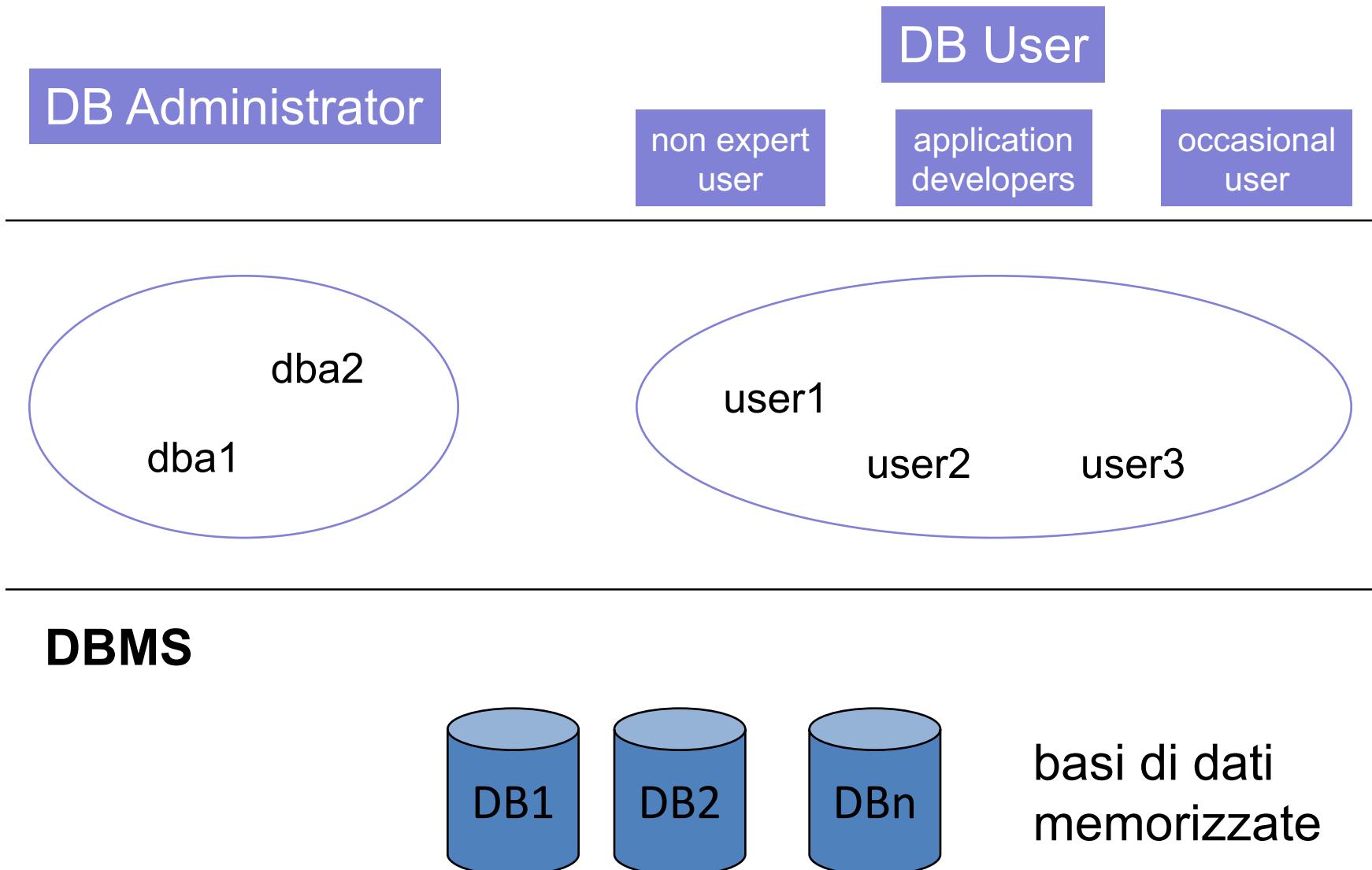


# Architettura dei DBMS relazionali

Laboratorio di basi di dati  
Dipartimento di Informatica  
Università degli Studi di Milano



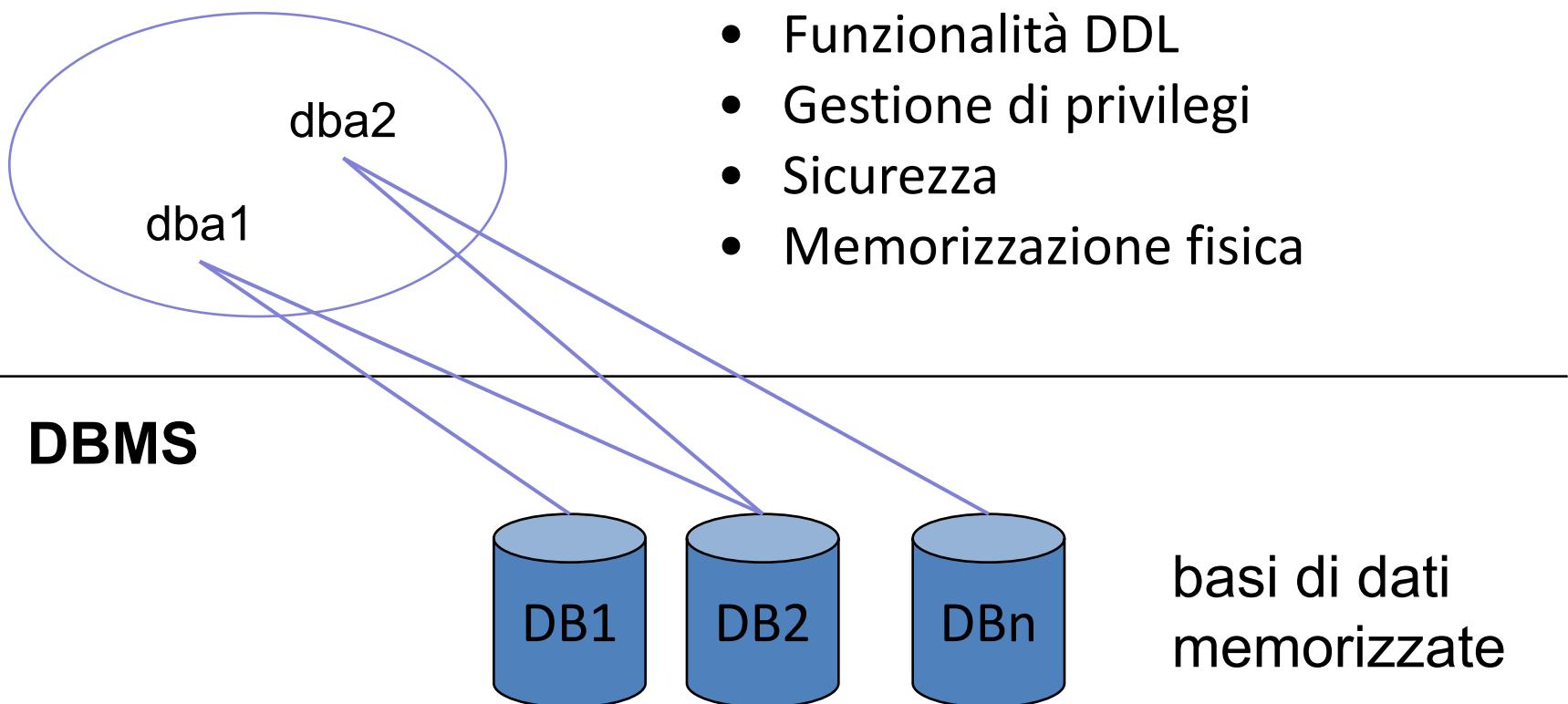
# Schema di riferimento di un DBMS



# Schema di riferimento di un DBMS

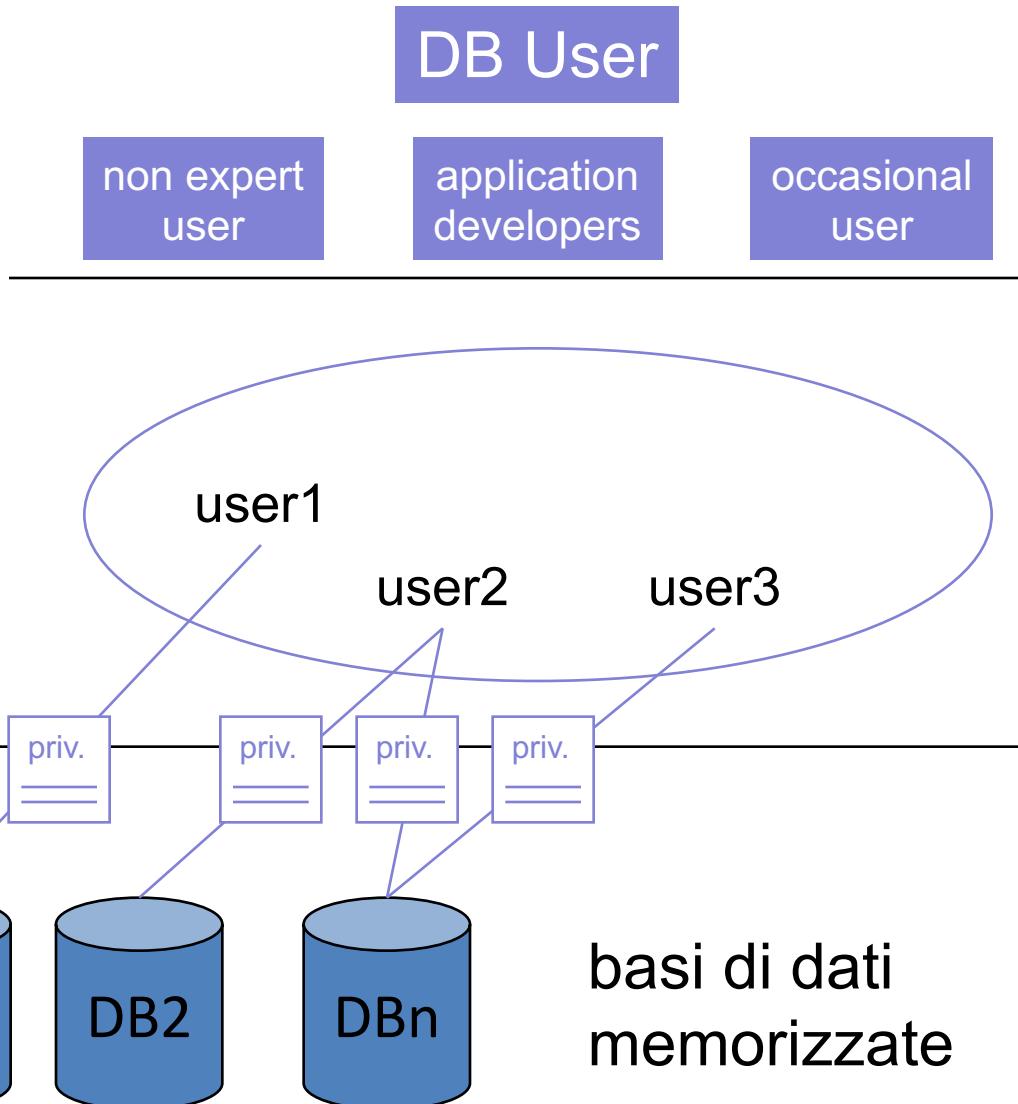
DB Administrator

è un utente del DBMS con privilegi amministrativi rispetto a (una o più) basi di dati ospitate



# Schema di riferimento di un DBMS

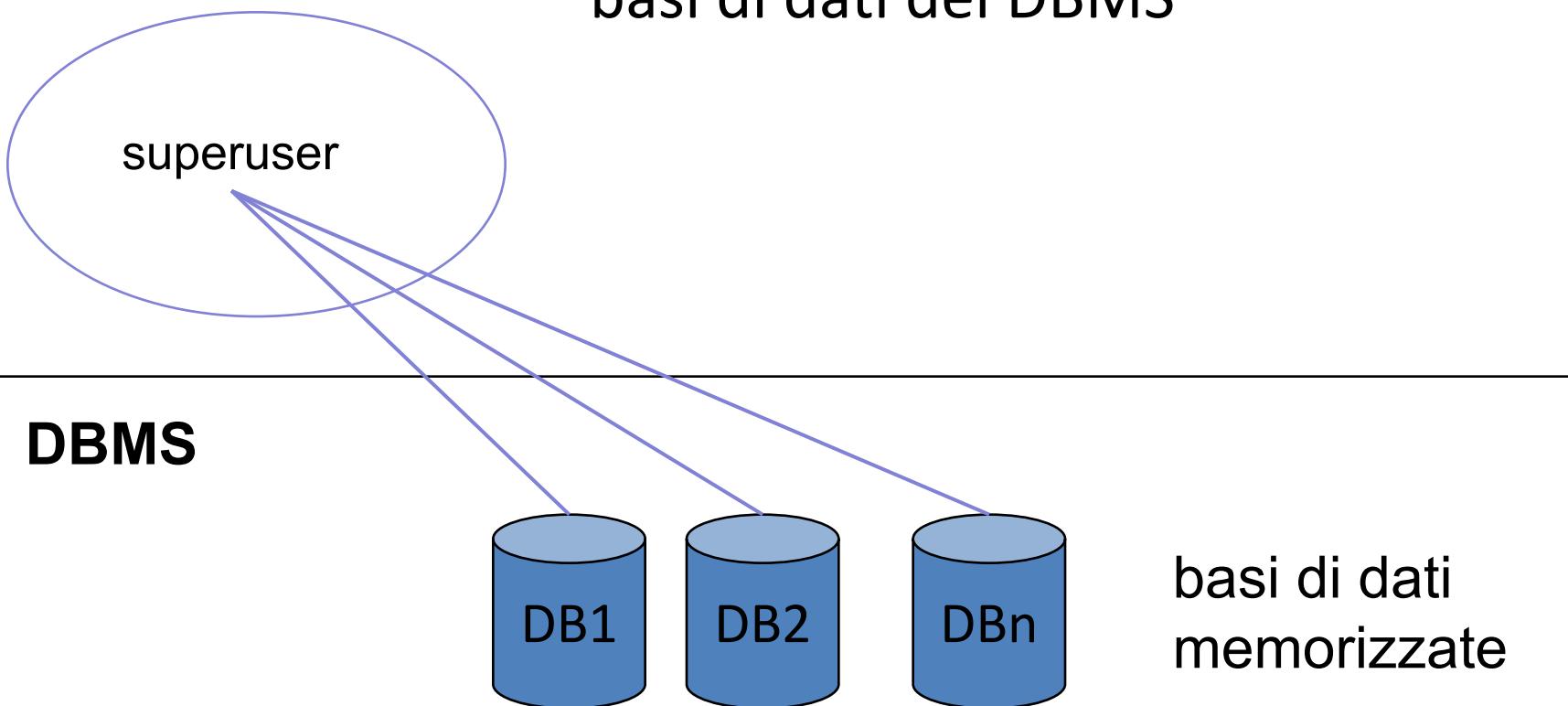
è un utente del DBMS  
con privilegi specifici (e  
limitati) rispetto a (una  
o più) basi di dati  
ospitate



# Schema di riferimento di un DBMS

DB Administrator

L'utente **superuser** è un DB Administrator con privilegi di amministrazione rispetto a tutte le basi di dati del DBMS



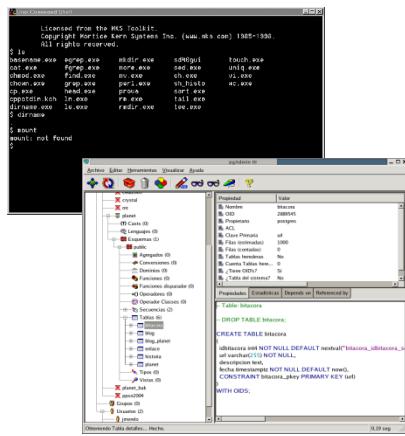
# Utenti di un DBMS

- Un DBMS possiede almeno un utente superuser (inizialmente è l'unico utente del DBMS)
- Una base di dati possiede almeno un utente administrator (il proprietario – owner – della base di dati)
- I privilegi di un utente possono variare a seconda della base di dati

# Architettura client/server dei DBMS

## LOCAL CLIENT

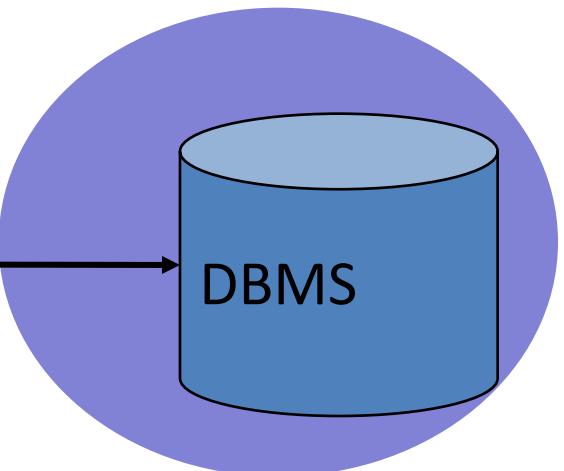
- è un utente del DBMS (DB User/DB Administrator) che si collega mediante pipe
- l'utente è *logged* sullo stesso elaboratore che ospita il DBMS



## DBMS SERVER

- è un software in esecuzione su un elaboratore server
- è generalmente implementato come servizio di sistema
- può essere configurato per accettare connessioni locali (pipe) e/o connessioni remote (TCP socket)

pipe di comunicazione



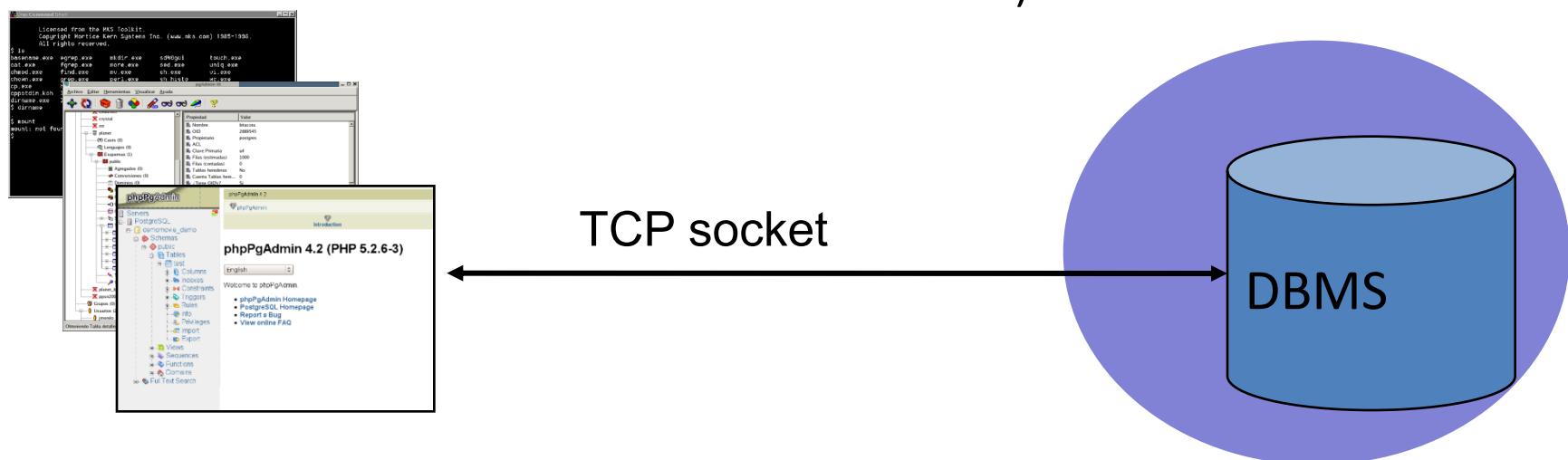
# Architettura client/server dei DBMS

# REMOTE CLIENT

- è un utente del DBMS (DB User/DB Administrator) che si collega mediante TCP socket
  - l'utente è logged su un elaboratore diverso da quello che ospita il DBMS

# DBMS SERVER

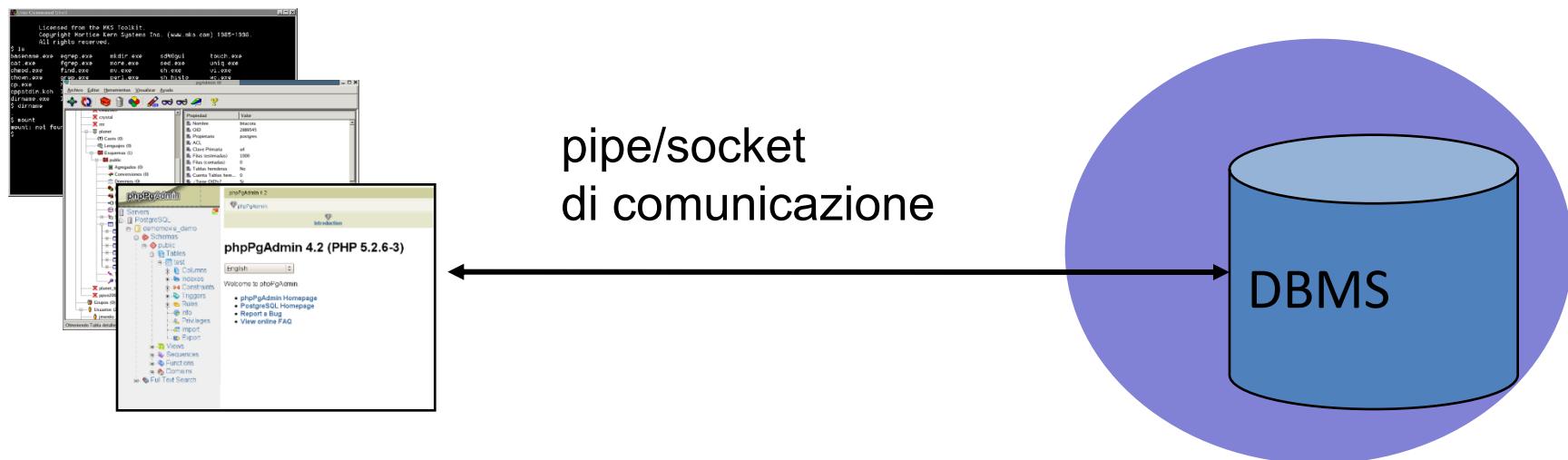
- è un software in esecuzione su un elaboratore server
  - è generalmente implementato come servizio di sistema
  - può essere configurato per accettare connessioni locali (pipe) e/o connessioni remote (TCP socket)



# Architettura client/server dei DBMS

Gli utenti del DBMS (DB Administrator, DB User) utilizzano un software client per comunicare con il server

- client a riga di comando
- client con interfaccia grafica (GUI)
- client con interfaccia web



# Utente inizializzatore del servizio

- Il DBMS viene avviato da un utente inizializzatore che è proprietario del servizio di sistema (è auspicabile che tale utente non sia amministratore del sistema)
- L'utente inizializzatore del servizio è un utente di sistema e **NON** è un utente del DBMS
  - Questo significa che l'utente inizializzatore non ha accesso alle basi di dati presenti sul DBMS

# Scegliere il DBMS

Laboratorio di basi di dati  
Dipartimento di Informatica  
Università degli Studi di Milano



# Scegliere il DMBS

- Il mercato offre un'ampia gamma di soluzioni
- Non esiste un prodotto migliore in assoluto
- La scelta deve risultare da una valutazione costi/benefici
  - anche in termini di complessità della soluzione rispetto all'ambito applicativo
- Tecnologia privilegiata al corso: PostgreSQL

# DBMS Commerciali

- DBMS commerciali
  - MS SQL Server
  - Oracle
  - DB2
  - MySQL
- DBMS open-source like
  - MySQL
  - MariaDB
  - PostgreSQL
  - HSQLDB

# MS SQL Server (1)

- DBMS relazionale sviluppato da Microsoft
- Sistemi operativi: MS Windows, Windows Server, Linux
- Cenni storici
  - 1989: prima versione per OS/2, base code acquistato da Sybase SQL Server (competizione con Oracle e IBM)
  - 2000: SQL Server 2000, con performance migliori, IDE tools lato client, e diversi sistemi complementari (e.g., supporto per il data mining e OLAP)
  - 2005: SQL Server 2005, con supporto nativo per XML e database mirroring
  - 2008: SQL Server 2008, con full-text search
  - 2014: SQL Server 2014, con supporto per Hekaton (in-memory database)
  - 2022: SQL Server 2022

# MS SQL Server (2)

## Diverse edizioni offerte



### Express/web

Free, entry-level database for small web and mobile apps

#### Feature highlights

- Up to 16 cores of CPU
- Up to 64 GBs of memory
- In-memory OLTP and Columnstore
- End-to-end encryption with secure enclaves
- Full T-SQL surface area
- Support for Linux and Windows containers
- UTF-8 character encoding
- Data classification and auditing



### Standard

Full featured database with Big Data Clusters for mid-tier applications and data marts

#### Feature highlights

- Up to 24 cores of CPU
- Up to 128 GBs of memory
- SQL Server 2019 Big Data Clusters
- Data virtualization through PolyBase
- Enhanced in-memory performance
- Automatic intelligent database tuning
- Azure Data Studio with notebook support

#### + Express/web features



### Enterprise

Mission-critical performance and intelligence for tier 1 databases

#### Feature highlights

- Unlimited cores of CPU
- Unlimited memory
- Industry-leading performance with unmatched scalability
- Unlimited virtualization benefits
- Petabyte scale data warehousing
- Business critical HA on Windows and Linux
- Low TCO with free DR replicas
- Access to Power BI Report Server

#### + Standard features

#### + Express/web features



### Developer

Free to use with all the features of Enterprise Edition specifically for dev/test in non-production environments

<https://www.microsoft.com/it-it/sql-server/sql-server-2019-comparison>

# Oracle (1)

- ORDBMS (DBMS relazionale e ad oggetti) sviluppato da Oracle Corporation
- Compatibile con diversi sistemi operativi
- Cenni storici
  - 1979: Oracle V2, supporto per funzionalità base di SQL
  - 1985: Oracle V5, supporto per interazioni client-server
  - 1992: Oracle V7, supporto per stored procedure e trigger
  - 1999: Oracle 8i, orientato alle interazioni tramite Internet
  - 2003: Oracle 10g, supporto per grid computing
  - 2013: Oracle 12c, supporto per cloud computing
  - 2023: Oracle 23c

# Oracle (2)

- Disponibile in diverse edizioni, fra cui:
  - Express Edition: versione entry level e limitata a 4GB di dati utente, 1GB di memoria, 1 CPU
  - Standard Edition One
  - Standard Edition: funzionalità di SE One + supporto per macchine più grandi e clustering di servizi
  - Enterprise Edition: tutte le funzionalità di Oracle Database + supporto per applicazioni di online transaction processing (OLTP) ad alto volume, query-intensive data warehouses, applicazioni Internet onerose
  - Personal Edition: quasi tutte le funzionalità di EE, limitato a single-user development

# DB2 (1)

- DBMS relazionale sviluppato da IBM
- Compatibile con diversi sistemi operativi (fino al 1990 solo mainframe IBM)
- Cenni storici
  - 1983: prima versione di DB2, basata su un prodotto precedente di IBM, QBE
  - 2006: DB2 9 che supporta XML
  - 2007: DB2 9.5 orientato ad ambienti distribuiti
  - 2009: DB2 9.7, supporto alla frammentazione dei dati
  - 2013: DB2 10.5, migliorie di performance e funzionalità mobile
  - DB2 13, ulteriori migliorie (e.g., supporto per AI)

# DB2 (2)

- Disponibile in diverse edizioni, fra cui:
  - Workgroup Server Edition (WSE): limiti su processore and memoria
  - Enterprise Server Edition (ESE): funzionalità di WSE + materialized query tables, no limiti su processori, memorie, o dimensioni dei dati
  - Advanced Enterprise Server Edition (AESE): funzionalità di ESE + column organized tables, in-memory database, data compression, workload management, replication, ...
  - Advanced Workgroup Server Edition (AWSE): simile ad AESE, ma con limiti su processori e memoria
  - Developer Edition: supporto per un unico application developer

# MySQL (1)

- DBMS relazionale
  - sviluppato in origine da MySQL AB, ora parte di Oracle
  - disponibile con licenza GNU General Public License (alcune edizioni a pagamento per scopi commerciali)
- Compatibile con diversi sistemi operativi, molto diffuso per lo sviluppo di Web Application
- Cenni storici
  - Sviluppato a partire dal 1995 da Michael Widenius e David Axmark
  - 1998: prima versione per Windows
  - 2005: MySQL V5, supporto a viste e trigger
  - 2008: MySQL V5.1, supporto a frammentazione
  - Versione corrente: MySQL 8

# MySQL (2)

- Disponibile in diverse edizioni, fra cui:
  - MySQL Standard Edition
  - MySQL Enterprise Edition: funzionalità standard + altre (e.g., sicurezza, monitor di performance)
  - MySQL Cluster Carrier Grade Edition (CGE): funzionalità enterprise + altre (e.g., storage engine addizionali, partizionamento automatico dei dati (sharding) con bilanciamento del carico)
  - MySQL Community Edition: licenza GNU

# MariaDB

- "Cugino" molto stretto di MySQL
- DBMS nato nel 2009 come fork di MySQL
  - in seguito all'acquisizione da parte di Oracle
  - idea: garantire SW free e open source con licenza GNU
- Il versioning ha seguito il versioning di MySQL fino alla versione 5.5, successivamente nasce un versioning separato
  - nel 2012 si passa dalla versione 5.5 alla 10
  - versione corrente: 11

# PostgreSQL

- ORDBMS (relazionale e ad oggetti) rilasciato con licenza PostgreSQL
  - gratuito ed open-source
- Compatibile con diversi sistemi operativi
- Cenni storici
  - Nasce da un progetto condotto all'università della California@Berkley (Ingres project)
  - 1988: viene rilasciato il primo prototipo
  - 1995: primo rilascio di Postgres95
  - 2000: supporto per chiavi esterne e sintassi SQL92 per i join
  - 2010-oggi (v16): miglioramenti a gestione di indici, trigger e viste, viste materializzate, meccanismi di lock avanzati, supporto JSON, ...

# II DBMS PostgreSQL

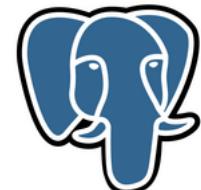
Laboratorio di basi di dati  
Dipartimento di Informatica  
Università degli Studi di Milano



# PostgreSQL

- Disponibile Open Source con licenza BSD
- Disponibile per Windows / Linux / Mac OSX / Solaris / ...
- Estensione proprietaria a SQL procedurale (PLpgSQL)
- Dispone di interfaccia grafica
  - phpPgAdmin (web-based)
  - pgAdmin IV
  - DataGrip
- Dispone di interfaccia a linea di comando
  - psql

PostgreSQL



# Installazione di PostgreSQL

- Possibilità offerte per l'installazione:
  - Compilazione dei sorgenti
  - Utilizzo di una distribuzione binaria
- PostgreSQL può essere installato senza possedere i privilegi di root (in una porzione del FileSystem accessibile con privilegi RW all'utente che esegue l'installazione)
- Installare la versione stabile più recente

# Configurazione di PostgreSQL

- Le principali impostazioni di configurazione del DBMS sono contenute nel file **postgresql.conf** memorizzato nella cartella di installazione di PostgreSQL
- In particolare, in `postgresql.conf` si trovano impostazioni su
  - connessioni (e.g., porta di ascolto e numero massimo di connessioni concorrenti)
  - utilizzo di memoria
  - log di operazioni/errori
  - gestione dei lock (uso di transazioni)

# Template di PostgreSQL

- Dopo l'installazione, su PostgreSQL sono presenti tre database (**template0**, **template1**, **postgres**) che sono i modelli a partire dai quali vengono generati nuovi database
  - template0 è un database di sistema non accessibile agli utenti
  - template1 è il database contenente il modello predefinito
  - postgres è una copia di template1
- Utilizzando template1, è possibile creare un proprio template come modello per la generazione di nuovi database

# Connessione mediante psql

- Connessione al DBMS mediante il client a riga di comando psql:
  - E' necessario specificare il nome dell'utente, l'indirizzo del server e il database a cui connettersi:

**psql –U <nomeutente> -h <indirizzoserver> <nomedb>**

Esempio: psql –U postgres –h localhost template1

# Comandi di psql

- Help in linea
  - \?[comando]: help sui comandi del client
  - \h[comando]: help su sql
- Principali comandi di psql:

\l	lista dei database presenti sul DBMS
\c <nome_db>	connessione al database specificato
\dt	elenco tavole del database a cui si è connessi
\dn	elenco degli schemi del database a cui si è connessi
\du	lista utenti del DBMS
\d <nome_obj>	descrizione della struttura dell'oggetto specificato
\q	chiusura della connessione e uscita da psql