

# Basi di Dati

Alex Narder

October 12, 2022

## 1 Contenuti del corso

- Sistemi per Basi di Dati
- Modello dei dati
- Progettazione di Basi di dati
- Modello relazionale
- SQL per la definizione, la manipolazione e la consultazione dei DB
- Teoria della normalizzazione
- Amministrazione di una base di dati
- Programmazione di applicazioni che utilizzano basi di dati
- Applicazione: Flask + SQLAlchemy
- NoSQL: Modelli di rappresentazione dell'informazione diversi da quello relazionale

## 2 Introduzione

Le **basi di dati** sono ovunque, le troviamo alla base di sistemi informativi aziendali, sistemi informativi territoriali, applicazioni internet, basi di dati distribuite, sistemi di supporto alle decisioni, data mining ...

### Area di sintesi

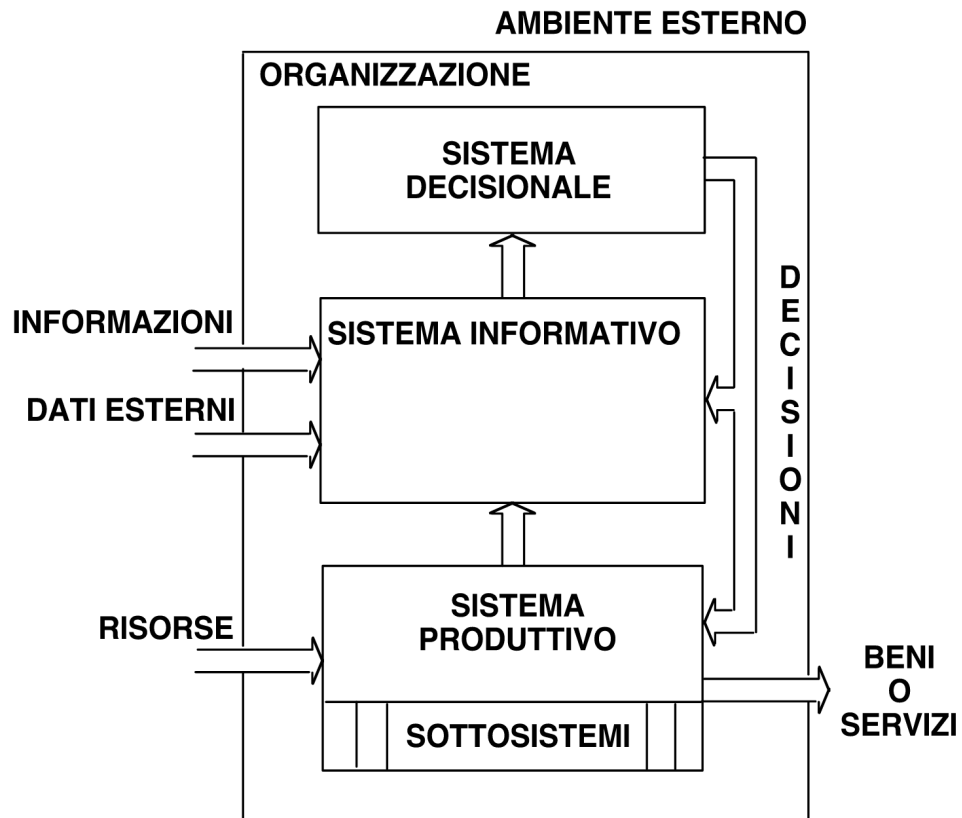
---

- Area di sintesi di competenze
  - linguaggi
  - ingegneria del software
  - algoritmi e strutture dati
  - reti
  - intelligenza artificiale
- Presenta aspetti modellistici, ingegneristici, teorici
- Pone interessanti problemi di ricerca

## 3 Organizzazioni e sistemi informativi

- Le organizzazioni hanno bisogno di gestire le informazioni per realizzare le proprie attività.
- Un sistema informativo di un'organizzazione serve per la raccolta e acquisizione, l'archiviazione, conservazione l'elaborazione, trasformazione, produzione la distribuzione, comunicazione e lo scambio delle informazioni necessarie alle attività dell'organizzazione.

Sistema informativo nelle organizzazioni:



## 4 Sistemi Informatici

- Il **sistema informatico** è l'insieme delle tecnologie informatiche e della comunicazione (Information and Communication Technologies, ICT) a supporto delle attività di un'organizzazione.
- Il **sistema informativo automatizzato** è quella parte del sistema informativo in cui le informazioni sono raccolte, elaborate, archiviate e scambiate usando un sistema informatico.

Sistema informatico nelle organizzazioni:



## 5 Informazioni e dati

- Nei sistemi informatici le **informazioni** vengono rappresentate in modo essenziale attraverso i dati.
- **Informazione**: notizia, dato o elemento che consente di avere conoscenza più o meno esatta di fatti, situazioni, modi di essere.
- **Dato**: ciò che è immediatamente presente alla conoscenza, prima di ogni elaborazione; (in informatica) elementi di informazione costituiti da simboli che debbono essere elaborati.

## 6 Classificazione dei Sistemi Informatici

- **Sistemi Informatici Operativi:**

- I dati sono organizzati in BD
- Le applicazioni si usano per svolgere le classiche **attività strutturate e ripetitive** dell'azienda nelle aree amministrativa e finanziaria, vendite, produzione, risorse umane ecc. (calcolo paghe, emissione fatture, magazzino, ...)



## Elaborazioni su BD: OLTP

---

- **OLTP**: Acronimo di **On-Line Transaction Processing**
- Tradizionale elaborazione di transazioni, che realizzano i processi operativi per il funzionamento di organizzazioni:
  - Operazioni predefinite e relativamente semplici
  - Ogni operazione coinvolge “pochi” dati
  - Dati di dettaglio, aggiornati
- Uso principale dei DBMS
- Sistemi Informatici Direzionali:
  - La direzione intermedia e alta necessitano di: **analisi storiche** e **produzione interattiva** di rapporti di sintesi
  - Le basi di dati operative risultano inadeguate: contengono solo **dati recenti** e le operazioni coinvolgono grandi quantità di dati o sono molto complesse e quindi rallenterebbero in modo inaccettabile le funzioni operative
  - I dati sono organizzati in **Data Warehouse (DW)**
  - Sono gestiti da un opportuno **sistema per analisi interattive dei dati**
  - Usano **applicazioni di business intelligente** come strumenti di supporto ai processi di controllo delle presentazioni aziendali e di decisione manageriale



## Elaborazioni su DW: OLAP

- **OLAP**: Acronimo di **On-Line Analytical Processing**
- Uso principale dei **data warehouse**
- Caratteristiche
  - Operazioni complesse e casuali
  - Ogni operazione può coinvolgere moltissimi dati
  - I dati sono letti, ma non modificati
  - Dati aggregati, storici, anche non attualissimi

## 7 Sistemi per la gestione di Basi di Dati (DBMS)

### 7.1 Base di dati (gestite da DBMS)

In generale una qualsiasi raccolta di informazioni permanenti gestite tramite un elaboratore elettronico è considerata una base di dati, ma per noi:

Una **Base di dati** è una suddivisa in due categorie:

- **Metadati:** definiscono lo schema della BD, che descrive:
  - struttura dei dati
  - restrizioni sui valori ammissibili, quindi i **vincoli di integrità**
  - utenti autorizzati
- **Dati:** le rappresentazioni di certi fatti conformi alle definizioni dello schema, con le seguenti caratteristiche:
  - sono organizzati in **insiemi omogenei**, fra i quali sono definite delle **relazioni**. La loro struttura e le relazioni sono descritte usando il **modello dei dati** adottato. Per esempio una collezione di dati che contiene studenti, una che contiene classi, ecc. ecc.
  - sono **molti** rispetto ai metadati, e non possono essere gestiti in memoria temporanea
  - sono **permanenti**, continuano a esistere fino a quando non vengono rimossi
  - sono **utilizzabili contemporaneamente** da diversi utenti
  - sono **protetti** sia da accessi non autorizzati che da corruzione dovuta a guasti di hardware o software
  - sono accessibili tramite **transazioni**, unità di lavoro atomiche che non possono avere effetti parziali, quindi devono andare tutte a buon esito, altrimenti falliscono tutte. Come se fosse una singola operazione, anche se in realtà sono più di una.

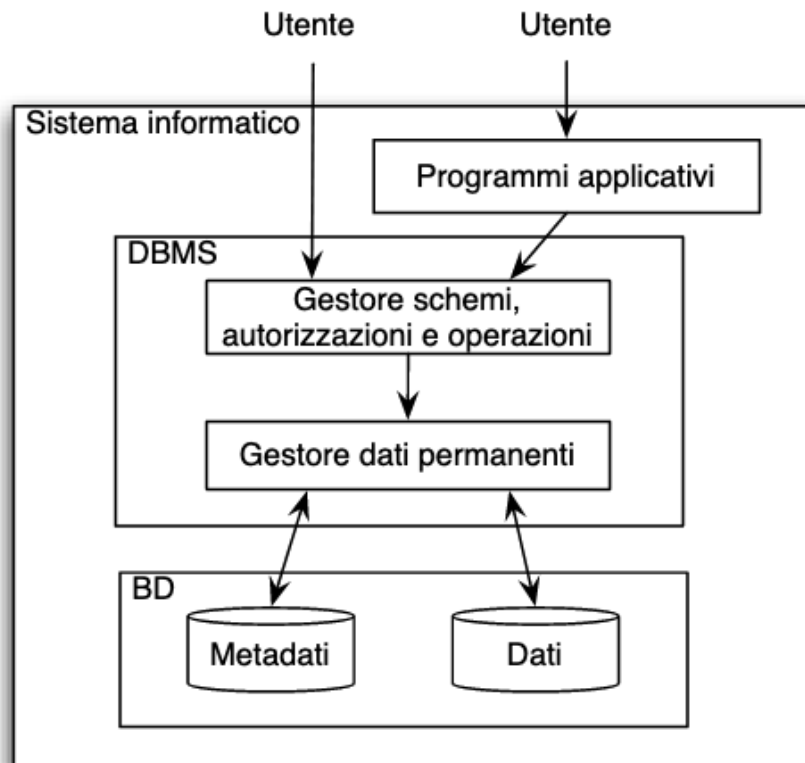


## 7.2 Sistemi per Basi di Dati -> DBMS

**definizione:** Un DBMS (data Base Management System) è un sistema centralizzato o distribuito che offre opportuni linguaggi e strumenti per:

- **definire lo schema** del DB (che va definito prima di creare dati, definito attraverso il modello dei dati del DBMS, interrogabile con le stesse modalità previste per i dati)
- scegliere le **strutture dati** per la memorizzazione dei Dati
- **memorizzare** i dati rispettando i vincoli definiti nello schema
- **recuperare e modificare** i dati interattivamente (tramite un linguaggio di interrogazione, anche detto **query language**)

Architettura dei DBMS centralizzati:



## Esempio di Sessione con un DBMS Relazionale

---

- Il modello relazionale dei dati è il più diffuso fra i DBMS commerciali.
- Il meccanismo di astrazione fondamentale è la **relazione (tabella)**  
~ insieme di record con campi di tipo elementare;

Nome	Matricola	Città	AnnoNascita
Verdi	71523	Padova	1987
Rossi	76366	Dolo	1988
Zeri	71347	Venezia	1988

**Studenti**

- Lo schema specifica le tabelle
  - nome
  - struttura degli elementi (nome e tipo degli attributi).
- Definizione base di dati (schema vuoto)
  - **CREATE DATABASE** EsempioEsami;
- Definizione schema:
  - **CREATE TABLE** Studenti (  
Nome char(8),  
Matricola int **NOT NULL**,  
Città char(10),  
AnnoNascita int,  
**PRIMARY KEY** (Matricola) );
  - **CREATE TABLE** ProveEsami (  
Materia char(5),  
Matricola int,  
Data char(6),  
Voto int,  
Lode char(1),  
**PRIMARY KEY** (Materia,Matricola) );

Nome	Matricola	Citta	AnnoNascita
Verdi	71523	Padova	1987
Rossi	76366	Dolo	1988
Zeri	71347	Venezia	1988

**Studenti**

**ProveEsami**

Materia	Matricola	Data	Voto	Lode
CN	71523	08.07.06	27	N
FIS	76366	08.07.07	26	N
BD	71523	28.12.06	30	S

- Inserzione dati:

```
● INSERT INTO ProveEsami
VALUES ('BD', 71523, '28.12.06', 30, 'S');
```

- Interrogazione:

```
SELECT Matricola
FROM ProveEsami
WHERE Materia = 'BD' AND Voto = 30;
```

Matricola

71523

## 8 Funzionalità dei DBMS

- Linguaggio per la **definizione** dei DB (DDL), data definition language
- Linguaggi per l'**uso** dei dati (DML), data manipulation language
- Meccanismi per il **controllo** dei dati
- Strumenti per il **responsabile** del DB
- Strumento per lo **sviluppo** delle applicazioni

## 9 DDL: Definizione dei DB

Per definire la base di dati si usa il DDL, la descrizione del DB è indipendente dalle applicazioni che la usano.

Vogliamo che il DB abbia una sua vita indipendente nonostante le applicazioni che vanno ad usarla.

Ci sono 3 livelli di descrizione dei dati;

- livello di vista logica
- livello logico, qui si descrive la struttura e i vincoli della base di dati (sono raccolti nello schema logico)
- livello fisico



## 9.1 Livello vista logica

Descrive come deve apparire la struttura della base di dati ad una certa applicazione (**schema esterno o vista**).

- Esempio:

- `InfCorsi(IdeC char(8), Titolo char(20), NumEsami int)`

```
CREATE VIEW InfCorsi (IdeC, Titolo, NumEsami) AS
      SELECT IdeC,
            Titolo,
            COUNT(*)
      FROM Corsi NATURAL JOIN Esami
      GROUP BY IdeC, Titolo;
```

## 9.2 Livello logico

Schema logico: Descrive la **struttura degli insiemi di dati e delle relazioni** fra questi, secondo un certo modello dei dati, senza nessun riferimento alla loro organizzazione fisica nella memoria permanente.

- Esempio:

```
Studenti(Matricola int, Nome char(20), Login char(8),
         AnnoNascita int, Reddito real )

Corsi(IdeC char(8), Titolo char(20), Credito int )

Esami(Matricola int, IdeC char(8), Voto int )
```

... realizzata in SQL con **CREATE TABLE**.

## 9.3 Livello fisico

Descrive lo **schema fisico o interno**: come vanno organizzati fisicamente i dati nelle memorie permanenti, strutture dati ausiliarie per l'uso (es. indici). Un indice è quella "cosa" che mi permette di recuperare in maniera veloce un'informazione.

- Esempio:

- Corsi e Esami organizzate in modo seriale
- Studenti organizzata in modo sequenziale con indice `Indice` su `Matricola`

```
CREATE INDEX Indice ON Studenti(Matricola);
```

## 9.4 Indipendenza fisica e indipendenza logica:

- **Indipendenza fisica:** i programmi applicativi non devono essere modificati in seguito a modifiche dell'organizzazione fisica dei dati. Quindi se io vado a cambiare qualcosa non devo modificare i programmi applicativi.

- **Esempio:** Se si deve risalire spesso agli studenti che hanno sostenuto un particolare esame:

```
CREATE INDEX IndiceIdeC ON Esami(IdeC);
```

- **Indipendenza logica:** i programmi applicativi non devono essere modificati in seguito a modifiche dello schema logico.

- Esempio: per suddividere la collezione degli studenti in part-time e full-time:

```
CREATE TABLE StudentiFull (...);
```

```
CREATE TABLE StudentiPart (...);
```

```
CREATE VIEW Studenti AS
```

```
SELECT * FROM StudentiFull
```

```
UNION
```

```
SELECT * FROM StudentiPart;
```

## 10 DML: linguaggi per l'uso dei dato

Un DBMS prevede varie modalità d'uso per soddisfare le esigenze delle diverse **categorie di utenti** che possono accedere alla base di dati:

- **Utenti delle applicazioni**, nessun tipo di accesso elaborato
- **Utenti non programmatori**, hanno bisogno di agire in modo più evoluto rispetto agli utenti delle app.
- **Programmatori delle applicazioni**, utenti che hanno bisogno di operare in maniera intensiva nei DB.

- **Utenti non programmatori:**

- Interfaccia grafica per accedere ai dati in modo semplice.
- Linguaggio per interrogazione

- **Utenti programmatori:**

- Linguaggio integrato (dati e DML): Linguaggio pensato per SQL, i comandi SQL sono controllati staticamente dal traduttore ed eseguiti dal DBMS
- Linguaggio convenzionale + funzioni di libreria predefinita: Linguaggio convenzionale che usa delle funzioni di una libreria predefinita per usare SQL. I comandi SQL sono stringhe passate come parametri alle funzioni che poi vengono controllate dinamicamente dal DBMS prima di eseguirle.
- Linguaggio che ospita l'SQL (SQL embedded): Linguaggio convenzionale esteso con un nuovo costrutto per marcare i comandi SQL. Occorre un **pre-compilatore** che controlla i comandi SQL, li sostituisce con chiamate a funzioni predefinite e genera un programma nel linguaggio convenzionale + funzioni di libreria

## 11 Controllo dei Dati

### 11.1 DBMS: controllo dei dati

Sono dei meccanismi offerti per garantire le seguenti proprietà:

- **Integrità**, mantenimento delle proprietà specificate in modo dichiarativo nello schema (vincoli d'integrità)
- **Sicurezza**, protezione dei dati da usi non autorizzato:

- restrizione dell'accesso ai **soli utenti autorizzati**
- **limitazione delle operazioni eseguibili**
- **Affidabilità**, protezione dei dati da:
  - **interferenze** indesiderate dovute all'accesso concorrente ai dati da parte di più utenti
  - **malfunzionamenti hardware o software** (fallimenti di transazione, fallimenti di sistema, disastri)

#### 11.1.1 Protezione da interferenze indesiderate tra accessi concorrenti ai dati

- Basterebbe impedire l'inizio di una transazione prima che un'altra inizi
- scheduling dei singoli passi di ciascuna transazione in  $T_1, \dots, T_n$  che garantisca che l'effetto complessivo sarebbe ottenibile eseguendo le transazioni isolatamente in qualche ordine

Es:

<b>T1</b> leggi(SALDO) $SALDO := SALDO + 100$ scrivi(SALDO)	<b>T2</b> leggi(SALDO) $SALDO := SALDO - 100$ scrivi(SALDO)
--	--

#### 11.1.2 Protezione da malfunzionamenti hardware o software

- **fallimenti di transazione**: dovuta a una situazione prevista dall'applicazione o a eventi imprevisti, come la violazione di vincoli di integrità o accessi non autorizzati
- **fallimenti di sistema**: dovuti ad un'anomalia HW o SW dell'unità centrale o di una periferica, che determina l'interruzione di tutte le transazioni attive e la perdita del contenuto della memoria temporanea
- **disastri**: danni alla memoria permanente



## 11.2 DBMS: Controllo dei dati: Transazioni

Una **transazione** è una sequenza di azioni di lettura e scrittura in memoria permanente e di elaborazioni di dati in memoria temporanea, con le seguenti proprietà:

- **Atomicità**, le transazioni che terminano prematuramente sono trattate dal sistema come se non fossero mai iniziate, quindi eventuali effetti sul DB sono annullati
- **Serializzabilità**, nel caso di esecuzioni concorrenti di più transazioni, l'effetto complessivo è quello di una esecuzione seriale
- **Persistenza**, Le modifiche sulla base di dati di una transazione terminata normalmente sono permanenti, cioè non sono alterabili da eventuali malfunzionamenti

## 12 Strumenti per l'amministrazione

### 12.1 DBMS: strumenti per l'amministrazione

- Linguaggio per la definizione e la modifica degli schemi della base di dati - logico, esterno, e fisico
- Strumenti per il controllo e messa a punto del funzionamento del sistema.
- Strumenti per stabilire i diritti di accesso ai dati
- Strumenti per ripristinare la base di dati in caso di malfunzionamenti di sistemi o disastri

### 12.2 riepilogo dei vantaggi dei DBMS

- indipendenza fisica e logica
- gestione efficiente dei dati
- integrità e sicurezza dei dati
- accessi interattivi, concorrenti e protetti da malfunzionamenti

- amministrazione dei dati
- riduzione dei tempi di sviluppo delle applicazioni

### 12.3 riepilogo degli svantaggi dei DBMS

- Possono essere costosi e complessi da installare e mantenere in esercizio.
- Richiedono personale qualificato (se si tratta di personale esterno, aumenta la dipendenza da ditte esterne)
- Le applicazioni sviluppate possono essere trasferite con difficoltà su sistemi diversi se vengono usati linguaggi troppo “legati” al DBMS usato
- La riduzione dei costi della tecnologia e i possibili tipi di DBMS disponibili sul mercato facilitano la loro diffusione

## 13 Progettazione e Modellazione

- Progettare una base di dati significa progettare la:
  - struttura dei dati
  - applicazioni
- La progettazione della struttura dei dati è l'attività fondamentale
- Richiede di specificare un modello della realtà di interesse (**universo del discorso**) quanto più possibile fedele
- Per questo ci concentreremo sulla modellazione:
  - cosa significa definire un modello?
  - cosa si modella?
  - come si modella (quale formalismo)?

## 14 Modello dei Dati e Progettazione

### 14.1 Modelli Informatici

Un **modello astratto** è la rappresentazione formale di idee e conoscenze relative a un fenomeno.

- Aspetti di un modello:
  - il modello è la **rappresentazione di certi fatti**;
  - la rappresentazione è data con un **linguaggio formale**;
  - il modello è il risultato di un **processo di interpretazione**, guidato dalle idee e conoscenze possedute dal soggetto che interpreta.

### 14.2 Progettazione di un DB



Ogni una di queste fasi è incentrata sulla modellazione.

## 15 Modellazione concettuale

### 15.1 Aspetti del problema