bianchi	S01	Programmatore	1000
E007	Violetti	S01	Programmatore	1000
E004	Gialli	S03	Programmatore	1000
E008	Aranci	S02	Programmatore	1200

- ...e infine a ciascun gruppo si applica la funzione

Sede	NumProg
S01	2
S03	1
S02	1





GROUP BY: esempi (1)

1) Per ogni ruolo, lo stipendio medio nelle sedi di Milano

```
SELECT  I.Ruolo, AVG(I.Stipendio) AS AvgStip
FROM    Imp I JOIN Sedi S ON (I.Sede = S.Sede)
WHERE   S.Citta = 'Milano'

GROUP BY I.Ruolo
```

Ruolo	AvgStip
Analista	2000
Sistemista	1100
Programmatore	1000

2) Per ogni sede di Milano, lo stipendio medio

```
SELECT  I.Sede, AVG(I.Stipendio) AS AvgStip
FROM    Imp I JOIN Sedi S ON (I.Sede = S.Sede)
WHERE   S.Citta = 'Milano'

GROUP BY I.Sede
```

Sede	AvgStip
S01	1275
S03	1000

3) Per ogni ruolo e sede di Milano, lo stipendio medio

```
SELECT  I.Sede, I.Ruolo, AVG(I.Stipendio)
FROM    Imp I JOIN Sedi S ON (I.Sede = S.Sede)
WHERE   S.Citta = 'Milano'

GROUP BY I.Sede, I.Ruolo
```

Ruolo	Sede	
Analista	S01	2000
Sistemista	S01	1100
Programmatore	S01	1000
Programmatore	S03	1000



Raggruppamento e proiezione

- Quando la **SELECT list include solo le colonne di raggruppamento**, il tutto è equivalente a ciò che si otterrebbe omettendo il **GROUP BY** e rimuovendo i duplicati con l'opzione **DISTINCT**
- Ad esempio:

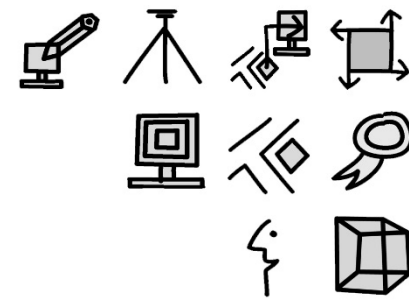
```
SELECT      Sede  
FROM
```

```
Imp GROUP BY  
Sede
```

Sede
S01
S02
S03

equivale pertanto a:

```
SELECT      DISTINCT Sede  
FROM      Imp
```



GROUP BY ed espressioni

- Oltre a raggruppare su singole colonne, è possibile formare anche gruppi all'interno dei quali tutte le tuple hanno **lo stesso valore per una (o più)**

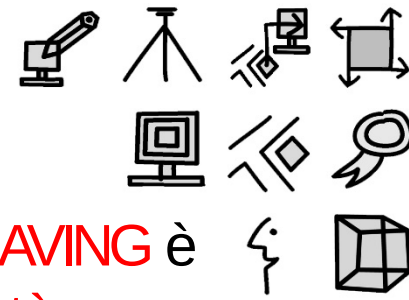
```
SELECT 500 * (Stipendio/500) AS FasciaStip, COUNT(*) AS NImp  
FROM Imp  
GROUP BY Stipendio/500
```

Vanno tenute presenti due cose:

- Non è possibile usare il nome introdotto nella Select list (FasciaStip, nell'esempio) nella clausola GROUP BY
- Nella Select list deve comparire l'espressione presente nella clausola GROUP BY, eventualmente come parte di un'espressione più complessa (nell'esempio la grouping expression viene poi moltiplicata per 500)

FasciaStip	NImp
1000	5
1500	1
2000	1
2500	1





Condizioni sui gruppi

- Oltre a poter formare dei gruppi, mediante la clausola **HAVING** è possibile **selezionare dei gruppi sulla base di loro proprietà complessive**

- Ad esempio, la query:

```
SELECT Sede, COUNT(*) AS NumImp
FROM Imp
GROUP BY Sede
HAVING COUNT(*) > 2
```

Sede	NumImp
S01	4
S02	3

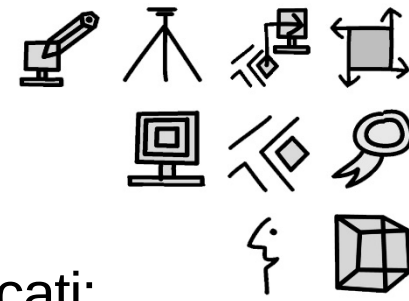
restituisce i soli gruppi (sedi) che hanno più di 2 impiegati, e la query:

```
SELECT Sede, COUNT(*) AS NumImp
FROM Imp
GROUP BY Sede
HAVING MAX(Stipendio) <= 2000
```

Sede	NumImp
S01	4
S03	1

quelli in cui lo stipendio massimo non supera 2000

- La clausola **HAVING** ha per i gruppi una funzione simile a quella che la clausola **WHERE** ha per le tuple (**attenzione a non confonderle!**)



Tipi di condizioni sui gruppi

- Nella clausola HAVING si possono avere due tipi di predicati:
 - Predicati che fanno uso di **funzioni aggregate** (es. **COUNT(*) > 2**)
 - Predicati che si riferiscono alle **colonne di raggruppamento**
- **Solo i secondi si possono anche inserire nella clausola WHERE**

```
SELECT Sede, COUNT(*) AS NumImp
FROM Imp
GROUP BY Sede
HAVING Sede <> 'S01'
```

equivale a:

```
SELECT Sede, COUNT(*) AS NumImp
FROM Imp
WHERE Sede <> 'S01'
GROUP BY Sede
```

Sede	NumImp
S02	3
S03	1

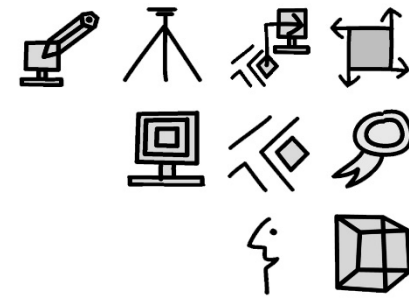


Un esempio completo

Per ogni sede di Bologna in cui il numero di impiegati è almeno 3, si vuole conoscere il valor medio degli stipendi, ordinando il risultato per valori decrescenti di stipendio medio e quindi per sede

```
SELECT    I.Sede, AVG(Stipendio) AS AvgStipendio
FROM      Imp I, Sedi S
WHERE      I.Sede = S.Sede
            AND S.Citta = 'Bologna'
GROUP BY  I.Sede
HAVING      COUNT(*) >= 3
ORDER BY  AvgStipendio DESC, Sede
```

- L'ordine delle clausole è **sempre** come nell'esempio
- Si ricordi che **il GROUP BY non implica alcun ordinamento del risultato**



Riassumiamo:

- Le **funzioni aggregate** di SQL permettono di ottenere informazioni di sintesi sulle tuple che soddisfano la clausola WHERE
- Mediante la **clausola GROUP BY** è possibile suddividere tali tuple in gruppi, per ognuno dei quali si possono quindi calcolare informazioni di sintesi
- Se le informazioni non sono richieste per tutti i gruppi, si ricorre alla **clausola HAVING**, che permette di esprimere condizioni a livello di gruppo (anziché di singola tupla)