

 **ROMA TRE**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

**Corso di Laurea in Matematica**  
Dipartimento di Matematica e Fisica

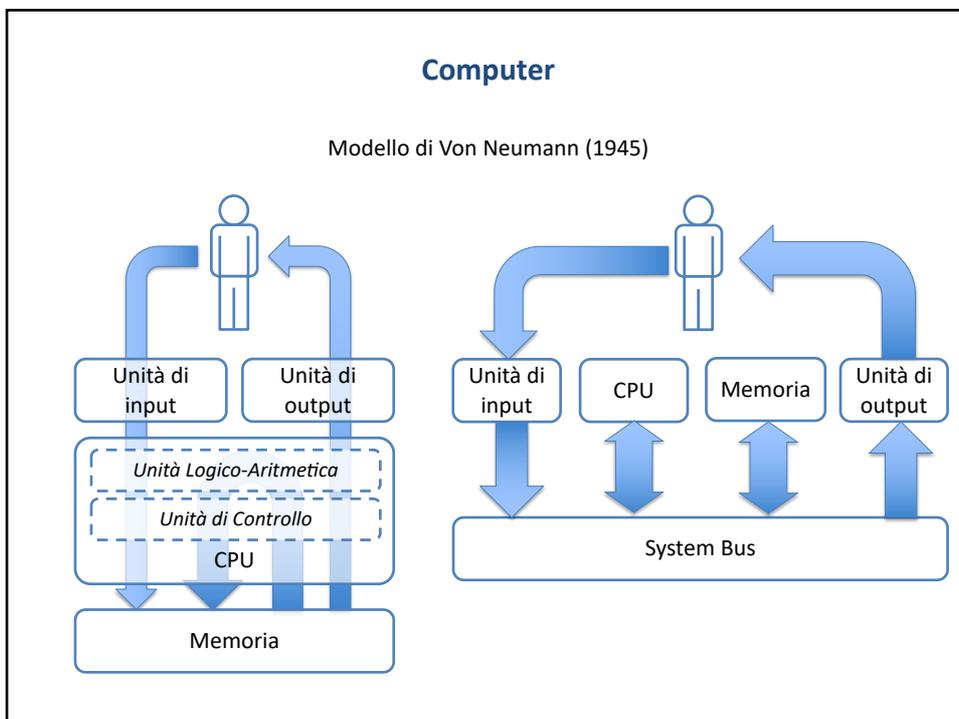
Sistemi per l'elaborazione delle informazioni

**1. Dal computer ad un sistema informativo**

Dispense del corso IN530 a.a. 2019/2020

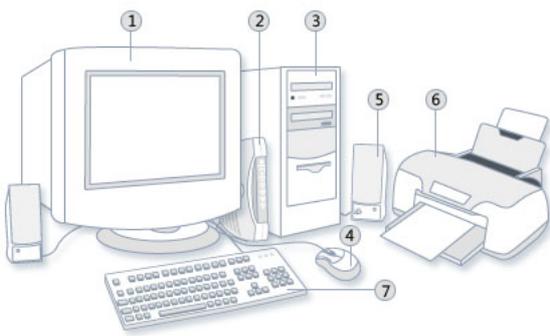
**prof. Marco Liverani**

7



8

### Computer



① Monitor

② Modem

③ Unità di sistema

④ Mouse

⑤ Altoparlante

⑥ Stampante

⑦ Tastiera

**CPU:**

- Unità di sistema, bus, Processore Intel/AMD, ...

**Memoria:**

- RAM, hard disk, ...

**Unità di input:**

- Tastiera, mouse, modem, ...

**Unità di output:**

- Monitor, modem, stampante, altoparlante, ...

CD, chiavette USB, DVD, sono unità di memoria di massa removibili, che possono essere usate per riversare dati da un computer (output) e immetterli in un altro (input)

9

### Computer



10

## Computer

Negli anni si è assistito ad un processo evolutivo nella struttura dei sistemi informatici

Periodo	Utilizzo	Elaborazione	Dati	Linguaggi	Memoria RAM	Memoria di massa	Rete
1950-60	Calcolo numerico	Centralizzata su grandi computer (mainframe)	Sul server, su nastro	Linguaggio Macchina, Assembler	1-16 KByte	< 10 MByte	No
1970	Calcolo numerico, archiviazione	Centralizzata su mini computer	Sul server, su hard disk, su Floppy disk	Assembler, Cobol, Fortran	64 KByte	< 50 MByte	No, terminali alfanumerici seriali
1980	Elaboraz. locale (contabilità, archiviazione)	Decentralizzata su personal computer	Sui personal computer su hard disk, Floppy disk, mini disk	Cobol, Fortran, Basic, Pascal, C	16-64 KByte	20-40 MByte	Modem seriali, connessioni a banche dati
1990	Elaboraz. locale su PC e workstation UNIX	Decentralizzata su PC o workstation o piccoli server (modalità client/server)	Su server e delocalizzata su PC e workstation	Visual Basic, C/C++, Java, ASP, Perl	640 Kbyte – 8/16/64 MByte	20-100 GByte	Protocollo TCP/IP, rete locale, rete Internet bassa velocità
2000	Servizi gestionali informatizzati	Centralizzata su grandi server	Centralizzati su SAN/NAS accessibili in rete	Java, C/C++, C#, MS.net	4-64 GByte	70-700 Gbyte	Rete Internet alta velocità
2010	Servizi gestionali, utility e social	Decentralizzata su molti server e anche su client	Decentralizzati su molti server (cloud)	Java, C/C++, C#, MS.net, Python	8-256 GByte	250 Gbyte, 10-100 TByte	Rete Internet wireless alta velocità

11

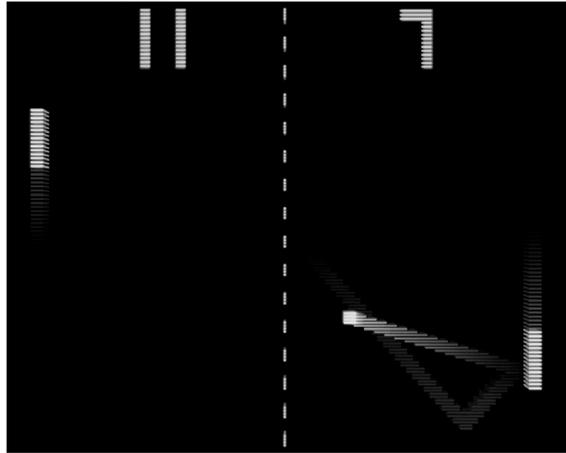
## Sistemi informativi

- Salvo che per usi strettamente personali, i computer sono inseriti nell'ambito di un **sistema informativo**, ossia di un complesso di computer, programmi, infrastrutture di rete ed altri strumenti, collegati e integrati fra loro, che permettono di gestire ed elaborare dati ed informazioni di vario genere per supportare le finalità dell'organizzazione (azienda, associazione, ente pubblico, dipartimento, laboratorio, ecc.) in cui il sistema informativo è realizzato
- Di fatto i moderni sistemi informativi aziendali, basati su strumenti ed infrastrutture informatiche, sostituiscono ed estendono i "sistemi informativi" non elettronici, né automatizzati, che venivano comunque utilizzati in precedenza: archivi cartacei o su altri supporti, strumenti di misurazione e documenti in cui tracciare le misurazioni, ecc.
- La struttura dei sistemi informativi aziendali è evoluta negli anni, di pari passo con l'evoluzione della tecnologia informatica:
  - Dai sistemi **centralizzati** basati su un unico grande computer (anni '50-'60)
  - Ai sistemi **dipartimentali**, più piccoli e accessibili contemporaneamente da più postazioni di lavoro (terminali) da molti utenti contemporaneamente (anni '70-'80)
  - Ai sistemi **distribuiti** su numerosi sottosistemi **client/server** (anni '80/'90)
  - Ai sistemi **distribuiti** su **reti geografiche** private ad alte prestazioni (anni '90/2000)
  - Ai sistemi **virtualizzati**, distribuiti su locazioni che spaziano anche oltre i confini nazionali e basati sulle cosiddette infrastrutture di "**cloud computing**" (oggi e nel prossimo futuro)

12

### Digressione: anche i videogiochi hanno seguito un percorso simile

- **1979:** andavo a casa di un compagno di scuola per giocare a **Pong/Squash** sul suo televisore



13

### Digressione: anche i videogiochi hanno seguito un percorso simile

- **1985:** con i compagni di scuola scambiavamo floppy disk e cassette con i videogiochi per i nostri **home computer**



14

### Digressione: anche i videogiochi hanno seguito un percorso simile

- **1995:** con i colleghi in ufficio giocavamo insieme a Doom, ciascuno sul proprio PC, utilizzando la **rete locale**



15

### Digressione: anche i videogiochi hanno seguito un percorso simile

- **2015:** con gli amici (ma anche altri sconosciuti) giochiamo ovunque a Candy Crush, ciascuno sui propri computer/tablet/smartphone, utilizzando la **rete Internet**



16

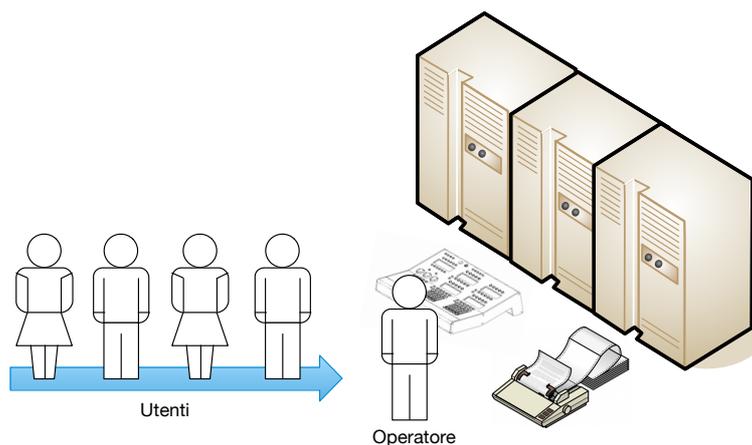
### 1950-60: Sistemi informativi centralizzati su un grande computer

- Grandi elaboratori centralizzati, piuttosto fragili, difficili da programmare, possono eseguire un solo programma alla volta
- La programmazione è esclusivamente di tipo **batch**, ossia senza alcuna interazione tra l'uomo e la macchina se non l'inserimento del programma e dei dati in input attraverso schede perforate e la restituzione degli errori o dell'output su una stampante al termine dell'elaborazione
- Per usare il computer si prenota un "job", si preparano le schede (centinaia, migliaia) con una perforatrice e si esegue il job, recandosi presso il CED (centro elaborazione dati)
- I computer sono costosi, fragili e dunque pochi possono permetterseli (grandi enti statali, grandi aziende, ecc.)



17

### 1950-60: Sistemi informativi centralizzati su un grande computer



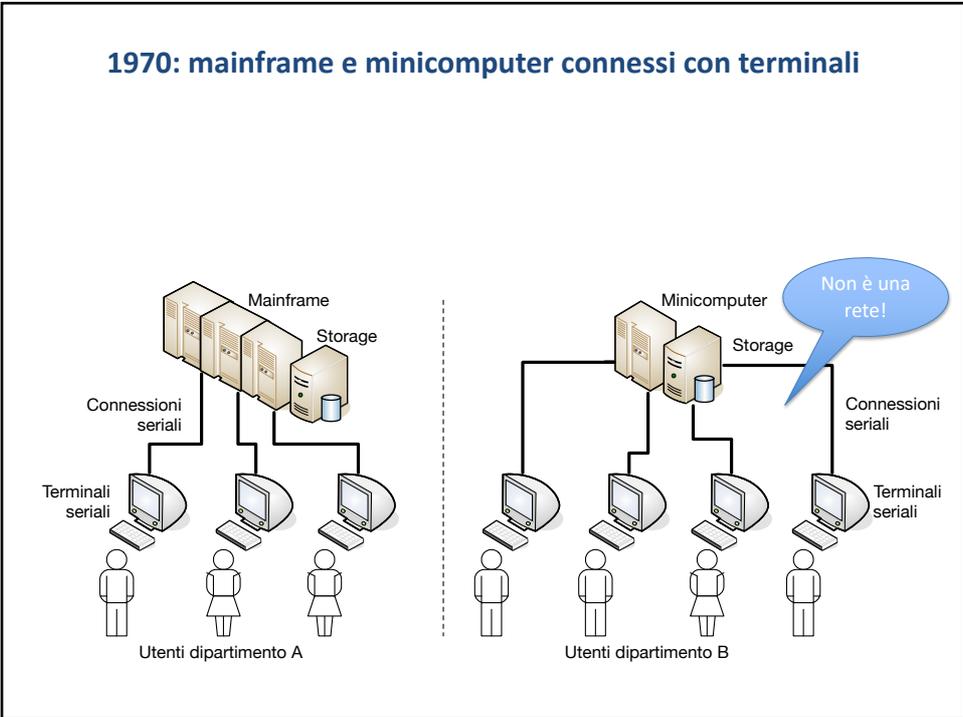
18

### 1970: mainframe e minicomputer connessi con terminali

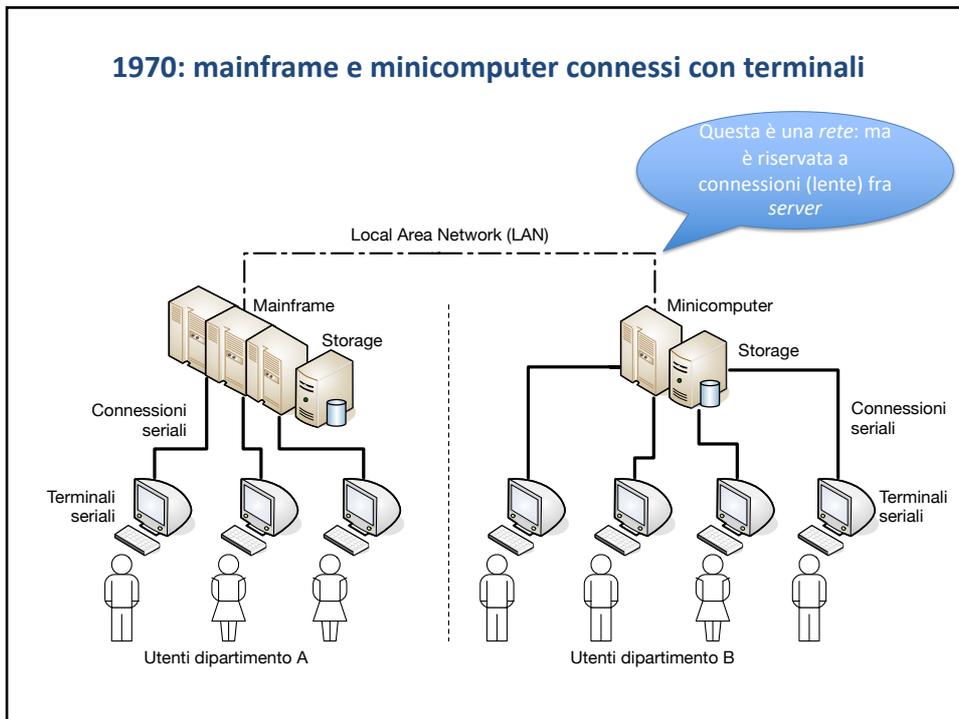
- Fine anni '60, anni '70: introduzione di nuovi grandi computer **mainframe** più robusti e ad alte prestazioni, con più memoria, capacità **multi-tasking**, interconnessione con terminali alfanumerici per consentire a più utenti contemporaneamente di utilizzare il sistema
- Parallelamente vengono introdotti computer più piccoli e meno costosi, denominati **minicomputer**, con sistemi operativi più semplici e **maggiore interattività** con l'utente
- Sui minicomputer viene sviluppato il sistema operativo **UNIX** e il **linguaggio C**
- I minicomputer o "computer dipartimentali", sono meno costosi dei predecessori, quindi più diffusi, contribuiscono allo sviluppo della cultura informatica
- Si usano per archiviazione ed elaborazione di dati (contabilità, finanza, calcolo scientifico)
- L'utente accede al sistema con un **terminale alfanumerico** e digita il programma o lo carica dalla memoria di massa; il programma è sia batch che interattivo e permette all'utente di inserire dati in input a "run time"



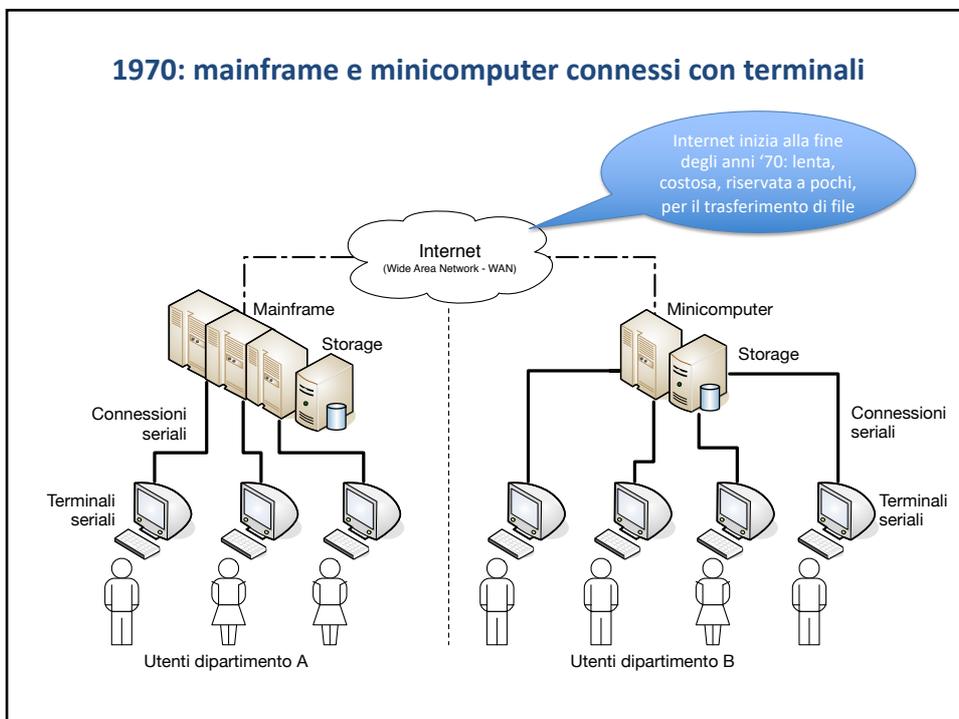
19



20



21



22

### 1980: micro computer, personal computer, home computer

- La miniaturizzazione della tecnologia, l'abbattimento dei costi e la standardizzazione delle componenti, consentono di portare il computer sulla scrivania degli utenti (e nelle loro case)
- Vengono realizzati programmi che permettono di operare sul computer senza saper programmare il computer (fogli elettronici, programmi di videoscrittura, schedari elettronici), sviluppando archivi di dati, procedure di calcolo, ecc.
- Il computer (non più il terminale) finisce sulla scrivania dell'utente:
  - una CPU (4-8 MHz)
  - una memoria RAM di pochi Kbyte (8-16 Kbyte)
  - una memoria di massa (prima floppy disk, poi nastri e hard disk di piccola capacità: 10/20 Mbyte)
  - una tastiera ed un monitor connessi direttamente al computer (24 righe da 80 colonne di testo, o grafica a 3 colori 320x200 pixel)
  - stampanti ad aghi collegate al computer su porta parallela
- Sistemi operativi mono utente, mono task, interfaccia a comandi alfanumerici, poca grafica

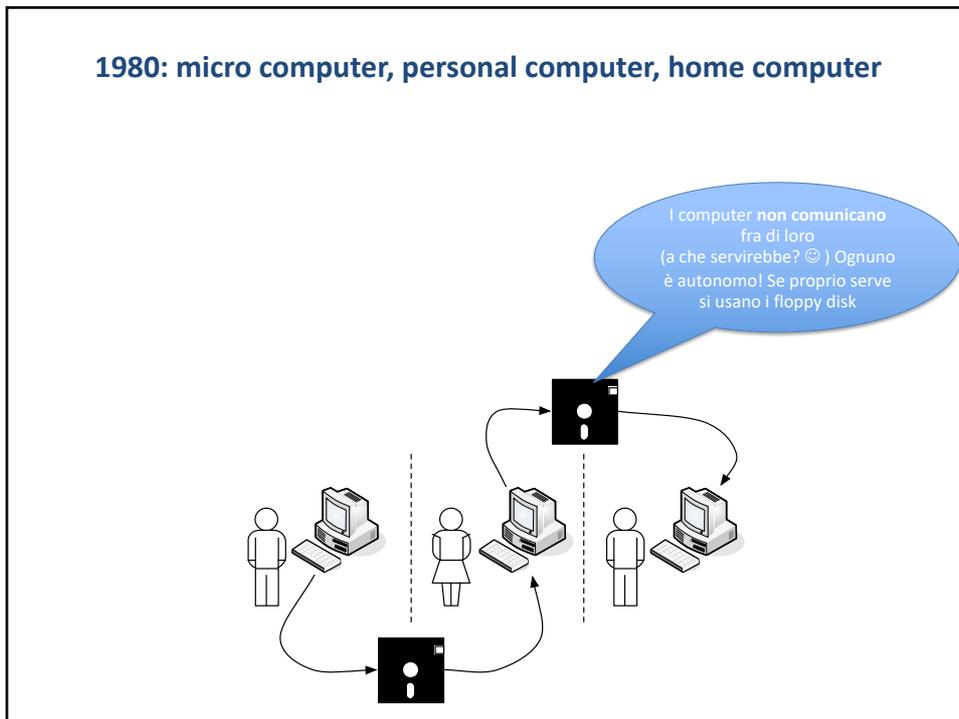
Component	1984	2000	2014
Memoria di massa	~0.01	~0.05	~0.95
RAM	~0.01	~0.08	~0.95
CPU	~0.01	~0.25	~0.95

23

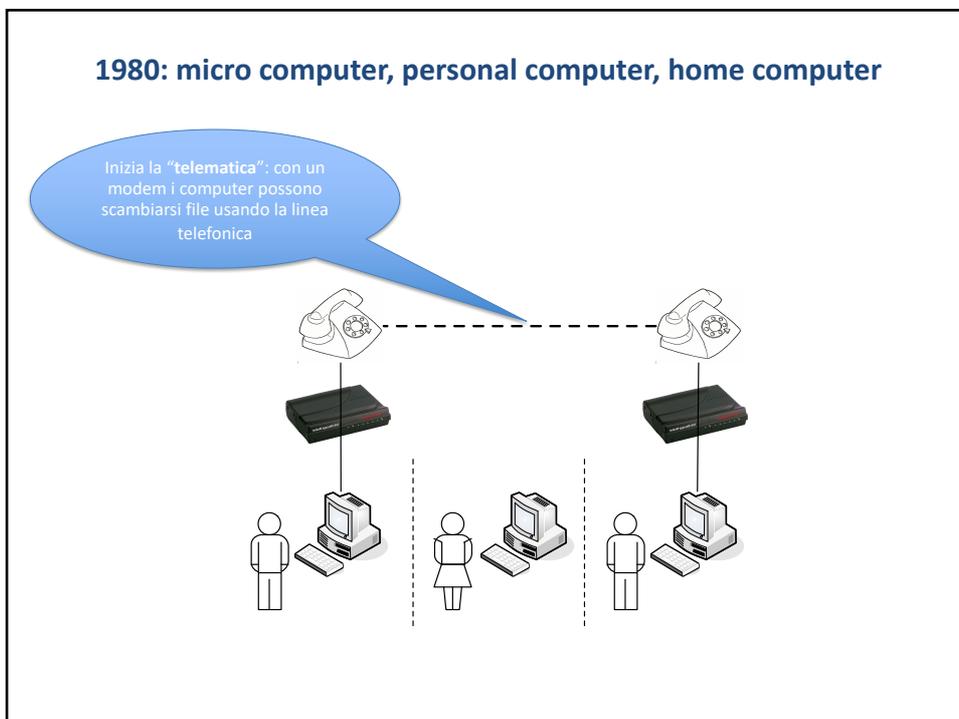
### 1980: micro computer, personal computer, home computer

Ognuno ha un computer (non un terminale) con i propri file e i propri programmi

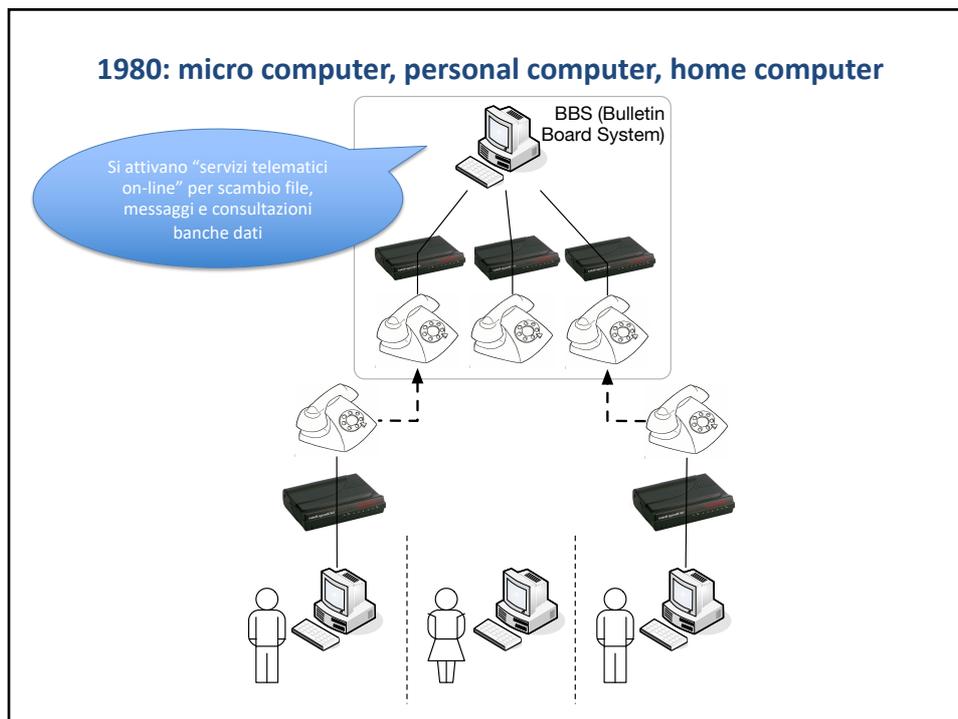
24



25



26

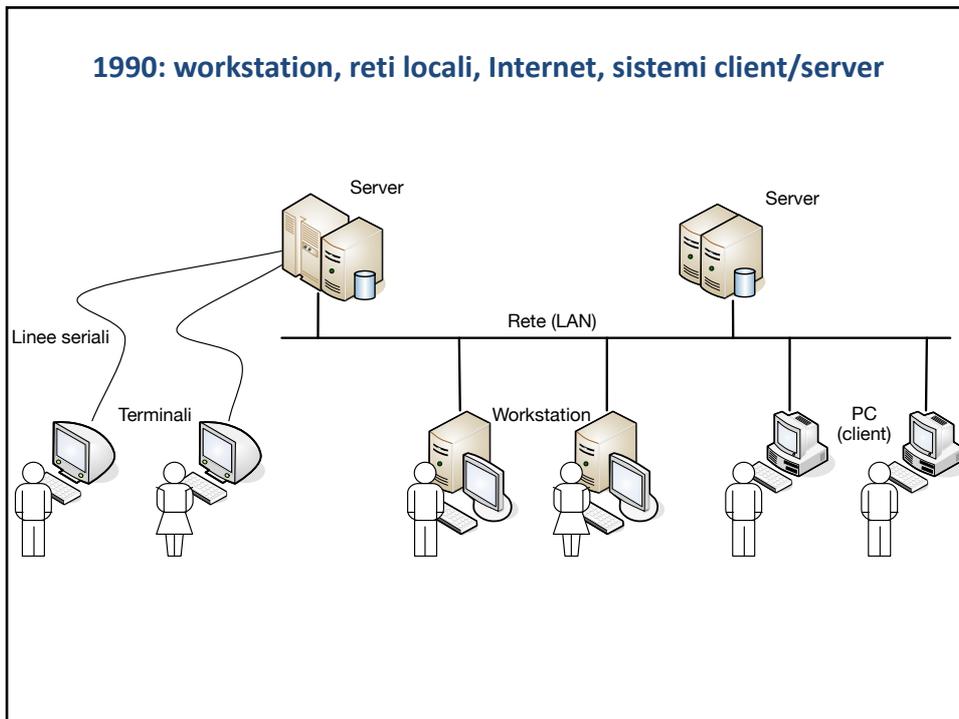


27

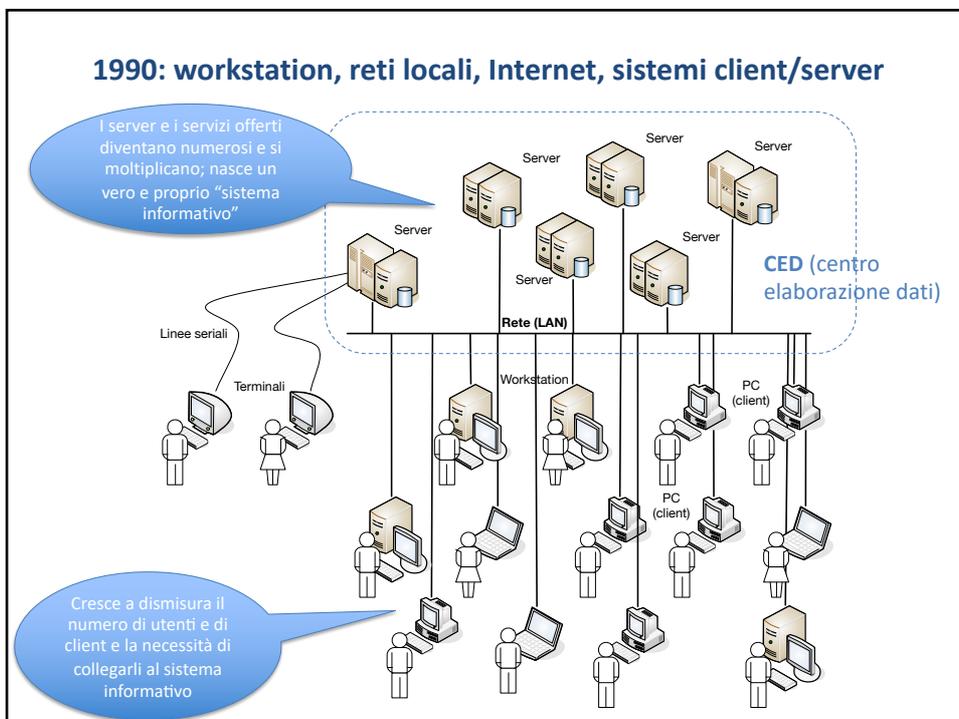
### 1990: workstation, reti locali, Internet, sistemi client/server

- Il processo di frammentazione dei computer si interrompe e si inverte: si sente la necessità di condividere dati e fare in modo che più utenti contemporaneamente possano operare sulle stesse informazioni: si realizzano i **sistemi client/server**
- Si diffondono i **Relational Database Management Systems (RDBMS)** e il linguaggio **SQL**
- Il potenziamento dei personal computer o la miniaturizzazione dei mini computer, porta alla realizzazione delle **workstation** e dei **server dipartimentali**
- Nasce il sistema operativo **Linux**, da una costola di UNIX
- Tutti i sistemi operativi sono **multitasking**, **multi utente** e integrati con i **servizi di rete**
- Si sviluppano e si diffondono le **interfacce utente grafiche (GUI – Graphical User Interface)** con l'uso di *finestre, icone, menù a tendina* e l'introduzione del *mouse* come nuovo dispositivo di input; vengono introdotti i terminali grafici
- Si introducono le reti locali **LAN (Local Area Network)** basate sul protocollo **TCP/IP**
- **Internet** aumenta la propria diffusione, si riducono i costi, aumentano le prestazioni (utilizzo di linee dedicate per aziende, modem su linea telefonica per professionisti e usi personali)
- La **Sicurezza Informatica**, con la diffusione delle reti pubbliche, delle connessioni con le reti private e con l'uso di "sistemi aperti", emerge come aspetto cruciale nello sviluppo dei sistemi informativi

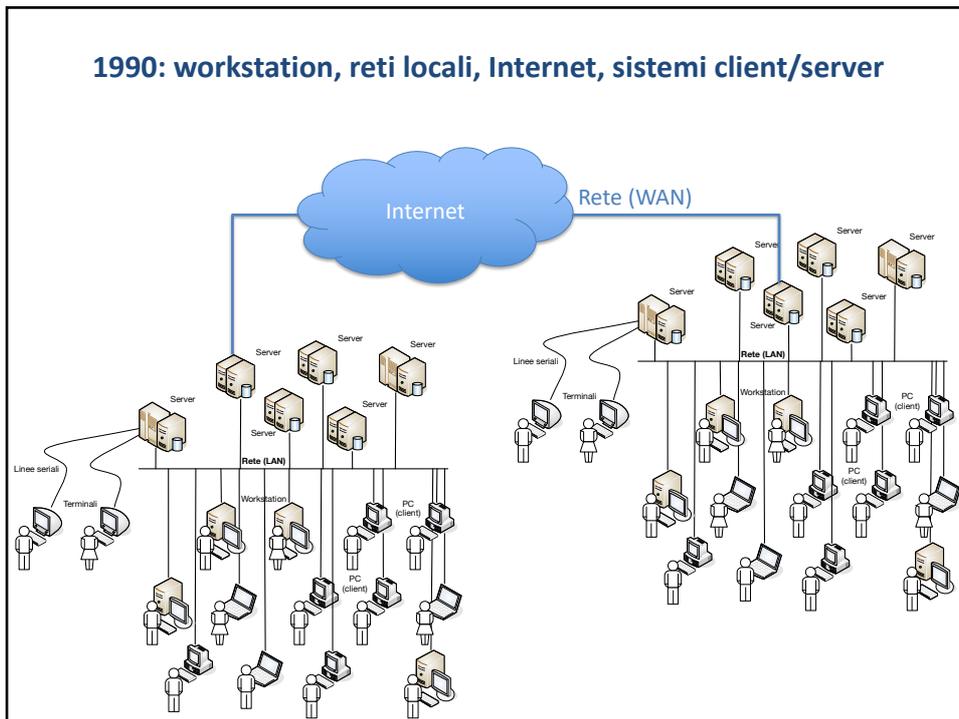
28



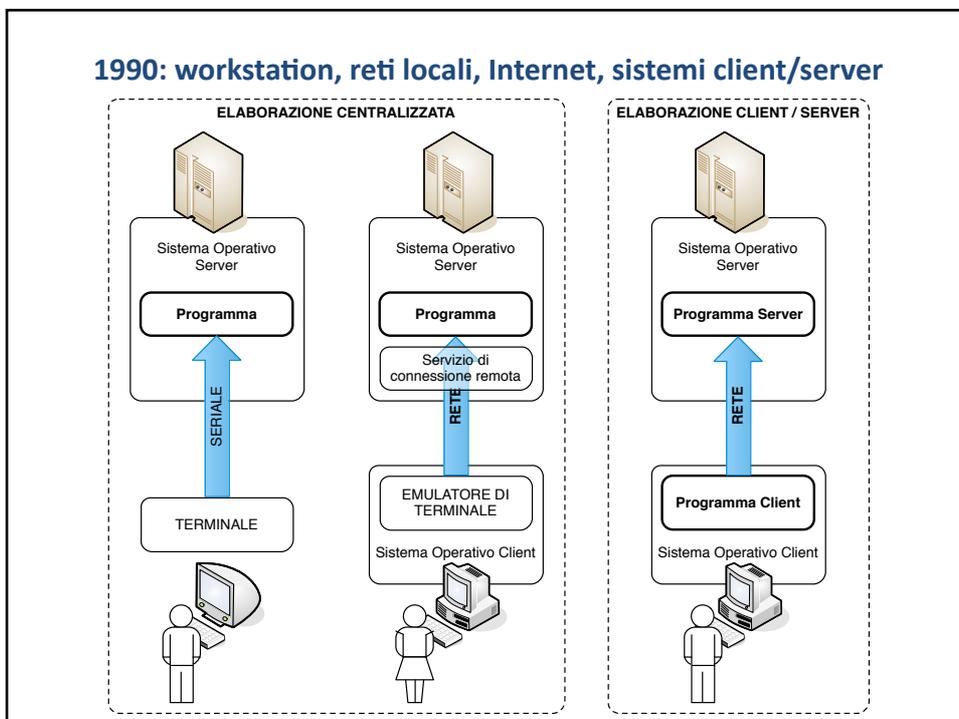
29



30



31



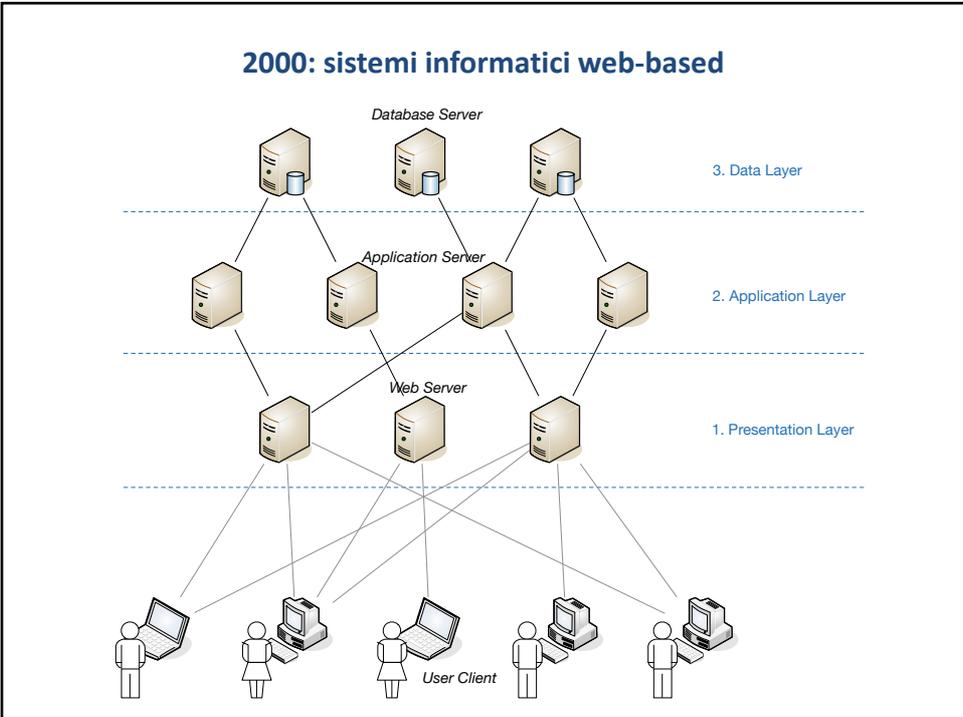
32

### 2000: sistemi informatici web-based

- La tecnologia web si diffonde anche in ambito aziendale e diventa un paradigma per lo sviluppo delle applicazioni aziendali (sistemi **intranet**) e per il pubblico (portali **Internet**)
- La tecnologia web nasce per pubblicare e condividere documenti, **contenuti statici**; poi evolve per consentire la fruizione di contenuti **costruiti dinamicamente** dal server sulla base della richiesta del client (es.: l'elenco dei libri di un determinato autore presenti in un archivio di una biblioteca)
- La tecnologia web è un'evoluzione e un'ibridazione di elaborazione centralizzata e client/server
  - l'elaborazione avviene prevalentemente sul server
  - l'utente si collega mediante un client molto duttile (**web browser**) mediante cui si possono utilizzare applicazioni diverse
  - l'elaborazione server è più efficiente e permette la connessione di moltissimi client contemporanei
- Le applicazioni vengono costruite sulla base di un'architettura detta **"three tier"** (tre strati):
  1. Livello di presentazione dei dati: web server che comunica con il web client attraverso il protocollo HTTP e codificando le informazioni con il linguaggio HTML
  2. Livello applicativo: application server che esegue la "business logic" dell'applicazione
  3. Livello dati: il database server che gestisce l'archiviazione e l'estrazione dei dati

In configurazioni più semplici i livelli 1 e 2 vengono unificati in un solo strato (web server e application server)

33



34

## 2010: Architetture SOA, Virtualizzazione, Cloud computing

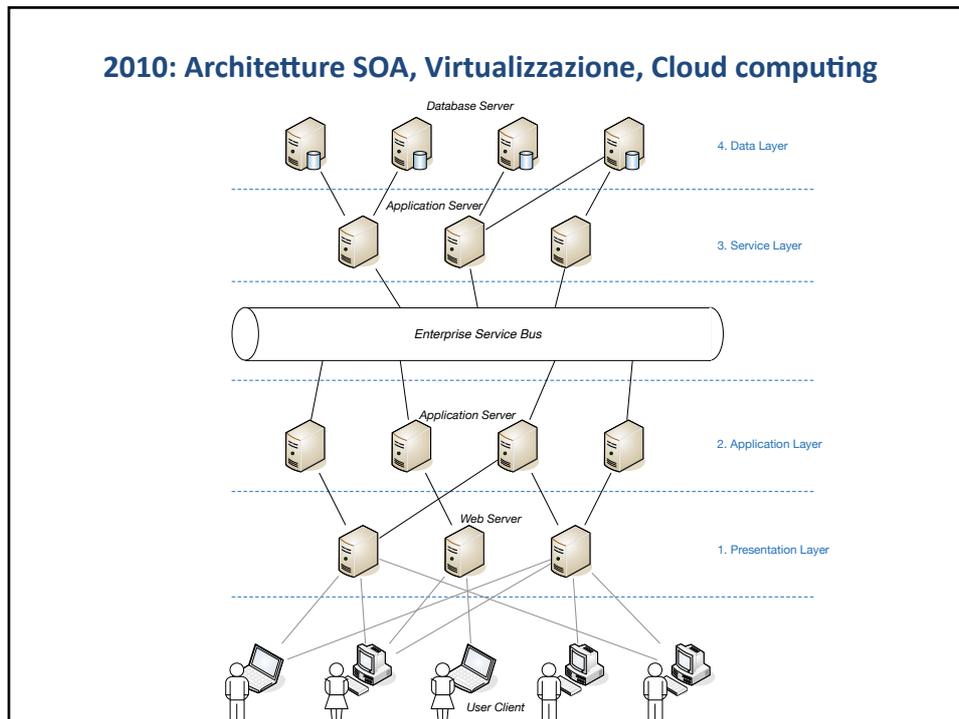
- L'evoluzione ulteriore è quella della **razionalizzazione dell'architettura applicativa**, mettendo a fattor comune di più applicazioni singole operazioni utili più in generale, come **servizi** offerti al sistema informativo
- Utilizzando tecnologie compatibili con le architetture *web based*, vengono implementate **architetture orientate ai servizi (SOA – Service Oriented Architectures)**:
  - basate su uno strato applicativo, detto **enterprise bus**, dedicato allo scambio delle informazioni tra
  - lo **strato applicativo** che implementa la “*business logic*” e
  - lo **strato dei servizi**, che offre un'implementazione coerente ed efficiente di singole operazioni
- Dal punto di vista hardware si fa spazio un concetto già implementato su grandi mainframe: la **virtualizzazione**
- Vengono sviluppati nuovi sistemi operativi, detti **hypervisor**, che permettono di ospitare su una stessa macchina più macchine virtuali server, con sistemi operativi e configurazioni diverse
- Le risorse hardware dell'host vengono ripartite dall'*hypervisor* sulle diverse macchine virtuali attive
- Dalla fusione di architetture SOA e della virtualizzazione nasce e si definisce il cosiddetto **cloud computing**:
  - la virtualizzazione evolve aggregando su un unico host hardware molti server fisici, mettendo a fattor comune tutte le risorse disponibili e poi suddividendole sulle macchine virtuali attive
  - le architetture SOA evolvono offrendo servizi evoluti oltre il confine del sistema informativo aziendale

35

## 2010: Architetture SOA, Virtualizzazione, Cloud computing

- Architetture orientate ai servizi (*Service Oriented Architectures*)
  - Si identificano funzioni “atomiche” utili per la realizzazione di diverse applicazioni più complesse (es.: estrazione dei dati anagrafici di una persona, calcolo del prezzo attuale di un prodotto presente in magazzino, calcolo dell'estratto conto di un determinato conto bancario, ecc.)
  - Si definiscono le modalità con cui tali funzioni possono essere utilizzate: quali applicazioni possono richiamarle, quali parametri vengono forniti in input, quali dati vengono prodotti in output e con quali formati
  - Si implementa una infrastruttura di “**enterprise service bus**”, configurato per accettare l'iscrizione alla fruizione di un servizio da parte di un'applicazione e la distribuzione del risultato
  - Si implementano le funzioni come **Web Service (WS)** che comunicano con il protocollo **SOAP (Simple Object Application Protocol)** e si comportano come descritto nel **WSDL (Web Service Description Language)**
  - Il service bus può supportare dei processi più articolati, orchestrando l'ordine con cui vengono invocati i diversi servizi; il processo viene implementato da un **BPM (business process manager)** e viene descritto con linguaggi analoghi a **BPEL (Business Process Execution Language)**
  - Per la codifica dei messaggi scambiati con i Web Service (chiamata del WS e passaggio dei parametri; restituzione dell'output dal WS), si utilizza la codifica **XML (eXtensible Markup Language)**
- Vantaggi
  - disaccoppiamento dello strato applicativo dalle operazioni elementari: possono evolvere indipendentemente le une dalle altre

36

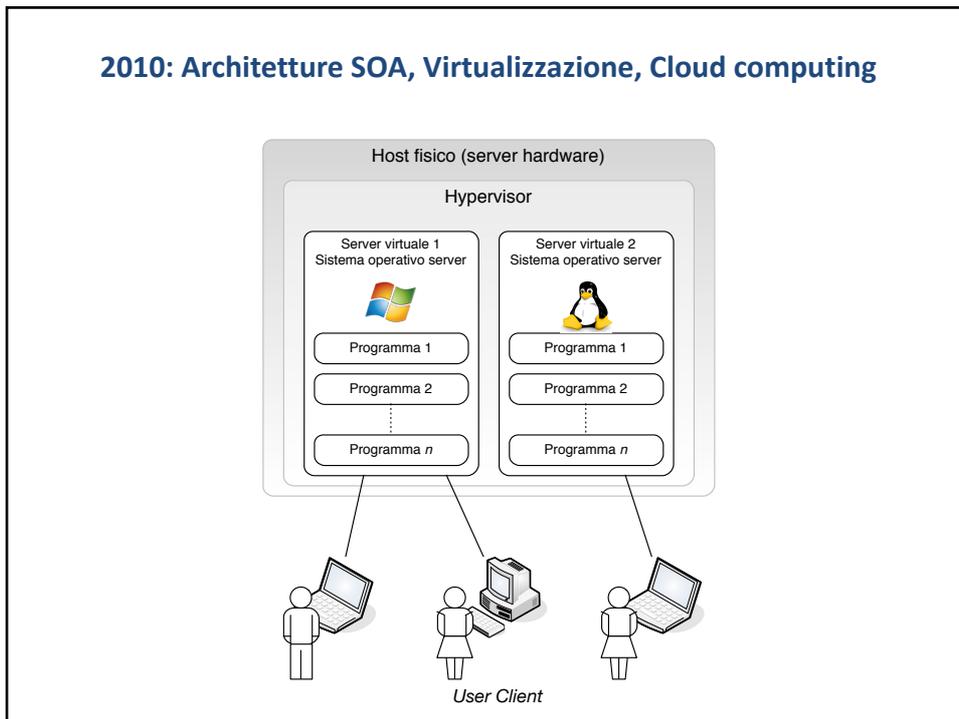


37

**2010: Architetture SOA, Virtualizzazione, Cloud computing**

- **Virtualizzazione delle infrastrutture server**
  - Per ridurre i costi delle infrastrutture server e rendere più flessibile la configurazione dei sistemi server, permettendo anche una allocazione dinamica delle risorse hardware per potenziare i servizi più critici, vengono **virtualizzati** i server, permettendo di configurare più server software su uno stesso host hardware fisico
  - Si sviluppano nuovi sistemi operativi chiamati **hypervisor** (es.: VMware Vsphere) che permettono l'installazione non di programmi, ma di interi sistemi operativi, offrendo ai sistemi operativi ospitati tutte le interfacce (virtualizzate) verso le diverse componenti hardware del computer: CPU, RAM, filesystem, rete, porte seriali, ecc.
  - Più server virtuali possono operare contemporaneamente su uno stesso host fisico
  - I singoli server virtuali possono essere spenti senza alcun impatto sull'host fisico e possono essere spostati facilmente da un host hardware ad un altro
  - I server virtuali comunicano tra di loro e con i computer esterni all'host fisico, utilizzando i normali protocolli di rete
- **Vantaggi:**
  - risparmi nei costi dell'hardware
  - semplificazione delle infrastrutture fisiche nei CED
  - semplificazione delle procedure di backup e di disaster recovery
  - ecc.

38

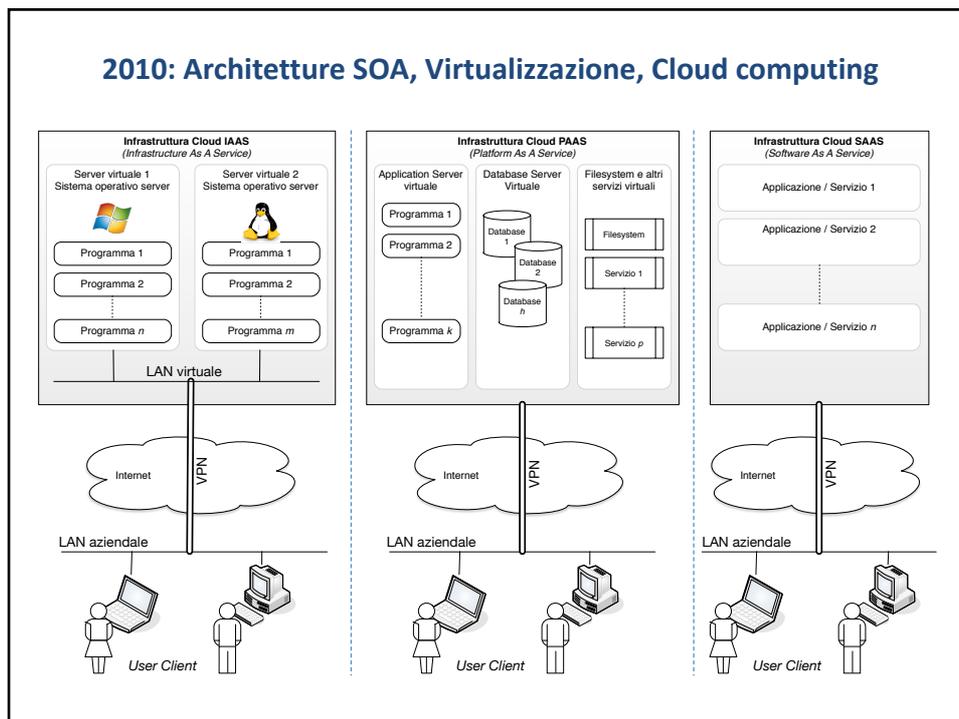


39

### 2010: Architetture SOA, Virtualizzazione, Cloud computing

- La virtualizzazione dei sistemi e la standardizzazione di infrastrutture "service oriented" trova la sua naturale evoluzione nel **Cloud computing**:
  - **Infrastructure As A Service (IAAS)**: si acquista (o si predispose nel proprio CED) un'infrastruttura IT virtualizzata come se fosse un qualunque altro servizio, pagando un canone in base alle risorse (virtuali) di cui è composta l'infrastruttura; l'installazione del software di base e del software applicativo è a carico del cliente
  - **Platform As A Service (PAAS)**: si acquista un'infrastruttura IT virtualizzata con ambienti per l'esecuzione di applicazioni e la gestione di database, già predisposti, su cui eseguire le proprie applicazioni realizzate secondo l'architettura applicativa prevista dalla piattaforma cloud stessa
  - **Software As A Service (SAAS)**: si acquista la possibilità di utilizzare, in una configurazione personalizzata ed esclusiva, un software completo; i dati sono archiviati sui database del fornitore di servizi cloud
- I servizi cloud possono essere implementati internamente o acquistati da un fornitore in modalità esclusiva (**private cloud**), ovvero è possibile utilizzare un'infrastruttura cloud usata contemporaneamente anche da altri, con i dovuti criteri di protezione dei dati e delle applicazioni (**public cloud**)
- I servizi cloud richiedono comunque un'infrastruttura di networking sicura ed efficiente
- Vantaggi:
  - risparmi nei costi di acquisto dell'hardware
  - semplificazione nella predisposizione di intere infrastrutture
  - possibilità di attivare, potenziare/ridurre, disattivare le infrastrutture in base alle esigenze, senza investimenti in apparati hardware
  - riduzione degli investimenti economici alle sole effettive necessità
  - ecc.

40



41

### 2020: espansione del Cloud computing, Internet of Things

- Oggi è quasi **impossibile pensare di utilizzare un computer non connesso in rete** con altri computer; è difficile pensare anche all'uso di un computer non connesso ad Internet
- **I servizi cloud stanno diventando pervasivi:** il personal computer (o lo "smart device") diventa un terminale multimediale di applicazioni e servizi di accesso a dati residenti presso enormi server farm dei fornitori di servizi cloud, dislocate in più località del pianeta
- La **rete per connettere i client è wireless**, la differenza tra rete telefonica e rete dati è ormai inesistente; in particolare la disponibilità e l'efficienza del servizio di rete diventa cruciale
- I dati sono presso le infrastrutture cloud, più affidabili di quelle locali, ma gestite da altri: problemi di sicurezza, privacy/riservatezza, disponibilità; di fondamentale importanza sono anche i contratti di servizio ed i **service level agreement (SLA)**
- Il prossimo passo è quello di mettere in rete oggetti che fino ad oggi avevano una loro funzione d'uso autonoma: automobili, orologi, singoli apparecchi presenti nelle abitazioni (frigorifero, lavatrice, lavastoviglie, climatizzatore, impianto elettrico, sensori, ecc.)
- Si viene a creare una rete di oggetti: **Internet of Things (IOT)**
- Per realizzarla pienamente:
  - Servono **reti wireless ancor meno costose e più efficienti**, servono protocolli di comunicazione con la possibilità di gestire un **numero di indirizzi enorme (IPv6)**
  - Servono **regole chiare per la gestione delle informazioni**, sempre più personali, sempre più riservate, sempre più necessarie per la vita di tutti i giorni
  - Serve **maggiore formazione e maggiore consapevolezza** degli utenti e dei gestori dei sistemi informativi

42

### Bibliografia essenziale

- ① Daniel P. Bovet, *Introduzione all'architettura dei calcolatori*, Zanichelli, 1996
- ② Brian W. Kernighan, *D is for Digital*, DisforDigital.net, 2011
- ③ Noam Nisan, Shimon Schocken, *The Elements of Computing Systems*, The MIT Press, 2008
- ④ Roger Young, *How Computers Work*, second edition, Lotontech, 2009  
(<http://www.fastchip.net/howcomputerswork/p1.html>)

43



Server Farm ARUBA di Arezzo  
Aruba è oggi uno dei primi e dei principali fornitori di servizi di cloud computing in Italia

44