Tecniche per la salvaguardia della disponibilità ed integrità dei sistemi di elaborazione e delle informazioni

5. cloud computing

Marco Prandini
Università di Bologna

Cloud computing

- Le architetture HA sono di grande interesse per il sistemista coinvolto in progetti di portata sufficiente a giustificare la gestione *on premises* di un datacenter
- Oggigiorno, il *cloud computing* permette di affrontare con maggior efficienza molte tipologie di progetti
  - piccoli o con fattori di utilizzo previsto abbastanza lontani dal 100%
    - intendendo l'utilizzo medio rispetto alla capacità di picco sulla quale verrebbe dimensionato l'acquisto
    - caso tipico: workload fortemente stagionali o concentrati in ore del giorno
  - medi e grandi al punto da rendere difficoltoso il forte investimento in conto capitale
  - con aspettative di forte crescita, ma senza certezze dei tempi in cui si concretizzerà

Cloud computing: concetti di base

- Un cloud provider si fa carico della realizzazione di un (gruppo di) data center allo stato dell'arte
  - realizza gli edifici
  - predispone gli impianti
  - acquista ingenti quantità di apparati di calcolo e networking di diverse fasce
- Il pool di risorse complessive viene utilizzato per far funzionare sistemi virtualizzati
  - molti clienti condividono le risorse fisiche (multi-tenancy) spalmando i costi fissi e delegando completamente la loro amministrazione
  - la configurazione è tramite interfacce che nascondono completamente la struttura fisica
  - **provisioning dinamico**: l'avvio e arresto delle risorse è *on demand*
    - il pagamento è solo per il periodo di effettivo utilizzo
  - **scalabilità**: la dimensione del provider tipicamente dà l'illusione al cliente di poter allocare illimitatamente nuove risorse al bisogno

→ **RISORSE "As A Service"**

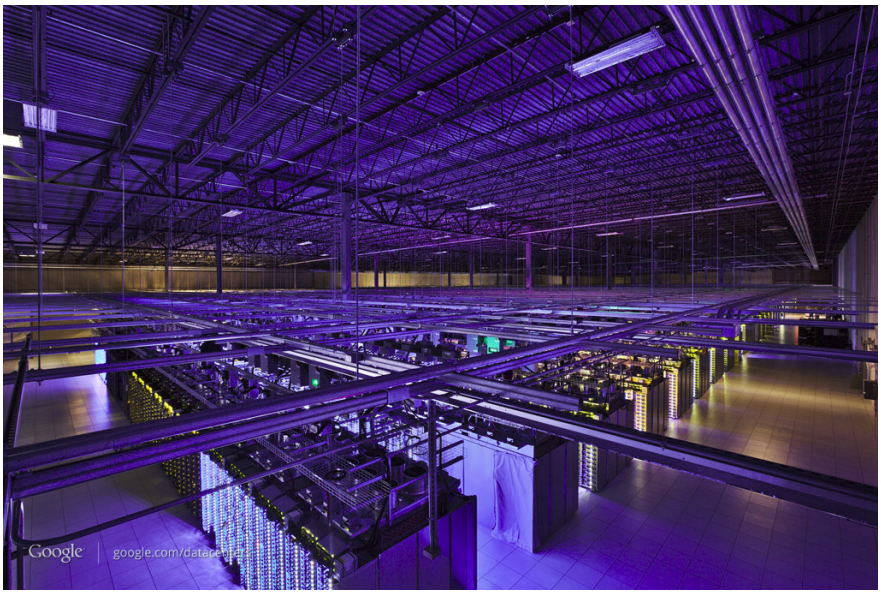
Livelli e attori

tratto da Principles, Applications and Models for Distributed Systems M – Antonio Corradi & Luca Foschini

- *aaS = Everything as a Service
- SaaS – Software as a Service
  - Le risorse sono applicazioni rese disponibili via web agli utenti
    - Gmail, Dropbox, SalesForce, Evernote, …
- PaaS – Platform as a Service
  - Le risorse sono intere piattaforme disponibili per l'esecuzione remota di codice caricato dall'utente
    - web hosting con vari linguaggi server side, cms estendibili, …
- IaaS – Infrastructure as a Service
  - Le risorse sono componenti architetturali virtualizzate
    - hardware per calcolo
    - sistemi operativi
    - dispositivi di networking

Livelli e attori

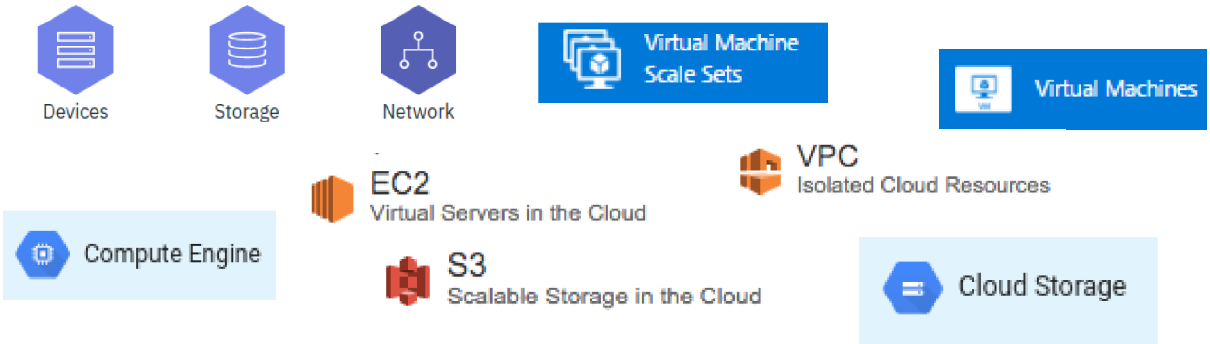
tratto da Principles, Applications and Models for Distributed Systems M – Antonio Corradi & Luca Foschini



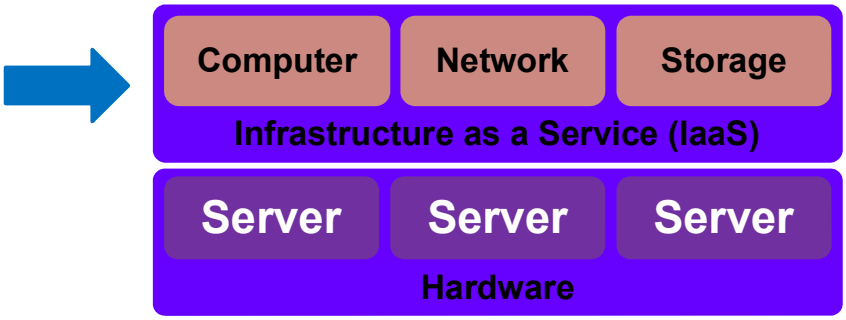
- alla base di tutto, l'architettura reale

Livelli e attori

tratto da Principles, Applications and Models for Distributed Systems M – Antonio Corradi & Luca Foschini

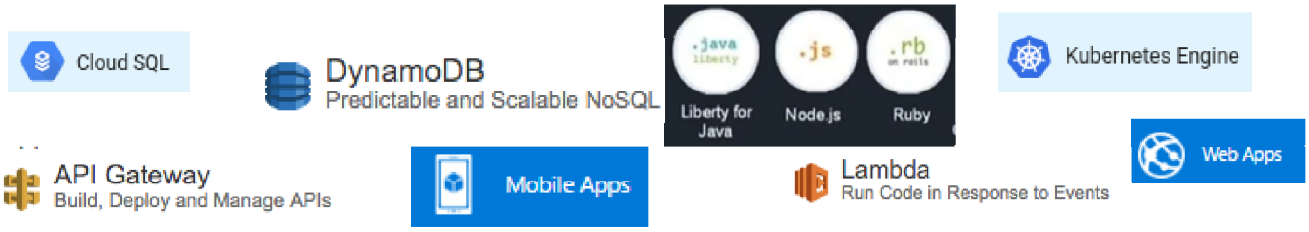


- Lo strato infrastrutturale abilita la realizzazione dei servizi cloud, per mezzo della gestione della virtualizzazione
- Si possono ottenere on demand capacità di calcolo, memoria e comunicazione, che poi vanno gestite come se fossero di proprietà

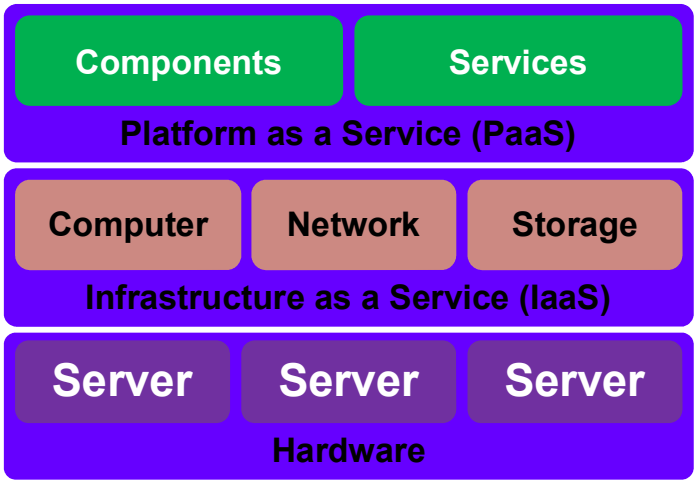


Livelli e attori

tratto da Principles, Applications and Models for Distributed Systems M – Antonio Corradi & Luca Foschini



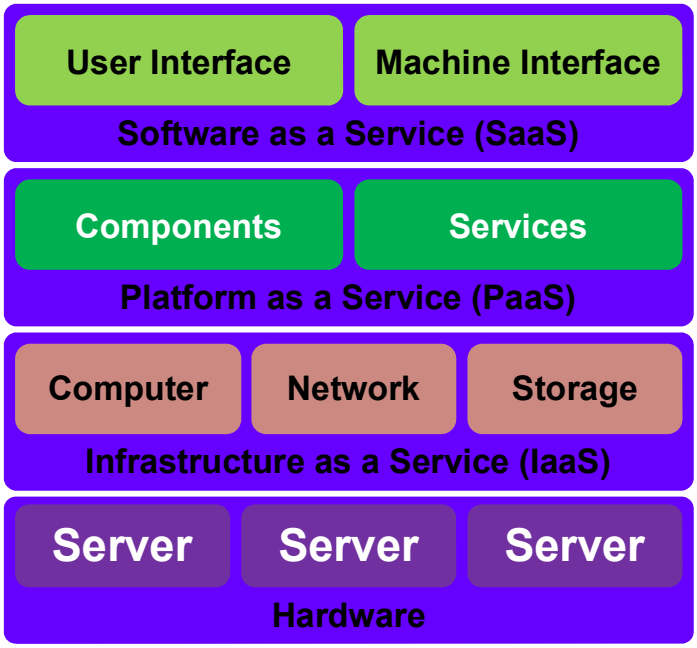
- Lo strato di piattaforma fornisce servizi standard e componenti modulari fruibili da remoto agli strati superiori
- Si evita di gestire l'intero stack sistemistico, e si scrive la logica delle applicazioni

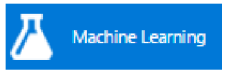


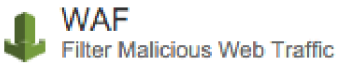
Livelli e attori

tratto da Principles, Applications and Models for Distributed Systems M – Antonio Corradi & Luca Foschini

- Lo strato software mette a disposizione applicazioni preinstallate a cui fornire solamente configurazione e dati





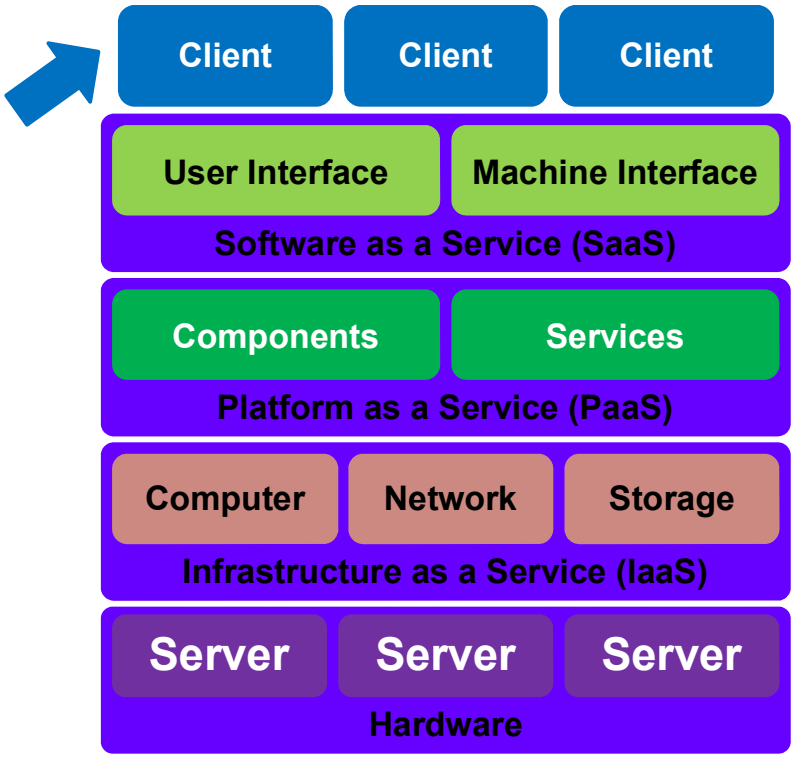


Livelli e attori

tratto da Principles, Applications and Models for Distributed Systems M – Antonio Corradi & Luca Foschini

- I client permettono di accedere al cloud. Restano l'unico componente in esecuzione sulle piattaforme fisicamente in mano all'utente, che attraverso questi può comunicare con
  - applicazioni
  - sistemi di deploy sulle piattaforme
  - sistemi di configurazione e monitoraggio delle infrastrutture

  attraverso i diversi tipi di interfaccia disponibili
  - API
  - Web GUI

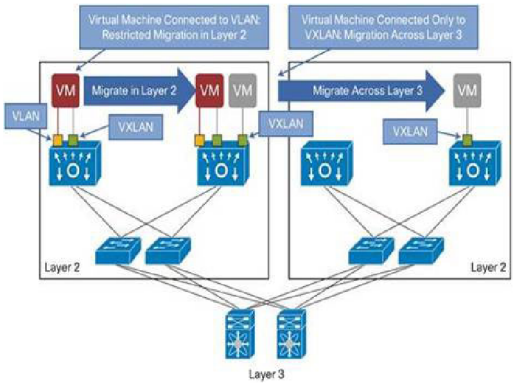


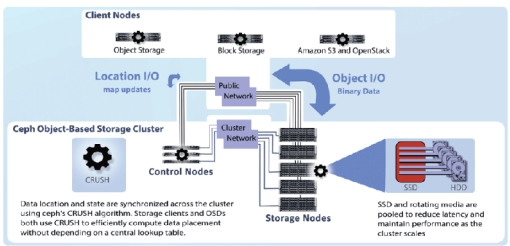
Cloud computing: prerequisiti

Virtualizzazione, virtualizzazione, virtualizzazione

- grandi pool di calcolatori
  - architetturalmente simili
  - intercambiabili
  - su cui gira un hypervisor
- apparati di rete gestibili e riconfigurabili
  - utilizzo massiccio di VLAN per partizionare il traffico tenant
  - vxlan per estendere il layer fisico su scala geografica
  - evoluzione verso Software Defined Networking
- sistemi di storage di rete
  - gerarchici (prestazioni vs costo)
  - ad alta scalabilità

vmware vSphere Xen™ Microsoft Hyper-V





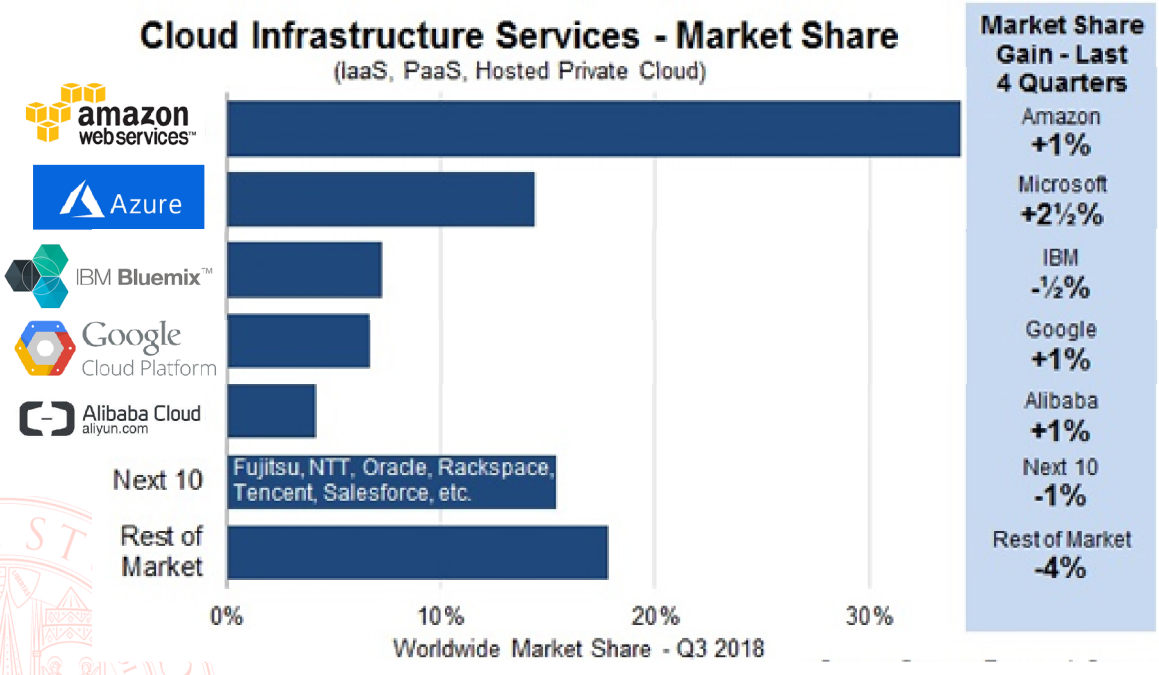
Cloud computing: prerequisiti

Gestione, gestione, gestione

- interfacce al sistema
  - manuali via web
  - command line
  - integrabili in piattaforme software via API
- sistemi di monitoraggio
  - dettagliati e facilmente accessibili
  - fortemente programmabili per reagire automaticamente a eventi
- modelli di configuration management

    in un ambiente in cui i nodi di erogazione dei servizi formano un pool scalabile, non è più sufficiente saper intervenire sulla configurazione di un servizio, è necessario garantire modifiche coerenti a servizi interdipendenti e propagazione delle modifiche sulle molteplici istanze in esecuzione
  - distribuzione di parametri di configurazione
    - limitato ad aggiornamenti semplici e per i quali è necessario un effetto immediato
  - versioning e templating di file di configurazione
    - configuration as code
  - immagini immutabili
    - test → template → sostituzione graduale

Cloud computing: i protagonisti



Source: Synergy Research Group

Tecniche per la salvaguardia della disponibilità ed integrità dei sistemi di elaborazione e delle informazioni

6. backup

Marco Prandini
Università di Bologna

Disponibilità a medio e lungo termine

- Per quanto replicato, un sistema di memorizzazione dati non può
  - ignorare comandi espliciti, ma errati, di cancellazione/alterazione
    - Impartiti da utenti
    - Provocati da bug software (applicativo o di sistema)
  - sopravvivere ad eventi disastrosi
  - conservare un numero arbitrario di immagini della situazione fotografata ad un dato istante
- Tutte queste situazioni sono però di interesse pratico, e richiedono l'implementazione di
  - sistemi di *backup*
  - politiche di *recovery*

Backup

- Il backup è la copia dei dati dal sistema live ad un supporto offline
  - è impegnativo organizzativamente e tecnicamente
  - è l'assicurazione contro quasiasi causa di distruzione dei dati del sistema principale
- Va pianificato, considerando tra gli altri questi fattori:
  - cosa copiare (compromesso tra praticità di ripristino e tempi/spazi necessari)
  - chi è incaricato dei backup
  - quando è necessario/possibile eseguire il backup
  - quanto rapidamente cambiano i dati sul sistema
  - quanto velocemente deve poter essere eseguito il restore
  - per quanto deve essere conservata ogni copia
  - dove saranno conservate le copie
  - dove saranno ripristinate le copie (compatibilità cross-platform)

Backup - strategie

- FULL BACKUP – è la copia completa di ogni singolo file nel/nei filesystem oggetto del backup
  - lento e ingombrante --> difficile farlo frequentemente
  - massima semplicità di ripristino
- INCREMENTAL BACKUP – è la copia dei soli file cambiati da una data di riferimento, tipicamente quella di esecuzione dell'ultimo full backup
  - adatto all'esecuzione frequente
    - attenzione al carico della “semplice” operazione di indicizzazione
  - per il ripristino servono sia il full che l'incremental
  - può essere realizzato anche a più livelli
    - Full
      - Incremental/level0/volume1 (rispetto al full)
        - incremental/level1/volume1 (rispetto all'incremental/0/1)
        - incremental/level1/volume2 (rispetto all'incremental/0/1)
      - Incremental/level0/volume2 (rispetto al full)

Backup - cautele

- **Correttezza della copia –** idealmente il filesystem dovrebbe essere a riposo durante il backup, ma è raro nella pratica, quindi bisogna curare bene i dettagli relativi alla lettura di file aperti o di strutture complesse come i database
- **Protezione dei dati –** un backup contiene tutti i file del sistema, quindi in caso di requisiti di riservatezza va difeso allo stesso modo
- **Integrità dei dati –** se il backup viene svolto senza supervisione del sysadm, ci si deve cautelare da attività anche involontarie degli utenti che possano provocare la sovrascrittura dei dati
- **Affidabilità dei supporti –** con periodicità dipendente dalla criticità dei sistemi, ci si deve accertare che i dati siano scritti correttamente e siano leggibili per tutta la durata prevista della copia, curando
  - fattori tecnologici (graffi, smagnetizzazione, *obsolescenza hw e sw*...)
  - fattori ambientali (polvere, umidità, temperatura, ...)
- **Facilità di reperimento –** i supporti devono essere organizzati per consentire di individuare facilmente ciò che si deve ripristinare

Backup – tecnologie

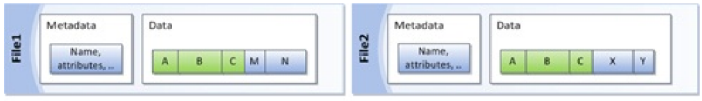
- **Tradizionalmente i backup venivano fatti su nastro già per sistemi di fascia medio-bassa**
  - **basso costo per byte**
  - **alta capacità**
  - **diverse soluzioni proprietarie ed incompatibili**
- **La crescita straordinaria della capacità degli hard disk ha messo in crisi le soluzioni tradizionali a nastro**
  - **per sistemi di fascia bassa è comune l'approccio disk-to-disk**
  - **per sistemi di fascia alta sono state sviluppate soluzioni a nastro estremamente performanti e con un alto costo d'ingresso, compensato dal basso costo marginale (per GB)**

Backup – tecnologie

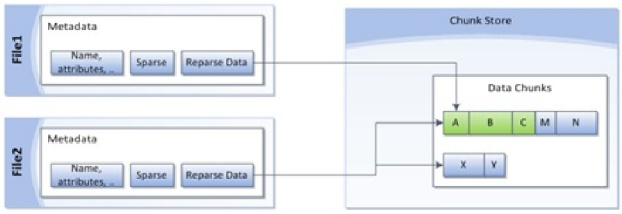
- I supporti ottici sono poco utilizzati
  - L'unico vantaggio è il basso costo del drive
  - La massima capacità attualmente disponibile (blue-ray) è 100GB
    - 40 BD per 1 HD da 4TB
  - La caratteristica di grande interesse dei supporti ottici è WORM (Write-Once Read-Many): i dati sono inalterabili una volta scritti
    - Affidabilità contro incidenti
    - Valore legale dell'archivio
    - … ma anche i nastri più recenti la offrono
  - Applicazioni di nicchia
    - Grandi data banks multimediali
      - Soluzioni Sony fino a 3.3TB
    - Esigenze di lunga conservazione
      - Shelf life oltre 100 anni

Backup – tecnologie

- Trend più recente: *data deduplication*
  - Non solo per backup ma anche per main storage (es. ZFS)



  - Dataset diviso in *chunk*, identificati da un hash → se un chunk ha lo stesso hash di un altro, viene eliminato e sostituito da un puntatore

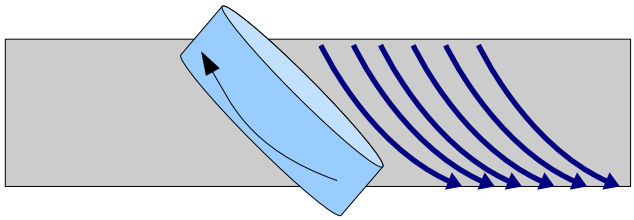


  - In teoria soffre del problema delle collisioni delle funzioni hash
  - In pratica la probabilità di una collisione è enormemente più bassa di qualsiasi altro errore nella catena di storage

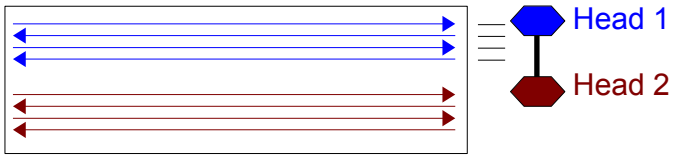
Image source: https://technet.microsoft.com/en-us/library/hh831602(v=ws.11).aspx

Tecnologie per backup su nastro

- Tipi di nastro
  - Assunto di base: alto bitrate = alta velocità relativa tra nastro e testina
  - Helical scan:
    - La velocità è ottenuta per rotazione della testina → necessità di inclinazione per utilizzare "tracce elicoidali" diverse sul nastro



    - Tipicamente testine magnetiche alternate sul tamburo scrivono / verificano / se necessario riscrivono / riverificano → complessità e fragilità meccanica
  - Linear tape
    - Singola testina fissa, il nastro scorre ad elevata velocità e viene scritto ad elevato bitrate → se non alimentato alla stessa velocità, accelera, vuota il buffer, decelera e poi arretra (*shoe shining*)
    - La scrittura avviene "a serpentina" su tracce parallele per realizzare un nastro virtuale più lungo



Tecnologie per backup su nastro a confronto

	Anno	Capacità (TB)	Velocità (MB/s)	Tipo	Vita		Costo (US$)		
					anni	cicli	unità	nastro	c$/GB
DDS-6 (DAT-160)	2007	0.08	7	Helical	10	2000	*<<1k*	*30*	*37.50*
DAT-320	2009	0.16	12	Helical	10	2000	*1k*	*55*	*34.38*
DLT-V4 (value)	2005	0.16	10	Linear	30		*<<1k*	*40*	*25*
DLT-S4 (hi perf)	2006	0.8	60	Linear	30		*2k*	*80*	*10*
LTO-5	2010	1.5	80-140	Linear	30	5000	<1k	15	1
LTO-6	2012	2.5	40-160	Linear	30	20k	1.5k	25	1
LTO-7	2015	6	40-300	Linear	30	20k	3k	75	1.25
LTO-8	2017	12	40-360	Linear	30		4k	180	1.5

Note:
- I prezzi sono in continua evoluzione al ribasso, soprattutto per le tecnologie più recenti – nella tabella sono aggiornati al 2018 solo per la tecnologia LTO (per i drive, è riportato un prezzo rappresentativo, ma la variabilità è molto alta)
- I cicli di utilizzo sono calcolati sull'uso incrementale (i.e. la "vita vera" è ad esempio 100 passate complete del nastro, si stima che ogni ciclo di utilizzo impegni 1/20 di nastro, da cui una vita stimata di 2000 cicli)
- Attenzione alla capacità *dichiarata*: spesso è 2 o 3 volte quella *reale* (riportata in tabella) perchè il venditore assume che sia mediamente raggiunto tale fattore di compressione (i drive comprimono in hardware)
- Per confronto:
  - Il costo per GB di un hard disk è tra 3 e 6 c$/GB – la capacità raggiunge i 12TB
  - Il costo per GB di un BD-R è tra 2 e 5 c$/GB – la capacità raggiunge i 100GB
- Caratteristiche uniche di LTO:
  - Ampio consorzio (Linear Tape *Open*)
  - Supporto HW all'automazione delle procedure di gestione dei nastri (i nastri hanno una memoria per i dati che li identificano, leggibile per via NFC)
  - Supporto HW WORM per garanzia di integrità e AES per riservatezza
  - LTFS (LTO-5 e superiori): possibilità di partizionare un nastro e formattare le partizioni come se fosse un disco

Tecnologie per backup su nastro - librerie

- I nastri sono vantaggiosi sui dischi
  - per elevate capacità, dato il minor costo per GB
  - per la lunga durata: una volta riempito, un volume può essere rimosso dal drive e conservato per decine di anni
- Per usarli in modalità simil-disco (tempi di accesso dell'ordine di 5-6 minuti) si può automatizzare il sistema di caricamento nel drive con una tape library

Es: 1 o 2 drive, 48 nastri LTO

Es: da 4 a 96 drive, da 350 a 6000 nastri

6000 nastri LTO4 = 4,5PB
6000 nastri LTO6 = 15 PB
(online, più la possibilità di archiviare facilmente i nastri che non servono con breve preavviso)

Disaster recovery

- Tutte le misure discusse sono necessarie per limitare l'impatto degli inconvenienti pressochè quotidiani nell'uso dei calcolatori
- Per garantire la sopravvivenza di un'organizzazione ad eventi di portata catastrofica bisogna adottare precauzioni ulteriori
  - off-site storage – full backup attentamente verificato, conservato in luogo diverso da quello dei sistemi, anche in molteplici copie in luoghi diversi.
    - ripristino di un intero sistema a partire dalla macchina vergine (*bare metal*) – non solo dati ma partizionamento, struttura del filesystem, boot loader, sistema operativo, ...
  - site replication – realizzazione di un'intero duplicato dell'architettura di elaborazione dati dell'azienda, in luogo diverso dal sistema principale, e costantemente sincronizzato con questo
    - problematiche complesse di consistenza dei dati ed integrità dell'infrastruttura, a volte più gravi in failback che in failover

Business continuity

- Serve tutto questo?
  - Delle imprese che hanno subito disastri con pesanti perdite di dati, circa il 43% non ha più ripreso l'attività, il 51% ha chiuso entro due anni e solo il 6% è riuscita a sopravvivere nel lungo termine. (http://it.wikipedia.org/wiki/Disaster_recovery)
- Serve ma non basta
  - HA, backup, DR sono ***tecnologie***
  - Un piano efficace di protezione dell'operatività aziendale (Business Continuity Plan) le prevede tutte, ma soprattutto ne definisce e documenta l'uso per mezzo di

PROCEDURE

condivise, periodicamente aggiornate, periodicamente testate, possibilmente certificate a norma BS 25999-2