

Basi di Dati

A.A. 2025-2026

CdL Informatica Triennale

Prof. Alfredo Pulvirenti (A-L)

Prof. Salvatore Alaimo (M-Z)

Prof. Giovanni Micale(A-Z)

- Prof. Alfredo Pulvirenti
 - Ufficio: Terzo Blocco, stanza n. 35
 - Tel. 095-7383087
 - e-mail: apulvirenti@dmf.unict.it
 - Homepage: <http://www.dmf.unict.it/~apulvirenti/>
- Prof. Salvatore Alaimo
 - Ufficio: Terzo Blocco, stanza n. 35
 - Tel. 095-7383087
 - e-mail: alaimos@dmf.unict.it
 - Homepage: <http://www.alaimos.com/>

-
- 9 CFU (72h)
 - Prerequisiti
 - Programmazione 2

Informazioni

- Orario lezioni
 - Lun/Mer/Ven 11:00-13.00;
- Ricevimento:
 - Giovedì 9.30-11.30 (A-L)
 - Martedì (a settimane alterne) e Venerdì 10.00-12.00 (M-Z)
- Durante il corso sarà usato STUDIUM come canale di comunicazione ufficiale;
- Materiale delle lezioni su STUDIUM
<http://studium.unict.it/>

Programma

- Introduzione alle basi di dati:
 - Generalità sui DBMS
 - Modelli dei dati e indipendenza fisica
 - Linguaggi e utenti delle basi di dati
- Il modello Relazionale dei dati
 - Relazioni, attributi, istanze di relazione, n-uple
 - Vincoli di integrità, chiavi, chiavi esterne
- Algebra relazionale
 - Operatori fondamentali e derivati
 - Algoritmo per l'ottimizzazione delle query

Programma

- Il linguaggio SQL
 - Il linguaggio di definizione dei dati (DDL):
 - Definizione di tabelle, domini, indici.
 - Specifica di semplici vincoli di integrità
 - Il linguaggio di interrogazione (DML):
 - Operatori di join-selezione-proiezione, operatori insiemistici
 - Operatori di raggruppamento.
 - Interrogazioni nidificate e correlate
 - Query ricorsive.
 - Il linguaggio di manipolazione dei dati (DML):
 - Inserimento, eliminazione e modifica di record.
 - Viste
 - Controllo dell'accesso ad una base di dati
 - Grant/Revoke
 - Basi di dati attive
 - Trigger

Programma

- Progettazione delle basi di dati:
 - Progettazione concettuale
 - Progettazione logica
- Normalizzazione delle basi di dati:
 - Anomalie
 - Dipendenze Funzionali
 - Decomposizioni di Schemi
 - Forme Normali: di Boyce-Codd e 3NF
- Organizzazione fisica e gestione delle interrogazioni
 - Indici primari e secondari, Strutture ad albero
 - Gestione delle interrogazioni: esecuzione ed ottimizzazioni

Programma

- Sviluppo di applicazioni
 - Stored procedure
 - Linguaggi host: Php
 - Oggetti persistenti
- Gestione delle transazioni
 - Controllore dell'affidabilità
 - Log e gestione dei guasti
 - Controllo concorrenza, lock a due fasi
- Cenni sui NoSQL database
 - Diversificazione dei sistemi
 - Modelli dei dati nei sistemi NoSQL
 - Gestione delle Transazioni, Map-Reduce
- Basi di dati per XML
 - Definizione di dati semistrutturati in XML
 - Xpath, XLS, Xquery

Programma

- DBMS:
 - MySQL
 - NoSQL database?

Bibliografia

- Libri di testo:
 - Atzeni, Ceri, Fraternali, Paraboschi, Torlone, *Basi di Dati* (V edizione), McGraw-Hill.
 - Albano, Ghelli, Orsini, *Fondamenti di basi di dati*, Zanichelli.
- Opzionale:
 - Garcia-Molina, Ullman, Widom, *Database Systems: The Complete Book*, Prentice Hall

- Scritto
 - Esercizi + domande sulla teoria
- Progetto
 - Implementazione di una base di dati equipaggiata con una opzionale interfaccia web.
 - **Presentare una relazione dettagliata sulla progettazione completa del database.**
 - Prima della fine del corso sarà comunicata la data di assegnazione dei progetti.
 - Validità un anno.
 - Max 1 persona per progetto.
 - I progetti devono essere consegnati dopo il superamento dell'esame scritto.
 - Il docente comunicherà una o più date (all'incirca un mese dopo lo scritto) per la presentazione del progetto.
 - La relazione va consegnata tramite email almeno 72 ore prima della data fissata per la presentazione
 - Altre comunicazioni...STUDIUM

- Modalità d'esame:
 - Per chi segue:
 - 2 prove in itinere (della durata di 2h ciascuna) + progetto finale;
 - Esame della durata di 1,5h sui contenuti del corso (aperto a tutti) + Progetto finale.

Metodo di studio

- Altamente consigliato seguire interamente il corso
- Studio individuale, con riflessione approfondita sui concetti;
- Svolgere esercizi;
- Sviluppo di progetti e esercitazioni pratiche anche con l'uso di DBMS (es. MySQL)

Introduzione alle basi di dati

Prof. Alfredo Pulvirenti (A-L)

Prof. Salvatore Alaimo (M-Z)

Prof. Giovanni Micale(A-Z)

(Atzeni-Ceri Capitolo 1)

Base di Dati: definizione

- Un insieme organizzato di dati, che esistono e si evolvono nel tempo, disponibili in una certa struttura (impresa, banca, ospedale, ...) per lo svolgimento della propria attività.

Dove sono

- Le basi di dati al giorno d'oggi sono essenziali in ogni tipologia di attività.
- Esempi:
 - Usate per mantenere “record” interni ad una struttura;
 - Per offrire servizi attraverso il World-Wide-Web;
 - Per supportare diversi altri processi (commerciali);
 - Alla base di ricerche scientifiche, utilizzate per memorizzare e rappresentare dati (collezionati in una qualche maniera).

Sistema organizzativo e sistema informativo

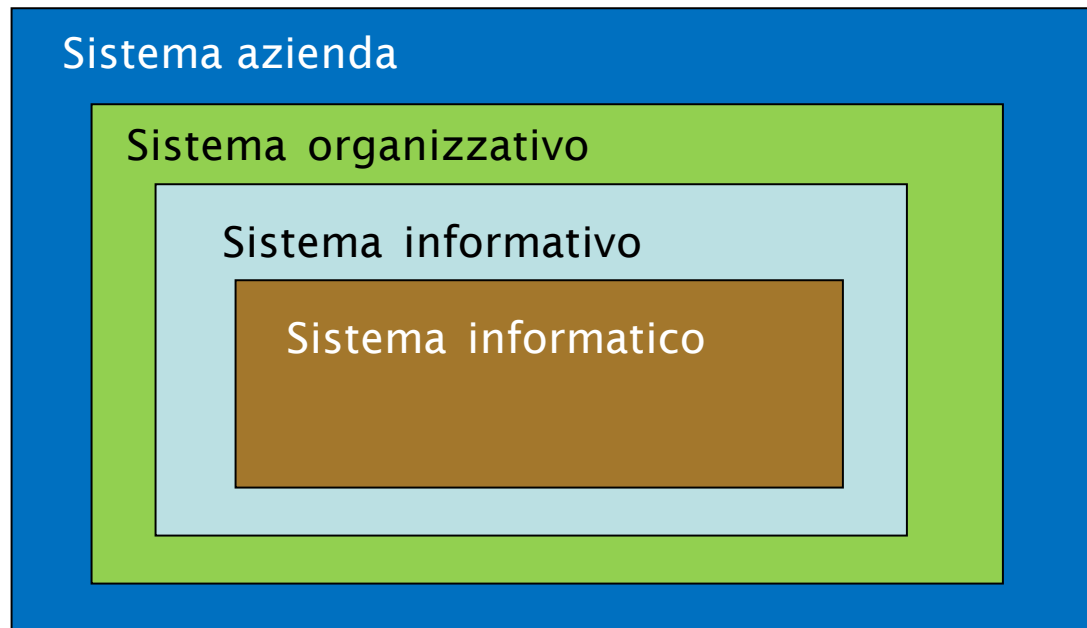
- Insieme di **risorse** (persone, denaro, materiali e beni, **informazioni**) e **regole** per lo svolgimento coordinato delle attività al fine del perseguimento degli scopi;
- Il sistema informativo è parte del sistema organizzativo (eventualmente non esplicitato nella struttura), il sistema informativo esegue/gestisce processi informativi (cioè i processi che coinvolgono informazioni).

Sistemi informativi e automazione

- Il concetto di “sistema informativo” è indipendente da qualsiasi automazione:
 - esistono organizzazioni la cui ragion d’essere è la gestione di informazioni (p. es. servizi anagrafici e banche) e che operano da secoli.

Sistemi informativi, informazioni e dati

- porzione automatizzata del sistema informativo:
 - la parte del sistema informativo che gestisce informazioni con tecnologia informatica



Gestione delle informazioni/1

- Aspetto fondamentale:
 - Razionalizzazione e standardizzazione dell'organizzazione delle informazioni e delle procedure.
 - Anche prima di essere informatizzati, molti sistemi informativi si sono evoluti in questa direzione;
 - Esempio: gli uffici anagrafe fino a pochi anni fa

Gestione delle informazioni/2

- In qualsiasi attività le informazioni vengono gestite (registrate e scambiate) in diversi modi:
 - idee informali;
 - linguaggio naturale (scritto o parlato, formale o colloquiale, in una lingua o in un'altra);
 - disegni, grafici, schemi;
 - numeri e codici.
- e su vari supporti
 - memoria umana, carta, dispositivi elettronici.

Informazioni e dati

- Nei sistemi informatici (e non solo), le informazioni vengono rappresentate in modo essenziale e spartano attraverso i **dati**
- Dal Vocabolario della lingua italiana (1987) distinguiamo:
 - **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.

Dati e informazioni

- I dati hanno bisogno di essere interpretati

Esempio

su un foglio di carta sono due dati: ‘Mario’ ‘2075’

Se il foglio di carta viene fornito in risposta alla domanda

- “A chi mi devo rivolgere per il problema X; qual è il suo **interno?**”
- allora i dati possono essere interpretati per fornire informazione e arricchire la conoscenza.

Perché i dati

- La rappresentazione precisa di forme più ricche di informazione e conoscenza è difficile;
- I dati costituiscono spesso una risorsa strategica, perché **più stabili nel tempo** di altre componenti (processi, tecnologie, ruoli umani).

- La potenza delle basi di dati deriva da un bagaglio di conoscenze e tecnologie che sono state sviluppate in diverse decadi che hanno dato luogo a software specializzati chiamati:

**Sistema di gestione di basi di dati
DataBase Management System, o DBMS**

Basi di dati/2

- Un DBMS è uno strumento particolarmente potente per la **creazione e la gestione efficiente ed efficace di grandi quantità di dati.**

DataBase Management System — DBMS

- Sistema (**prodotto software**) in grado di gestire collezioni di **dati che siano** (anche):
 - **grandi** (di dimensioni (molto) maggiori della memoria centrale dei sistemi di calcolo utilizzati)
 - **persistenti** (con un periodo di vita indipendente dalle singole esecuzioni dei programmi che le utilizzano)
 - **condivise** (utilizzate da applicazioni diverse)

DataBase Management System — DBMS

- **Ambiente di programmazione:**
 - Un DBMS consente all'utente o ad un'applicazione di accedere e modificare i dati attraverso un potente linguaggio di interrogazione.
 - garantendo **affidabilità** (resistenza a malfunzionamenti hardware e software) e **privatezza** (con una disciplina e un controllo degli accessi).
 - Come ogni prodotto informatico, un DBMS deve essere **efficiente** (utilizzando al meglio le risorse di spazio e tempo del sistema) ed **efficace** (rendendo produttive le attività dei suoi utilizzatori).

DBMS relazionali

- Prodotti software (complessi) disponibili sul mercato; esempi:
 - DB2
 - Oracle
 - SQLServer
 - MySQL
 - PostgreSQL
 - ...

DB-Engines Ranking

The DB-Engines Ranking ranks database management systems according to their popularity. The ranking is updated monthly.

Read more about the [method](#) of calculating the scores.



283 systems in ranking, October 2015

Rank			DBMS	Database Model	Score		
Oct 2015	Sep 2015	Oct 2014			Oct 2015	Sep 2015	Oct 2014
1.	1.	1.	Oracle	Relational DBMS	1466.95	+3.58	-4.95
2.	2.	2.	MySQL	Relational DBMS	1278.96	+1.21	+15.99
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server	Relational DBMS	1123.23	+25.40	-96.37
4.	4.	↑ 5.	MongoDB 📦	Document store	293.27	-7.30	+52.86
5.	5.	↓ 4.	PostgreSQL	Relational DBMS	282.13	-4.05	+24.41
6.	6.	6.	DB2	Relational DBMS	206.81	-2.33	-0.86
7.	7.	7.	Microsoft Access	Relational DBMS	141.83	-4.17	+0.19
8.	8.	↑ 10.	Cassandra 📦	Wide column store	129.01	+1.41	+43.30
9.	9.	↓ 8.	SQLite	Relational DBMS	102.67	-4.99	+7.71
10.	10.	↑ 12.	Redis 📦	Key-value store	98.80	-1.86	+19.42
11.	11.	↓ 9.	SAP Adaptive Server	Relational DBMS	85.64	-0.88	-1.15
12.	12.	↓ 11.	Solr	Search engine	79.07	-2.87	-0.89
13.	13.	13.	Teradata	Relational DBMS	73.44	-0.83	+6.09
14.	14.	↑ 16.	Elasticsearch	Search engine	70.23	-1.32	+27.41
15.	15.	15.	HBase	Wide column store	57.24	-1.79	+10.14
16.	16.	↑ 17.	Hive	Relational DBMS	53.56	+0.03	+18.78

Rank			DBMS	Database Model	Score		
Sep 2025	Aug 2025	Sep 2024			Sep 2025	Aug 2025	Sep 2024
1.	1.	1.	Oracle	Relational, Multi-model ⓘ	1170.62	-50.08	-115.97
2.	2.	2.	MySQL	Relational, Multi-model ⓘ	891.77	-23.69	-137.72
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server	Relational, Multi-model ⓘ	717.32	-36.84	-90.45
4.	4.	4.	PostgreSQL	Relational, Multi-model ⓘ	657.17	-14.08	+12.81
5.	5.	5.	MongoDB +	Document, Multi-model ⓘ	380.50	-15.08	-29.74
6.	6.	↑ 7.	Snowflake	Relational	190.19	+11.29	+56.47
7.	7.	↓ 6.	Redis	Key-value, Multi-model ⓘ	145.17	-2.02	-4.25
8.	8.	↑ 9.	IBM Db2	Relational, Multi-model ⓘ	124.19	-3.12	+1.14
9.	9.	↑ 14.	Databricks	Multi-model ⓘ	124.06	+8.25	+39.82
10.	10.	↓ 8.	Elasticsearch	Multi-model ⓘ	118.26	+3.99	-10.53
11.	11.	↓ 10.	SQLite	Relational	107.88	-4.72	+4.53
12.	12.	↓ 11.	Apache Cassandra	Wide column, Multi-model ⓘ	106.98	-1.53	+8.04
13.	13.	↑ 15.	MariaDB +	Relational, Multi-model ⓘ	91.46	-2.13	+8.02
14.	14.	↓ 12.	Microsoft Access	Relational	83.61	-4.15	-10.15
15.	15.	↑ 17.	Amazon DynamoDB	Multi-model ⓘ	80.28	-3.20	+10.22
16.	16.	16.	Microsoft Azure SQL Database	Relational, Multi-model ⓘ	79.18	+3.34	+6.23
17.	17.	↑ 18.	Apache Hive	Relational	76.10	+5.06	+23.02
18.	18.	↓ 13.	Splunk	Search engine	75.77	+6.00	-17.26
19.	19.	19.	Google BigQuery	Relational	66.00	+0.82	+13.33
20.	20.	↑ 21.	Neo4j	Graph	53.78	-0.69	+11.10
21.	21.	↑ 24.	Apache Solr	Search engine, Multi-model ⓘ	36.76	+1.96	+2.61
22.	↑ 23.	↓ 20.	FileMaker	Relational	34.44	+1.12	-10.76
23.	↓ 22.	↓ 22.	Teradata	Relational, Multi-model ⓘ	34.41	+0.66	-7.06
24.	24.	↓ 23.	SAP HANA	Relational, Multi-model ⓘ	33.07	+0.77	-8.25
25.	25.	25.	SAP Adaptive Server	Relational, Multi-model ⓘ	27.74	-0.40	-4.93
26.	26.	↑ 34.	Apache Spark (SQL)	Relational	25.36	+0.73	+8.93
27.	27.	27.	Microsoft Azure Cosmos DB	Multi-model ⓘ	23.94	+1.10	-1.03
28.	28.	28.	InfluxDB	Time Series, Multi-model ⓘ	23.75	+1.16	+1.63

Basi di dati e condivisione delle informazioni

- Una base di dati e' una risorsa **integrata**, **condivisa** fra le varie applicazioni
- Conseguenze
 - Attivita' diverse su dati in parte condivisi:
 - meccanismi di **autorizzazione**
 - Attivita' multi-utente su dati condivisi:
 - controllo della **concorrenza**
- Problemi
 - **Ridondanza**: informazioni ripetute
 - Rischio di **incoerenza**: le versioni possono non coincidere

Descrizione dei dati

- **Modello dei dati**, formalismo (matematico) composto da due parti:
 - Una **notazione** per **descrivere** i dati;
 - Un insieme di **operatori** per **manipolare** tali dati.
- Componente fondamentale:
 - **Meccanismi di strutturazione** (o **costruttori di tipo**)
 - come nei linguaggi di programmazione esistono meccanismi che permettono di definire nuovi tipi, così ogni modello dei dati prevede alcuni costruttori

Descrizione dei dati nei DBMS

- Descrizioni e rappresentazioni dei dati a livelli diversi
 - Permettono l'**indipendenza dei dati** dalla rappresentazione fisica:
 - i programmi fanno riferimento alla struttura a livello più alto (logica), e le rappresentazioni sottostanti possono essere modificate senza necessità di modifica dei programmi.

Due tipi (principali) di modelli

- **modelli logici**: utilizzati nei DBMS esistenti per l'organizzazione dei dati
 - Si chiama logico per sottolineare il fatto che le strutture utilizzate da questi modelli, pure essendo astratte, riflettono una particolare organizzazione
 - utilizzati dai programmi
 - indipendenti dalle strutture fisiche
- esempi: **relazionale**, reticolare, gerarchico, a oggetti

Due tipi (principali) di modelli

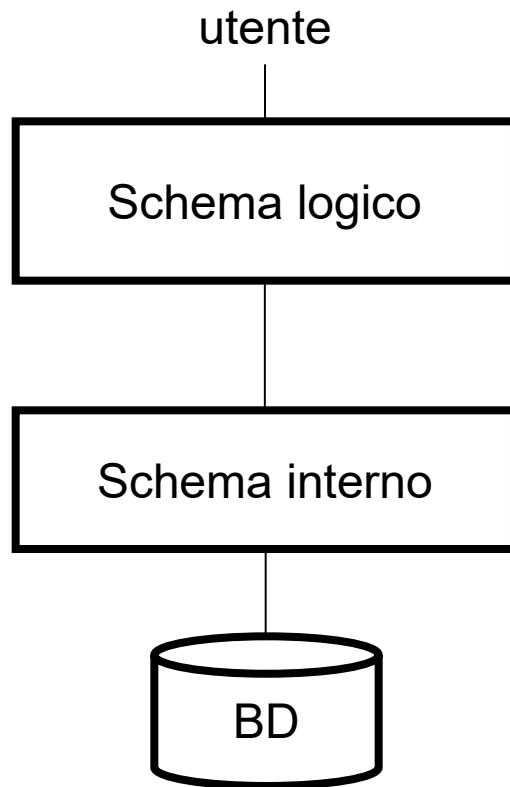
- **modelli concettuali**: permettono di rappresentare i dati in modo indipendente da ogni sistema
 - cercano di descrivere i concetti del mondo reale piuttosto che i dati utili a rappresentarli
 - sono utilizzati nelle fasi preliminari di progettazione
- il più noto è il modello **Entità-Relazione**

Esempio

- **Modello relazionale:**
 - prevede il costruttore **relazione**, che permette di definire insiemi di record omogenei;
 - Usa un insieme di nomi (detti attributi) per descrivere i dati, che individuano le colonne delle tabelle.

Nome	Matricola	Indirizzo	Telefono
Mario Rossi	123456	Via Etnea 18	777777
Maria Bianchi	234567	Via Roma 2	888888
Giovanni Verdi	345678	Via Etnea 18	999999
Enzo Gialli	456789	Via Catania 3	444444

Architettura di un DBMS (semplificata)



- **schema logico**: descrizione della base di dati nel modello logico (ad esempio, la struttura della tabella)
- **schema fisico**: rappresentazione dello schema logico per mezzo di strutture memorizzazione (file)

Indipendenza dei dati il livello logico è indipendente da quello fisico: una tabella è utilizzata nello stesso modo qualunque sia la sua realizzazione fisica (che può anche cambiare nel tempo)

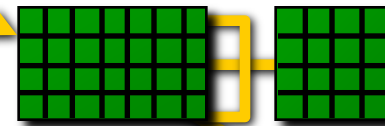
Modello Dati



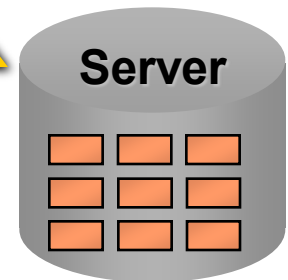
Utente



Modello concettuale

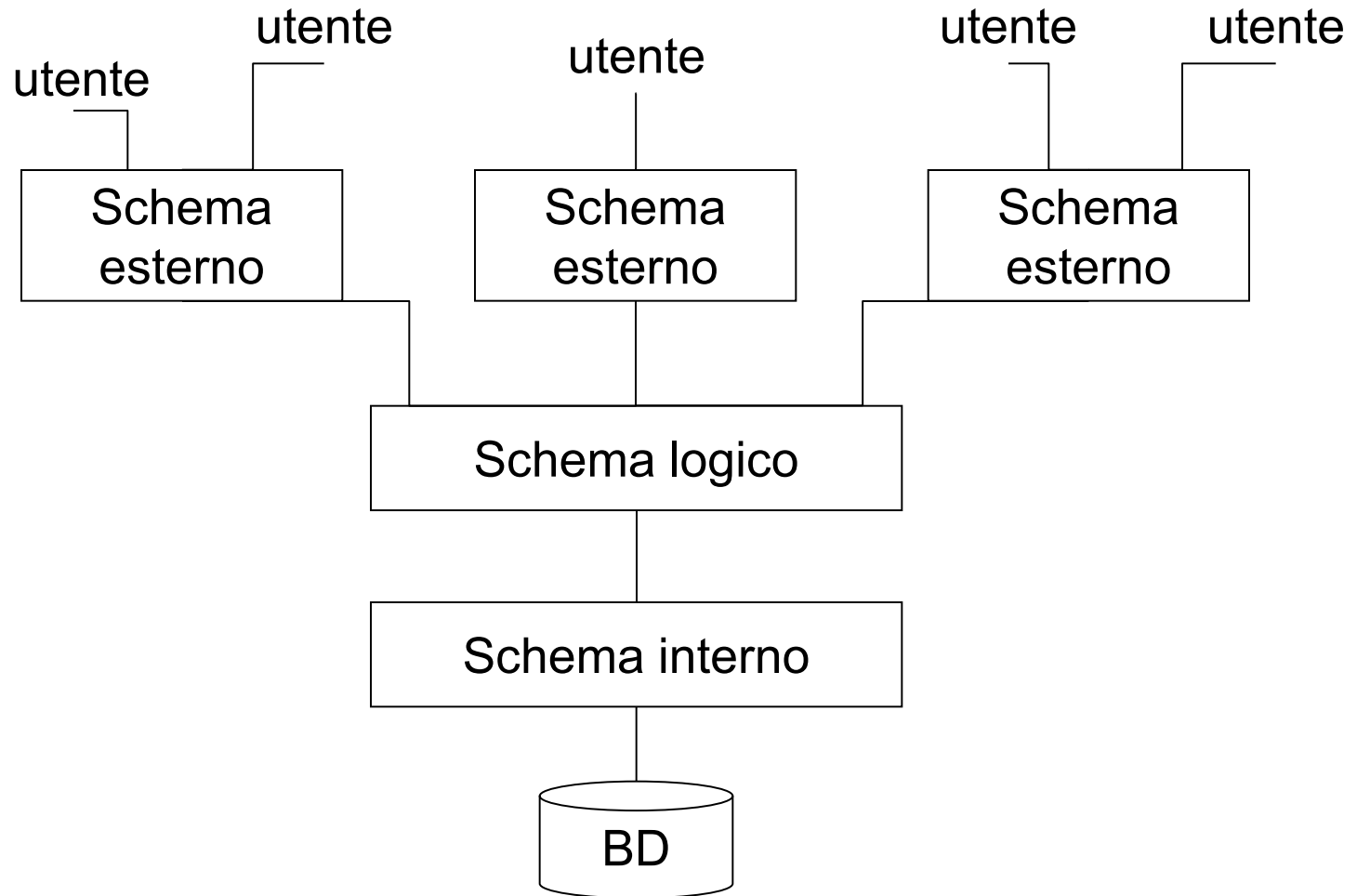


Modello logico



**Schema interno
Tabelle sul disco**

Architettura standard(ANSI/SPARC) a tre livelli per DBMS



Architettura ANSI/SPARC: schemi

- **schema logico:** descrizione dell'intera base di dati nel modello logico “principale” del DBMS
- **schema fisico:** rappresentazione dello schema logico per mezzo di strutture fisiche di memorizzazione
- **schema esterno:** descrizione di parte della base di dati in un modello logico (“viste” parziali, derivate, anche in modelli diversi)

Una Vista

Corsi

Corso	Docente	Aula
Basi di dati	Rossi	4
Algoritmi	Neri	2
Reti	Bruni	1
Analisi dati	Rossi	G

Aule

Nome	Edificio	Piano
4	DMI	Terra
1	DMI	Terra
G	DAU	Primo

CorsiSedi

Corso	Aula	Edificio	Piano
Basi di dati	4	DMI	Terra
Reti	1	DMI	Terra
Analisi dati	G	DAU	Primo

Indipendenza dei dati

- conseguenza della articolazione in livelli
- l'accesso avviene solo tramite il livello esterno (che può coincidere con il livello logico)
- due forme:
 - indipendenza fisica
 - indipendenza logica

Indipendenza fisica

- Il livello logico e quello esterno sono indipendenti da quello fisico
 - una relazione è utilizzata nello stesso modo qualunque sia la sua realizzazione fisica
 - la realizzazione fisica può cambiare senza che debbano essere modificati i programmi

Indipendenza logica

- Il livello esterno è indipendente da quello logico
- aggiunte o modifiche alle viste non richiedono modifiche al livello logico
- modifiche allo schema logico che lascino inalterato lo schema esterno sono trasparenti

Linguaggi per le basi di dati

- Nei DBMS distinguiamo

Data-Definition Language (DDL):

- consente all'utente di creare nuovi database e di specificarne i loro **schemi** (logici, esterni, fisici) la loro strutturazione logica

• ***Data-Manipulation Language (DML):***

- da agli utenti la possibilità di interrogare e modificare **istanze** di basi di dati

Query su una tabella

- Vorrei conoscere l'indirizzo e il telefono di Giovanni Verdi

Nome	Matricola	Indirizzo	Telefono
Mario Rossi	123456	Via Etnea 18	777777
Maria Bianchi	234567	Via Roma 2	888888
Giovanni Verdi	345678	Via Etnea 18	999999
Enzo Gialli	456789	Via Catania 3	444444

Indirizzo	Telefono
Via Etnea 18	999999

Query su due tabelle

- Quali esami ha superato Mario Rossi?

Corso	Matricola	Voto
Programmazione 1	345678	27
Architettura	123456	30
Matematica discreta	234567	19
Basi di Dati	345678	28

Nome	Matricola	Indirizzo	Telefono
Mario Rossi	123456	Via Etnea 18	777777
Maria Bianchi	234567	Via Roma 2	888888
Giovanni Verdi	345678	Via Etnea 18	999999
Enzo Gialli	456789	Via Catania 3	444444

Corso
Architettura

Query su più tabelle

Corso	Matricola	Voto
Programmazione 1	345678	27
Architettura	123456	30
Matematica discreta	345678	19
Basi di Dati	345678	28

Nome	Matricola	Indirizzo	Telefono
Mario Rossi	123456	Via Etnea 18	777777
Maria Bianchi	234567	Via Roma 2	888888
Giovanni Verdi	345678	Via Etnea 18	999999
Enzo Gialli	456789	Via Catania 3	444444

Corso	Professore
Architettura	Barbanera
Programmaizone 1	Cincotti
Matematica discreta	Milici
Basi di dati	Pulvirenti

Quali professori hanno dato più di 24 a Giovanni Verdi e in quali corsi?

Corso	Professore
Programmazione 1	Cincotti
Basi di dati	Pulvirenti

Vantaggi e svantaggi DBMS

- Pro
 - dati come risorsa comune, base di dati come modello della realtà
 - gestione centralizzata con possibilità di standardizzazione ed “economia di scala”
 - disponibilità di servizi integrati
 - riduzione di ridondanze e inconsistenze
 - indipendenza dei dati (favorisce lo sviluppo e la manutenzione delle applicazioni)
- Contro
 - costo dei prodotti (a volte) e della transizione
 - architetture complesse a fronte di requisiti minimi comuni