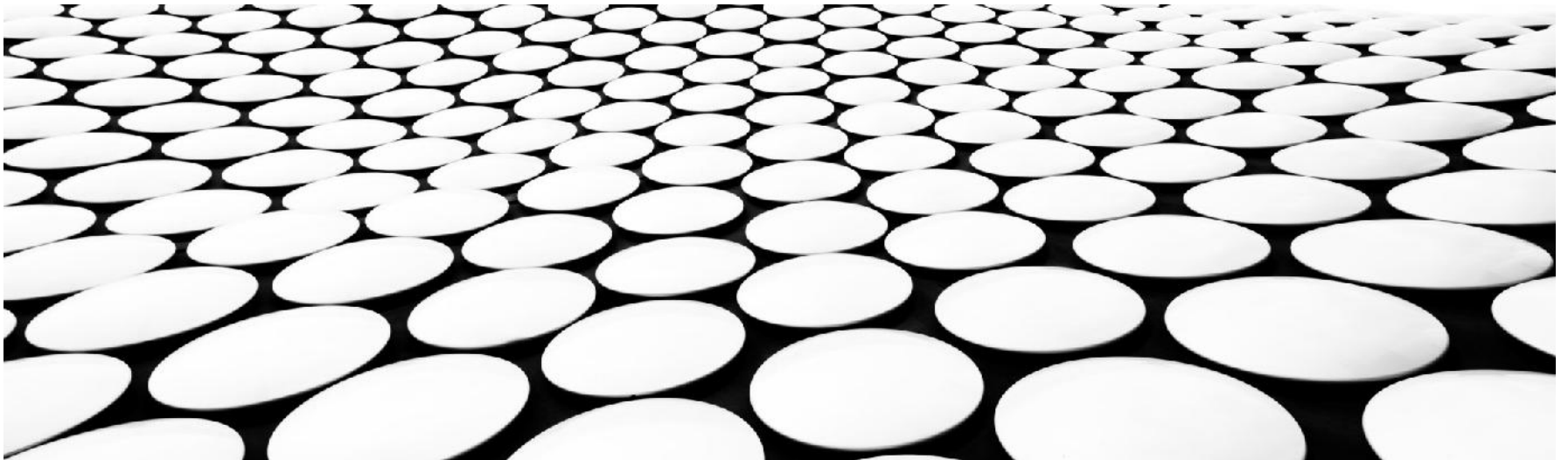

INTRODUZIONE AI SERVIZI CLOUD

VINCENZO CALABRÒ



AGENDA

- Introduzione
- Cloud computing
- Esempi
- Modelli di cloud computing
- Migrazione verso la cloud
- Problemi
- Cloud cube model
- Conclusioni

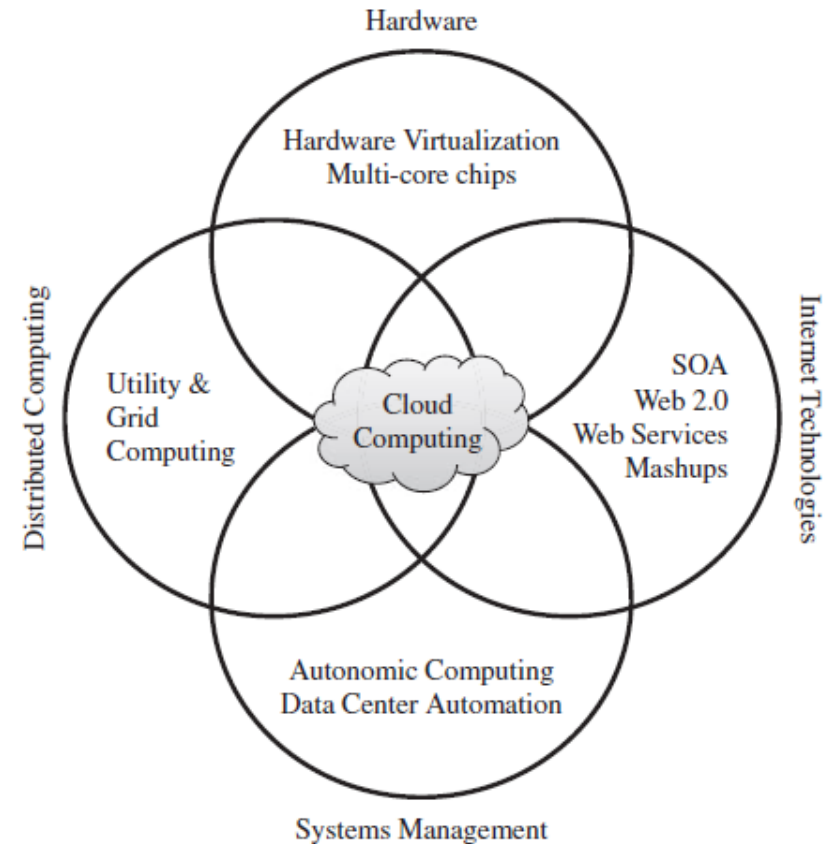
Hansel e Gretel nella foresta delle definizioni

- ▶ Distributed system
- ▶ Parallel system
- ▶ Cluster computing
- ▶ Meta-computing
- ▶ Grid computing
- ▶ Peer-to-peer computing
- ▶ Global computing
- ▶ Internet computing
- ▶ Network computing
- ▶ Cloud computing



Dai mainframe alla Cloud

- ▶ Radici del cloud computing
 - ▶ Hardware: virtualization, multi-core
 - ▶ Tecnologie Internet: Web service, SOA, Web 2.0
 - ▶ Sistemi distribuiti: cluster, grid
 - ▶ System management: autonomic computing, data center automation



Rajkumar Buyya, Andrzej M. Goscinski, Cloud Computing: Principles and Paradigms

Sistemi distribuiti

- ▶ Sistema distribuito
 - ▶ N processori autonomi (siti): n amministratori, n sistemi operativi, n flussi di dati/controllo
 - ▶ Una rete d'interconnessione
 - ▶ Visione utente: un solo sistema (virtuale)
 - ▶ «A distributed system is a collection of independent computers that appear to the users of the system as a single computer» Distributed Operating Systems, A. Tanenbaum, Prentice Hall, 1994
 - ▶ Visione sviluppatore: client-server

SOA, Web Service, Web 2.0

- ▶ Open standard per integrazione del software
- ▶ Web service compongono applicazioni eseguite su diverse piattaforme di messaging
 - ▶ Informazioni scambiate tra diverse applicazioni
 - ▶ Applicazioni interne ora distribuite all'esterno
- ▶ Web service software stack standardizzato
 - ▶ Meccanismi di ricerca, selezione e composizione
 - ▶ Messaging e packaging
 - ▶ Sicurezza, QoS
 - ▶ Basati su HTTP e XML

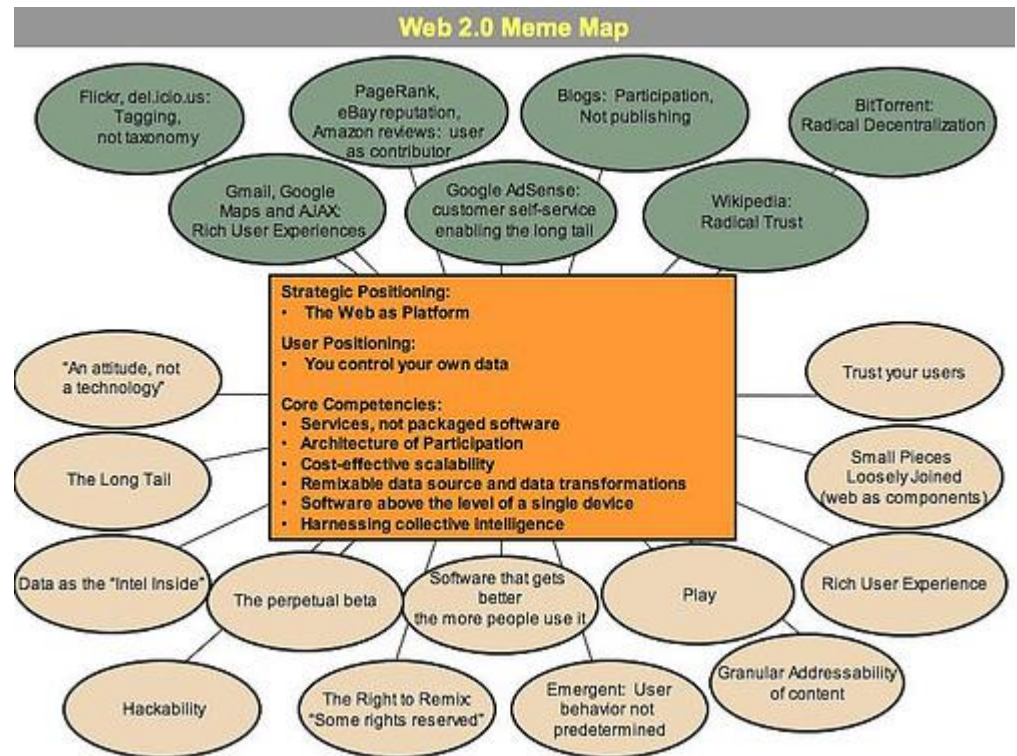
SOA, Web Service, Web 2.0

- ▶ Service-Oriented Architecture (SOA)
 - ▶ Sfruttano la soluzione di delivery dei Web service
 - ▶ Implementano il concetto di sistema e computing distribuito fornendo un sistema debolmente accoppiato, standard e indipendente dal protocollo
 - ▶ Forniscono risorse software come servizi con interfacce pubbliche

- ▶ Applicazione enterprise nelle SOA
 - ▶ Collezione di servizi che creano business logic complesse
 - ▶ Utilizzata oggi anche per i consumatori e non solo per le enterprise

SOA, Web Service, Web 2.0

- ▶ Web 2.0
 - ▶ Termine reso popolare da Tim O'Reilly e Dale Dougherty alla O'Reilly Media Web 2.0 Conference a fine 2004
 - ▶ Termine coniato da Darcy DiNucci nel 1999
- ▶ L'utente diventa creatore di contenuto
- ▶ Include web dinamico, blog, forum, social network, web service...



<http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>

SOA, Web Service, Web 2.0

- ▶ Web 2.0 si basa su composizione di servizi (Web Mashup)
 - ▶ Esempi sono siti di prenotazione viaggi che includono informazioni da compagnie aeree e alberghi
- ▶ Pezzi di servizi messi insieme attraverso protocolli standard come SOAP e REST (li vedremo nelle prossime lezioni)
- ▶ Cloud application sono costruite come composizione di servizi base a diversi livelli

Sistemi paralleli

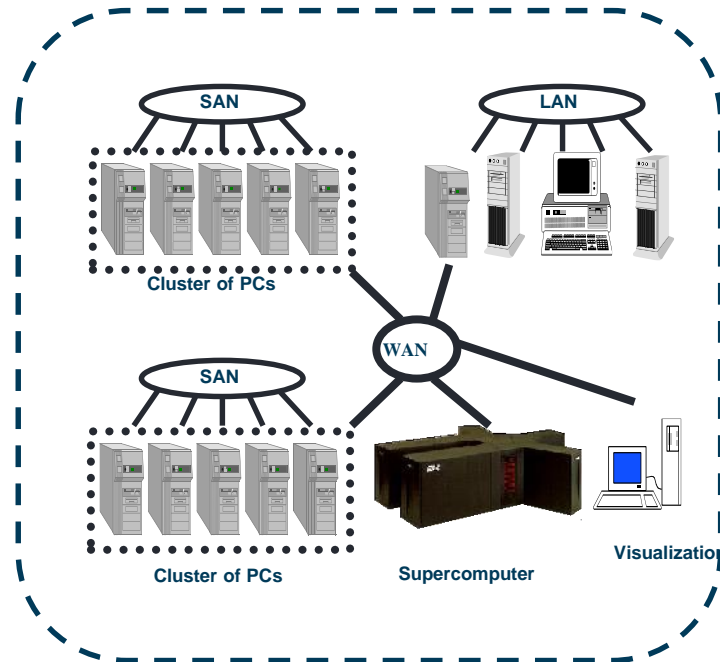
- ▶ Sistema parallelo
 - ▶ 1 computer, n nodi: un solo amministratore, un solo sistema operativo
 - ▶ Memoria: dipende (distributed vs shared)
 - ▶ Visione sviluppatore: una sola macchina che esegue codice parallelo
 - ▶ Vari modelli di programmazione (message passing, distributed shared memory, data parallelism...)

Cluster e network computing

- ▶ Cluster computing
 - ▶ Uso di PC interconnessi da una rete ad alte prestazioni come macchina parallela
 - ▶ Approcci principali:
 - ▶ Rete dedicata (Myrinet, SCI, Infiniband, Fiber Channel...)
 - ▶ Rete general-purpose (LAN veloce)
- ▶ Network computing
 - ▶ Estensione del cluster computing alle WAN
 - ▶ Insieme di macchine distribuite su una MAN/WAN che eseguono codice parallelo
 - ▶ Varianti: Internet computing (SETI@HOME), P2P, Grid computing...

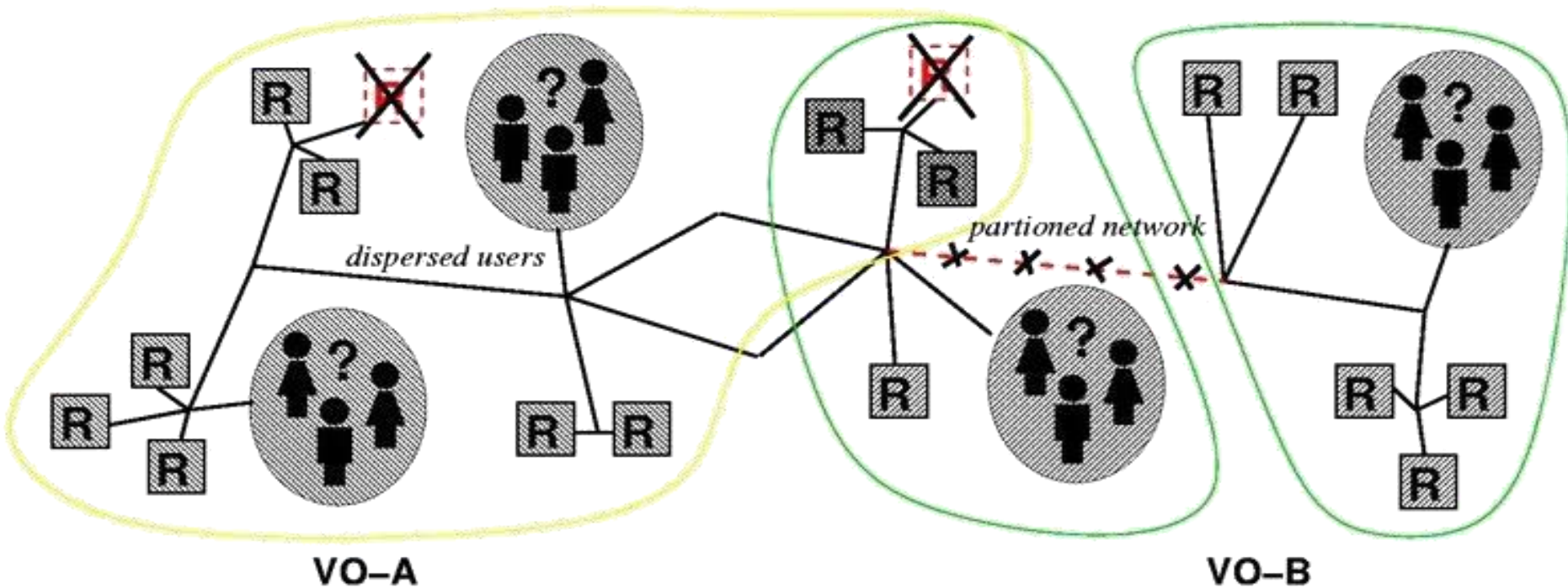
Meta computing (inizio anni '90)

- ▶ Meta computer = insieme di risorse distribuite in grado di eseguire collaborativamente codice
- ▶ Una *macchina virtuale* eseguita su un sistema distribuito



Grid computing

- ▶ «Coordinated resource sharing and problem solving in dynamic, multi-institutional virtual organisations» (I. Foster)



Grid Computing

- ▶ Permette aggregazione di risorse distribuite e accesso trasparente (ad es. TeraGrid, EGEE)
 - ▶ Condivide storage e compute con obiettivo di eseguire applicazioni scientifiche molto complesse (ad es., modellazione del clima)
- ▶ Si basa su protocolli standard dei web service
- ▶ Risorse distribuite accedute, allocate, monitorate e gestite come un singolo sistema virtualizzato
 - ▶ Delivery on demand di servizi di computazione
- ▶ Problematiche
 - ▶ Mancanza di isolamento e QoS
 - ▶ Configurazioni software eterogenee (OS, librerie, compilatori...)
 - ▶ Richiedono environment configurati ad hoc
 - ▶ Portabilità
- ▶ Possibile soluzione: Virtualizzazione

Utility Computing

- ▶ Cambiamento radicale nel mondo IT
 - ▶ Da accesso a risorse computazionali e servizi in-house ad accesso tramite la rete Internet
 - ▶ Processo simile a quello avvenuto per l'elettricità nelle aziende
- ▶ Utility computing definito come: «on demand delivery of infrastructure, applications, and business processes in a security-rich, shared, scalable, and standard-based computer environment over the Internet for a fee»
- ▶ In utility computing
 - ▶ Utenti definiscono requisiti in termini di QoS e prezzo per cui sono disposti a pagare
 - ▶ Service provider definiscono la loro utility in termini di profitto

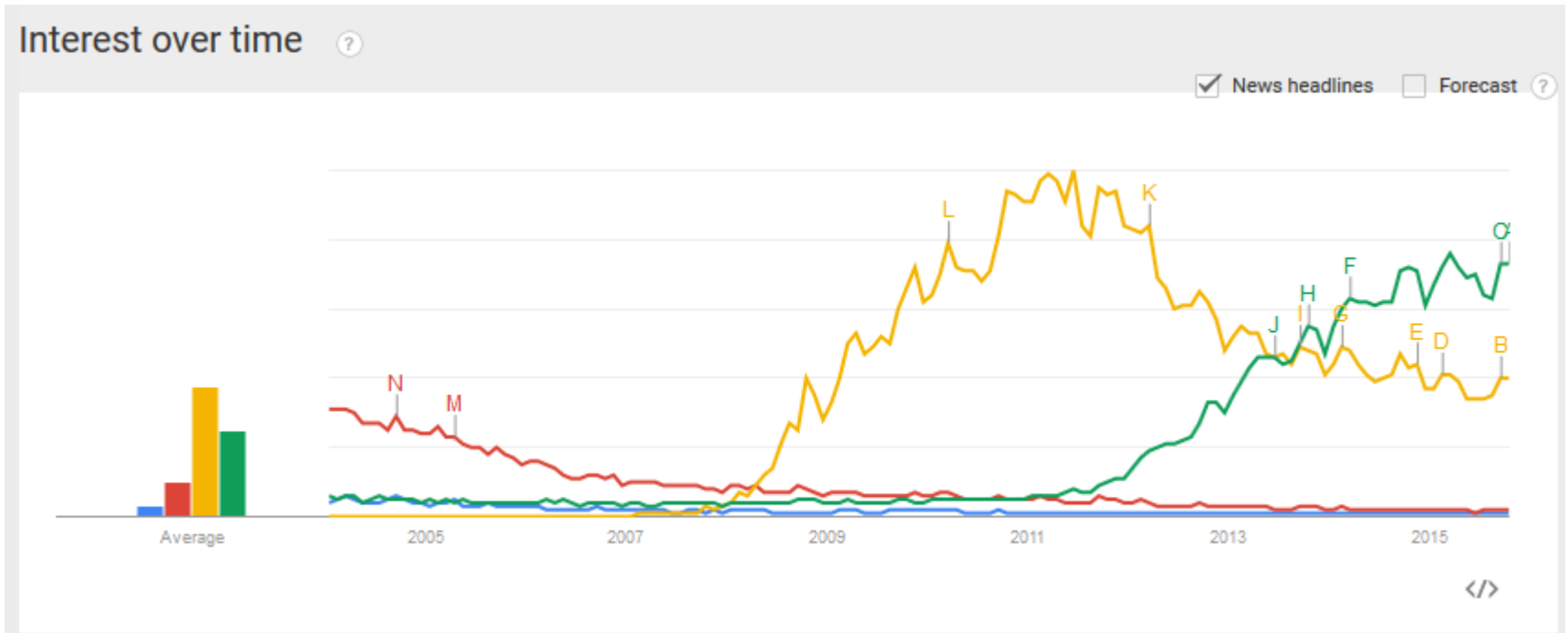
Autonomic Computing

- ▶ Sistemi autonomi con self-management
- ▶ Forniscono meccanismi di adaptation
- ▶ Riducono il coinvolgimento degli utenti
- ▶ Automazione dei data center
 - ▶ Gestione SLA applicazioni
 - ▶ Gestione della capacità dei data center
 - ▶ Disaster recovery proattivo
 - ▶ Fornitura di macchine virtuali automatica

Cosa è una cloud?

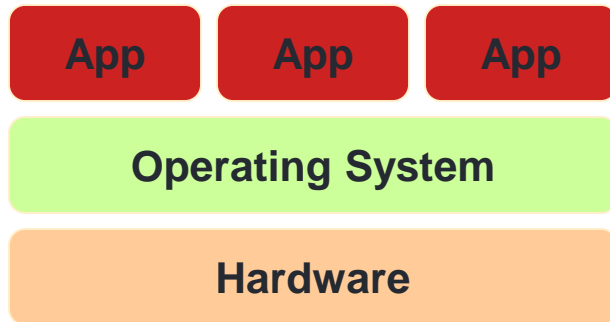
- ▶ Paradigma che si basa sui concetti di utility computing, autonomic computing, sistemi distribuiti
- ▶ IT come servizio
 - ▶ Storage, data processing e altri servizi IT forniti da appositi centri servizi
 - ▶ Applicazioni come “computing utilities”, senza necessità di conoscere l’infrastruttura di calcolo sottostante
 - ▶ Pay as you go
- ▶ Cosa c’è sotto?
 - ▶ La struttura base della Cloud è trasparente agli utenti
 - ▶ Indipendente dall’hardware
 - ▶ In generale, si usano cluster di server con sistema operativo open source

Tutti ne parlano

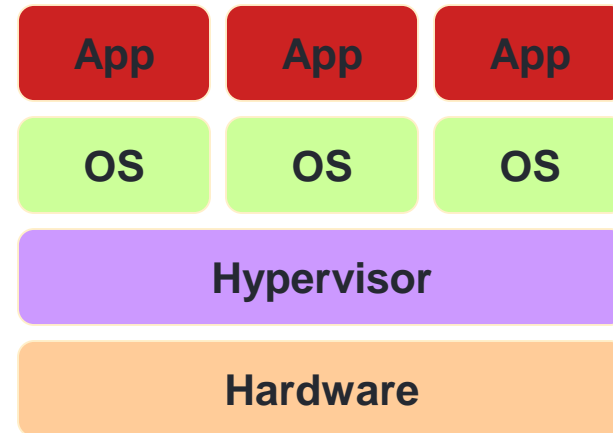


- cluster computing
- grid computing
- cloud computing
- big data

La tecnologia chiave: virtualizzazione



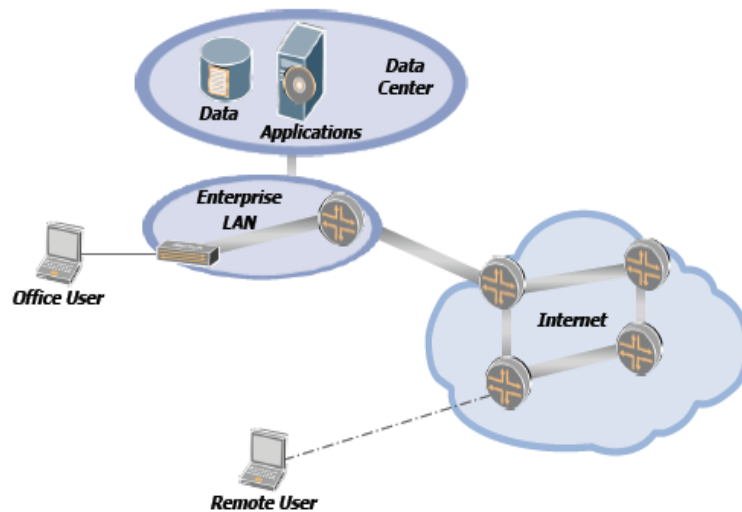
Stack tradizionale



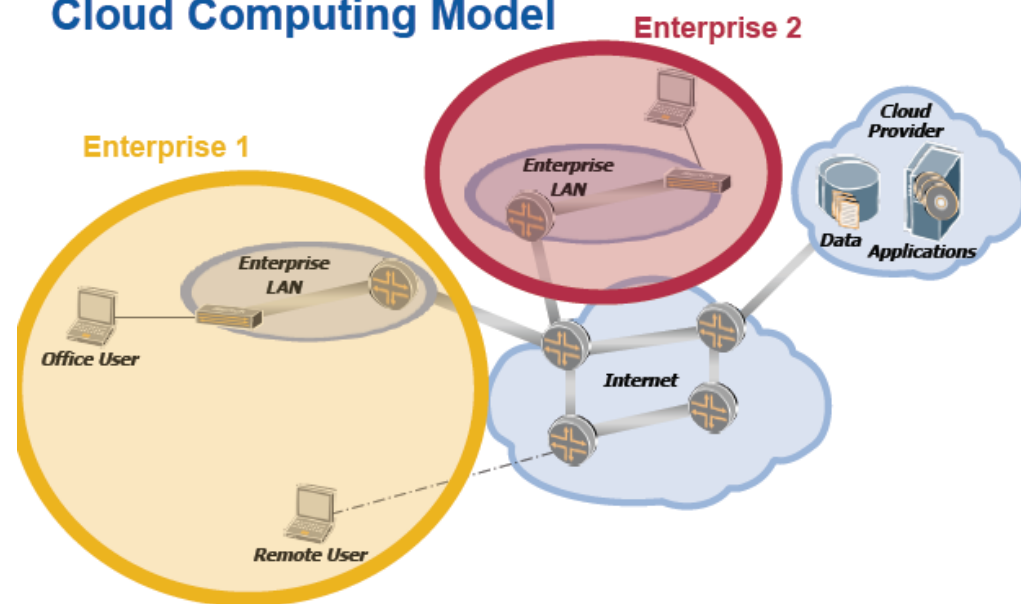
Stack virtualizzato

Dal data-center privato alla cloud

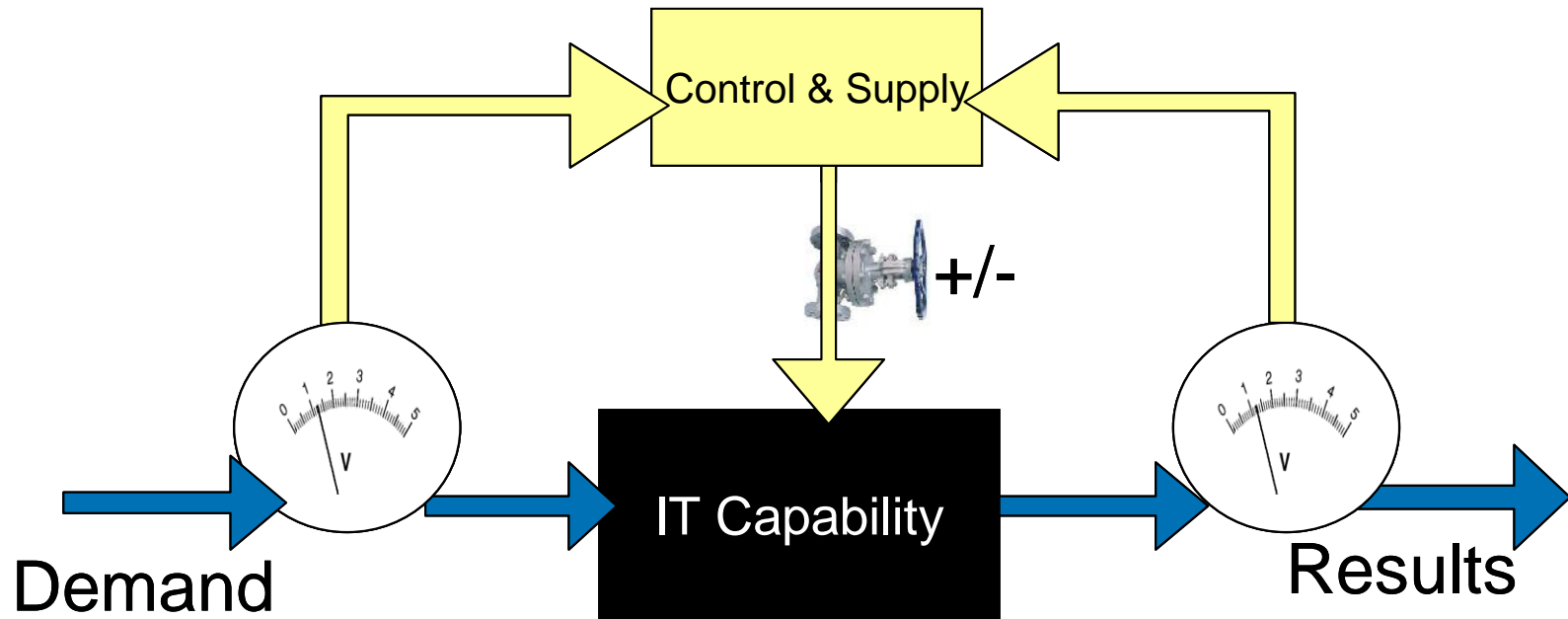
Conventional Data Center



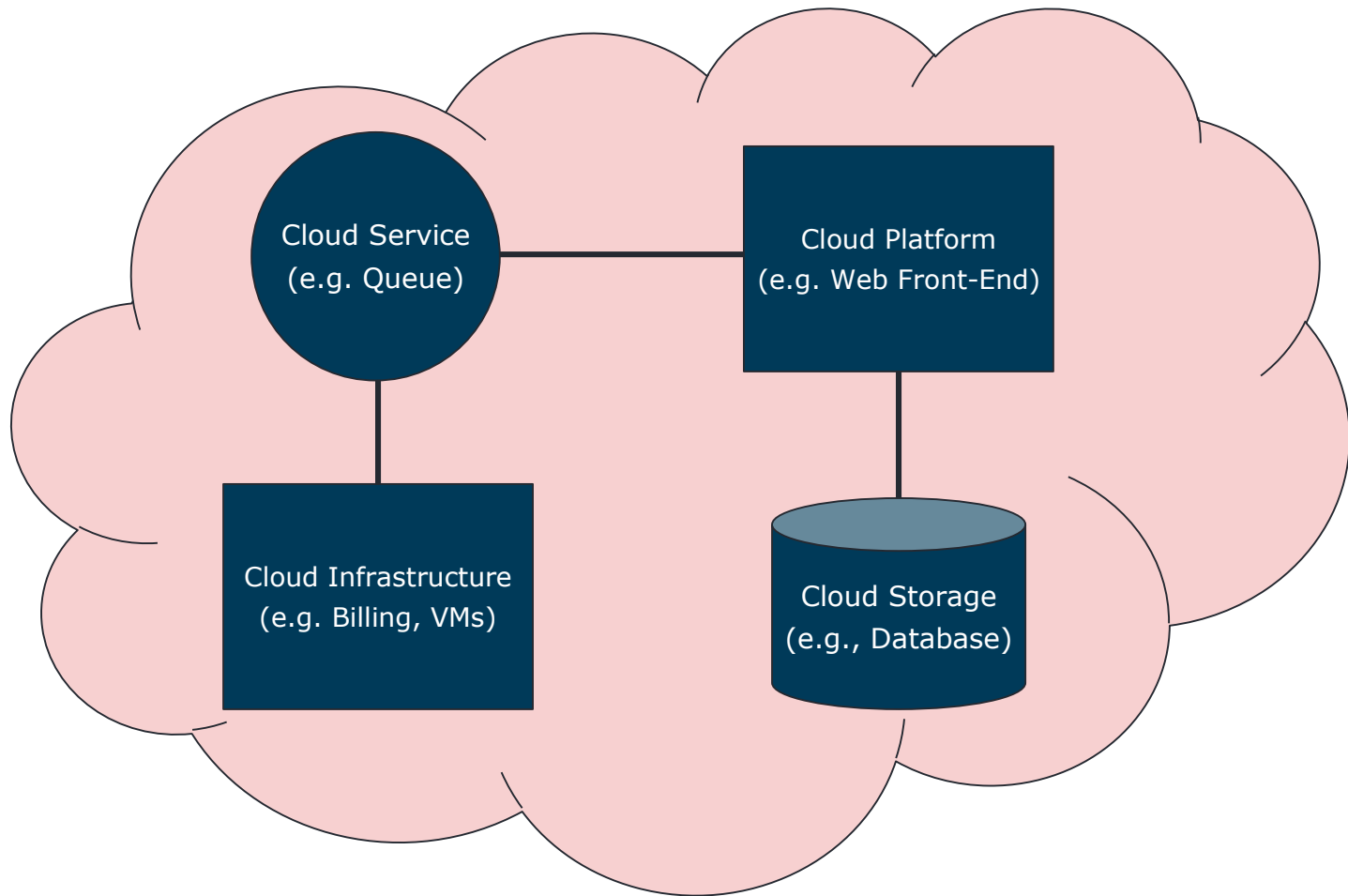
Cloud Computing Model



IT Capability = Commodity



Dal punto di vista del provider

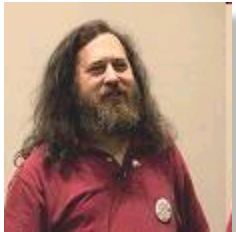


Una buona idea?



The interesting thing about Cloud Computing is that we've redefined Cloud Computing to include everything that we already do. . . . I don't understand what we would do differently in the light of Cloud Computing other than change the wording of some of our ads.

Larry Ellison, *Wall Street Journal*, 26/9/2008



It's stupidity. It's worse than stupidity: it's a marketing hype campaign. Somebody is saying this is inevitable — and whenever you hear somebody saying that, it's very likely to be a set of businesses campaigning to make it true.

Richard Stallman, *The Guardian*, 29/9/2008

Cloud Computing in a nutshell

- ▶ Approccio simile all'approvvigionamento di energia
 - ▶ Usiamo corrente elettrica senza sapere come funzionano le stazioni di generazione e la rete di distribuzione
- ▶ Concetto esteso all'IT
 - ▶ Rilascio di funzionalità nascondendo il funzionamento interno
 - ▶ Computer integrano componenti distribuiti che forniscono processing, storage, data, software resource
- ▶ Cloud computing
 - ▶ Accesso on-demand a risorse
 - ▶ Paradigma pay-as-you-go
 - ▶ Infrastruttura vista come una nuvola, che rende disponibili risorse a utenti e aziende
 - ▶ Fornisce computing, storage, software «as a service»

Cloud Computing: Definizioni

- ▶ Moltissime definizioni di cloud computing
 - ▶ R. Buyya, C. S. Yeo, S. Venugopal, J. Broberg, and I. Brandic, Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility, *Future Generation Computer Systems*, 25:599-616, 2009.
 - ▶ L. M. Vaquero, L. Rodero-Merino, J. Caceres, and M. Lindner, A break in the clouds: Towards a cloud definition, *SIGCOMM Computer Communications Review*, 39:50-55, 2009.
 - ▶ McKinsey & Co., *Clearing the Air on Cloud Computing*, Technical Report, 2009.
 - ▶ M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, and R. Katz, *Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing*, UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory White Paper, 2009
 - ▶ P. Mell and T. Grance, *The NIST Definition of Cloud Computing*, National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory, Technical Report Version 15, 2009

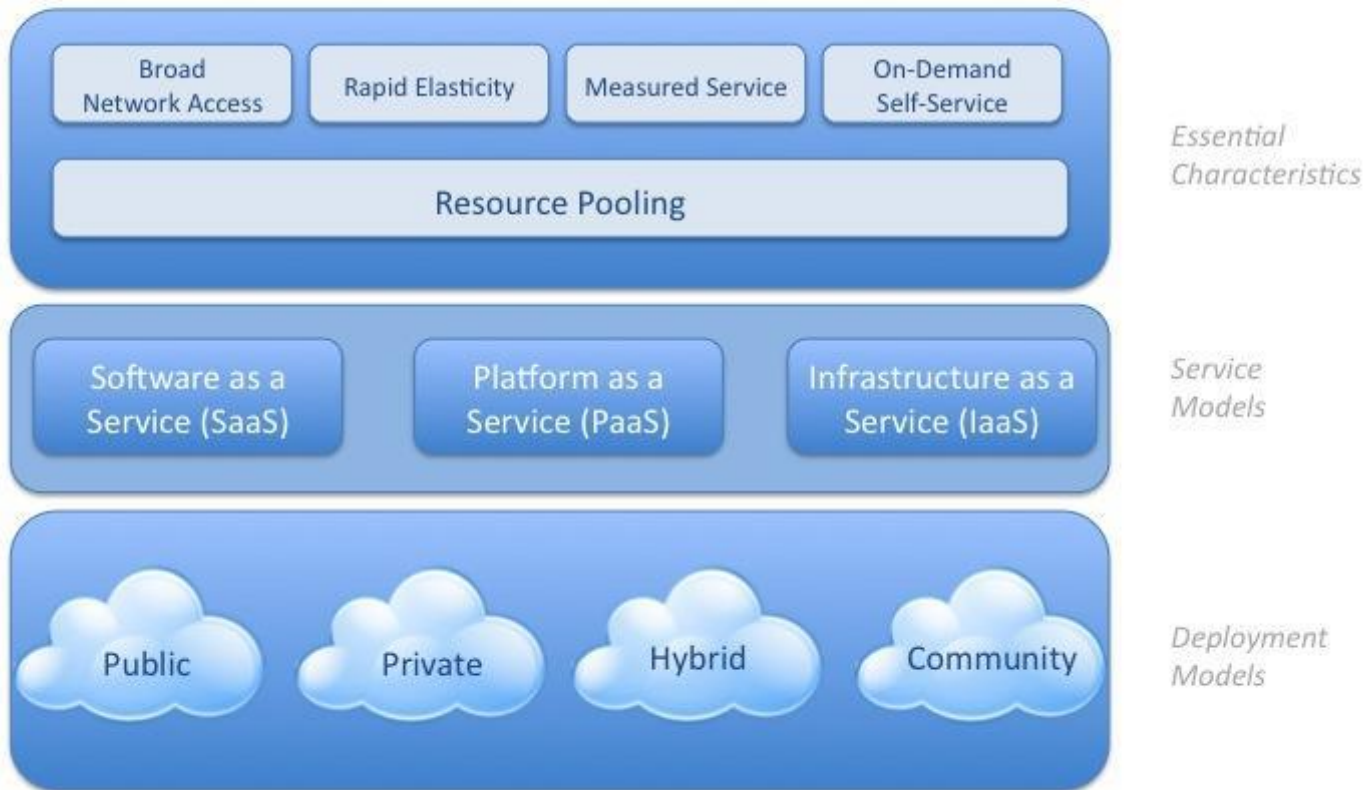
Cloud Computing: La Definizione

- ▶ National Institute of Standards and Technology (NIST) Special Publication 800-145, The NIST Definition of Cloud Computing, Peter Mell and Timothy Grance
- ▶ «Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction. This cloud model is composed of five essential characteristics, three service models, and four deployment models.

Cloud Computing: La Definizione

Visual Model Of NIST Working Definition Of Cloud Computing

<http://www.csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/index.html>



Cloud Computing: Caratteristiche Essenziali

- ▶ *On-demand self-service*
 - ▶ Un cliente può procurarsi risorse, server time e network storage automaticamente a secondo del bisogno senza interazione «umana» con il service provider

- ▶ *Broad network access*
 - ▶ Risorse disponibili attraverso la rete
 - ▶ Accesso tramite protocolli standard
 - ▶ Supporto per tutti i tipi di device e piattaforme (ad es., mobile phone, tablet, laptop, workstation)

Cloud Computing: Caratteristiche Essenziali

▶ *Rapid elasticity*

- ▶ Capacità di scalare le risorse elasticamente in base ai reali bisogni
- ▶ Scale out, scale in, scale down
- ▶ La sensazione del cliente è di avere risorse infinite, anche se non è assolutamente vero
- ▶ Nessuno spreco di risorse tipiche dei sistemi on premises

▶ *Measured service*

- ▶ La cloud controlla e ottimizza le risorse dinamicamente usando funzionalità di metering (paghi solo per quello che consumi)
- ▶ Utilizzo di risorse viene monitorato, controllato, loggato fornendo trasparenza per il provider e il cliente dei servizi cloud

Cloud Computing: Caratteristiche Essenziali

▶ *Resource pooling*

- ▶ Le risorse sono ripartite per servire i clienti tramite un modello multi-tenant
- ▶ Risorse fisiche e virtuali (ri-)assegnate dinamicamente a seconda del bisogno
- ▶ Indipendenza dalla locazione: client non ha controllo sulla locazione delle risorse, anche se potrebbe richiedere una locazione specifica a diversi livelli di granularità (nazione, stato...)
- ▶ Risorse includono storage, processing, memory, e network bandwidth

Cloud Computing: Caratteristiche Aggiuntive

- ▶ *Lower cost*
 - ▶ Dovuto a un utilizzo maggiore e più efficiente delle risorse
- ▶ *Ease of utilization*
 - ▶ Nessuna necessità di licenze hardware e software
- ▶ *Quality of Service (QoS)*
 - ▶ Rispetta il contratto con il provider
- ▶ *Reliability*
 - ▶ Fornisce scalabilità, load balancing, failover
 - ▶ Spesso più affidabili di infrastrutture sotto il controllo diretto
- ▶ *Outsourced IT management*
 - ▶ Utente gestisce il business, qualcun altro la computing infrastructure

Cloud Computing: Multi-Tenancy

- ▶ Capacità di condivisione di una singola istanza condivisa di un software tra più organizzazioni/client (tenant)
- ▶ Aspetto fondamentale del cloud computing
- ▶ Dati degli utenti sono separati virtualmente, non fisicamente

Cloud Computing: Multi-Tenancy

▶ Vantaggi

- ▶ Costi ridotti per il cloud provider
- ▶ Dinamicità di accesso a risorse condivise

▶ Svantaggi

- ▶ Utenti potrebbero essere in grado di accedere a dati di altri utenti
 - ▶ Nessuna separazione fisica
- ▶ Backup e restore dei dati difficoltoso

Cloud Computing: Modelli di Servizio

- ▶ *Infrastructure as a Service (IaaS)*
- ▶ *Platform as a Service (PaaS)*
- ▶ *Software as a Service (SaaS)*

Cloud Computing: IaaS

- ▶ Utente gestisce interamente processing (CPU), memoria, storage, rete, e risorse di computazione aggiuntive
 - ▶ Amazon, Google, Nuvola Italiana
- ▶ Utente in grado di installare ed eseguire codice generico incluso sistemi operativi e applicazioni
- ▶ Utente non gestisce o controlla l'infrastruttura cloud, mentre controlla sistemi operativi, storage, e applicazioni installate
 - ▶ Nessuna necessità di controllare hw con tutte le problematiche di obsolescenza, rotture...
- ▶ Utente ha controllo limitato di componenti di rete (ad es., host firewall)

Cloud Computing: IaaS

- ▶ Offre risorse virtualizzate on demand
- ▶ Fornisce diversi server con diversi sistemi operativi e uno stack software ad hoc
- ▶ Amazon offre macchine virtuali con diverse combinazioni di sistemi operativi
 - ▶ EC2 Service
 - ▶ È come gestire un server fisico
 - ▶ Utenti possono far partire e bloccare una VM, installare software, collegare dischi virtuali

Cloud Computing: PaaS

- ▶ Utente installa e crea applicazioni sviluppate tramite linguaggi di programmazione, librerie, servizi e tool supportati dal provider
- ▶ Utente mantiene il controllo sulla piattaforma installata
 - ▶ Ad es. CloudFoundry, Cloudify, WSO2, LAMP (Linux, Apache, MySQL), OwnCloud
- ▶ Utente non gestisce o controlla l'infrastruttura sottostante che include rete, sistemi operativi, server o storage
 - ▶ Non si preoccupa di installare il DB o Apache, o di avere abbastanza memoria
- ▶ Utente mantiene il controllo delle applicazioni installate e delle configurazioni dell'ambiente per hosting di applicazioni

Cloud Computing: PaaS

- ▶ Livello di astrazione più alto che rende la cloud programmabile
- ▶ Piattaforma installata sull'infrastruttura
 - ▶ Piattaforma offre un ambiente dove sviluppatori installano e creano applicazioni
 - ▶ Nessuna necessità di conoscere l'infrastruttura sottostante
 - ▶ Modelli di programmazione multipli e servizi specializzati (ad es., autenticazione, pagamenti) offerti come building block
- ▶ GoogleAppEngine offre un ambiente per lo sviluppo e hosting di applicazioni web
 - ▶ Supporta diversi linguaggi come Python o Java
 - ▶ Building block: mail service, instant messaging service (XMPP) e molti altri

Cloud Computing: SaaS

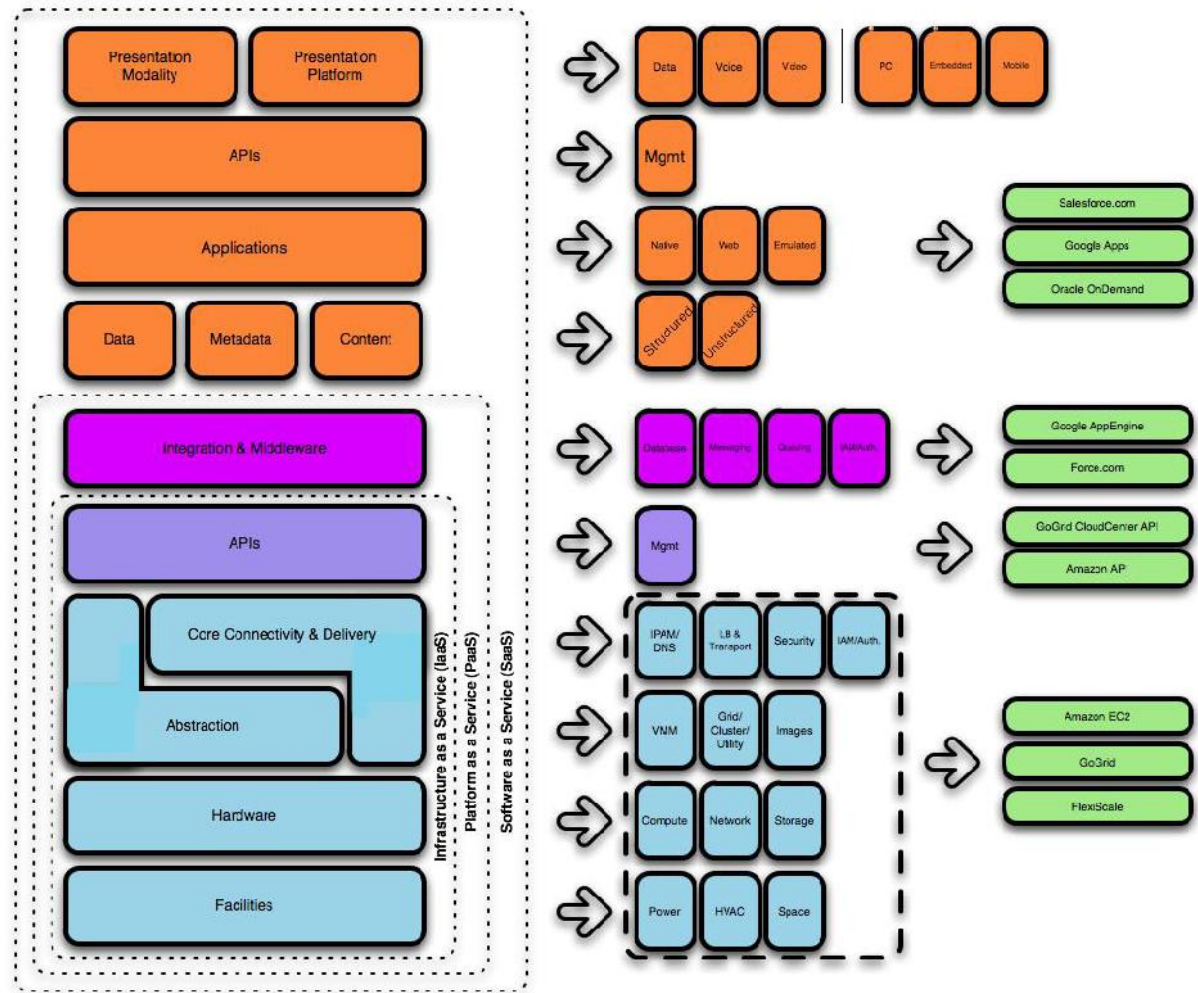
- ▶ Utente utilizza le applicazioni di un cloud provider che sono eseguite sull'infrastruttura cloud
 - ▶ Ad es., Gmail, Googledocs, Dropbox, Office365, molti altri...
- ▶ Applicazioni accessibili attraverso diversi device del client
 - ▶ Ad es., web browser (e.g., web-based email) o una program interface
- ▶ Il cliente non gestisce o controlla l'infrastruttura cloud, incluso rete, server, sistema operativo, storage, o anche funzionalità specifiche dell'applicazione
- ▶ Unica eccezione il cliente controlla un numero limitato di configurazioni specifiche per gli utenti
 - ▶ Utilizza solo strumenti utili per il suo lavoro

Cloud Computing: SaaS

- ▶ Applicazioni risiedono al top del cloud stack
- ▶ Servizi accessibili attraverso il browser
- ▶ Cambio di paradigma da sw installato in locale a sw remoto
- ▶ Riduce lo sforzo degli utenti nella gestione delle applicazioni e semplifica sviluppo e testing per i provider
- ▶ Salesforce.com
 - ▶ Online CRM, accesso e customizzazione di applicazioni on demand

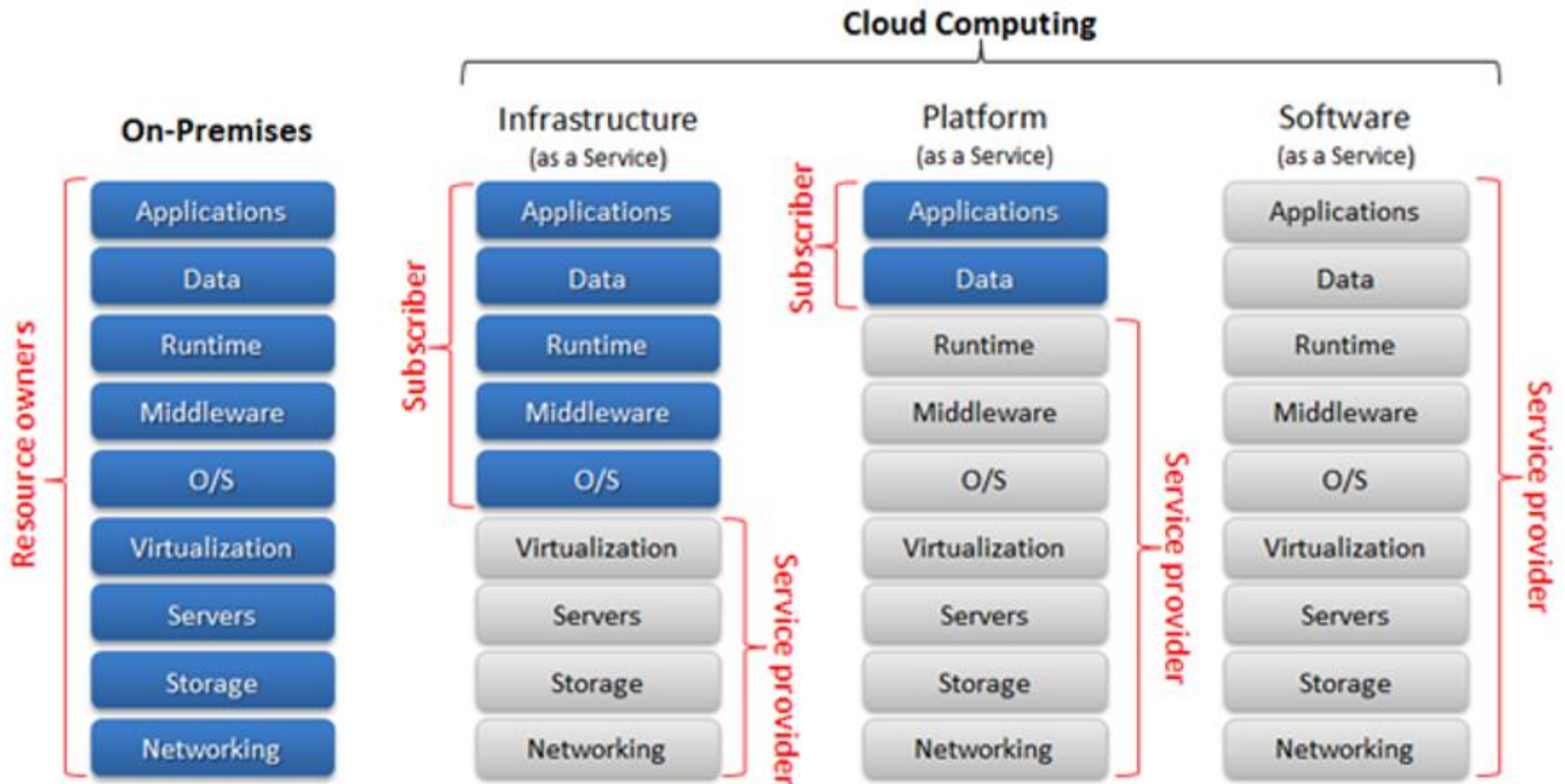
Cloud Computing: Stack Overview

- ▶ Cloud Reference Model
- ▶ Parte sottostante include hardware e infrastruttura (più rete)
- ▶ Ogni modello eredita le capacità del modello superiore



<https://www.rationalsurvivability.com/blog/2009/03/update-on-the-cloud-ontologytaxonomy-model/>

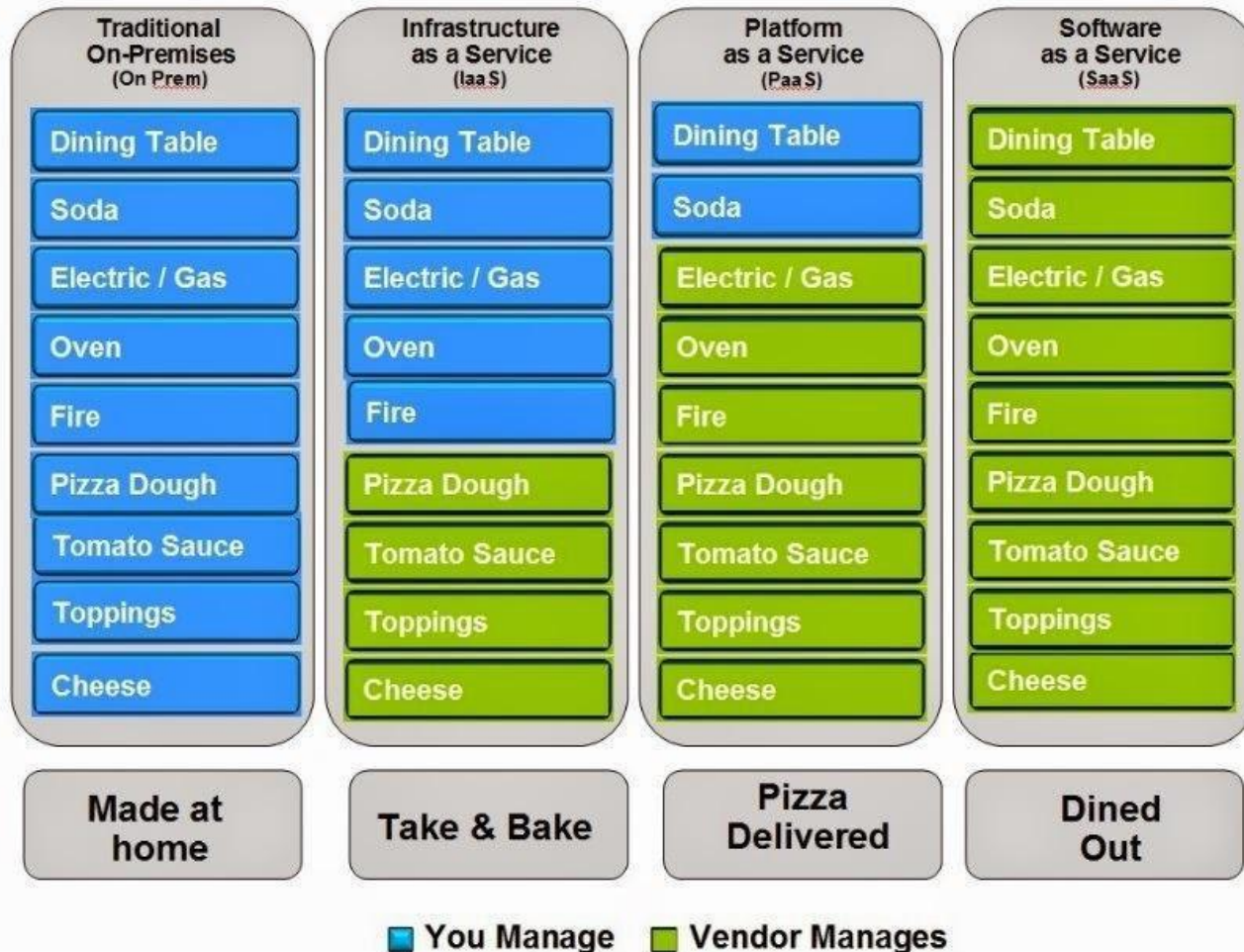
Cloud Computing: Delivery Models



<http://blogs.technet.com/b/yungchou/archive/2010/12/17/cloud-computing-concepts-for-it-pros-2-3.aspx>

Cloud Computing: Vita Reale

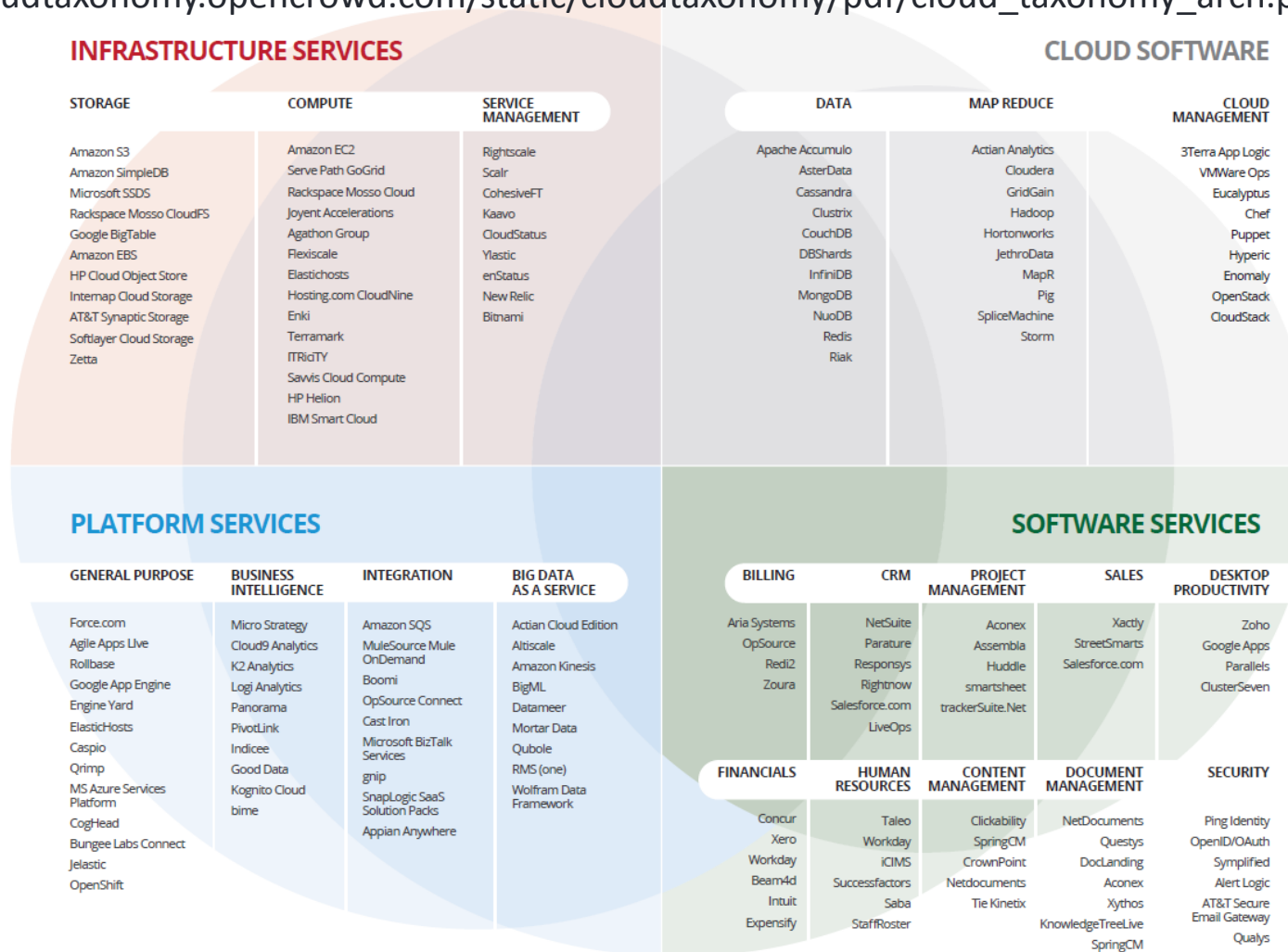
Pizza as a Service



<https://www.linkedin.com/pulse/20140730172610-9679881-pizza-as-a-service>

Cloud Computing: Taxonomy

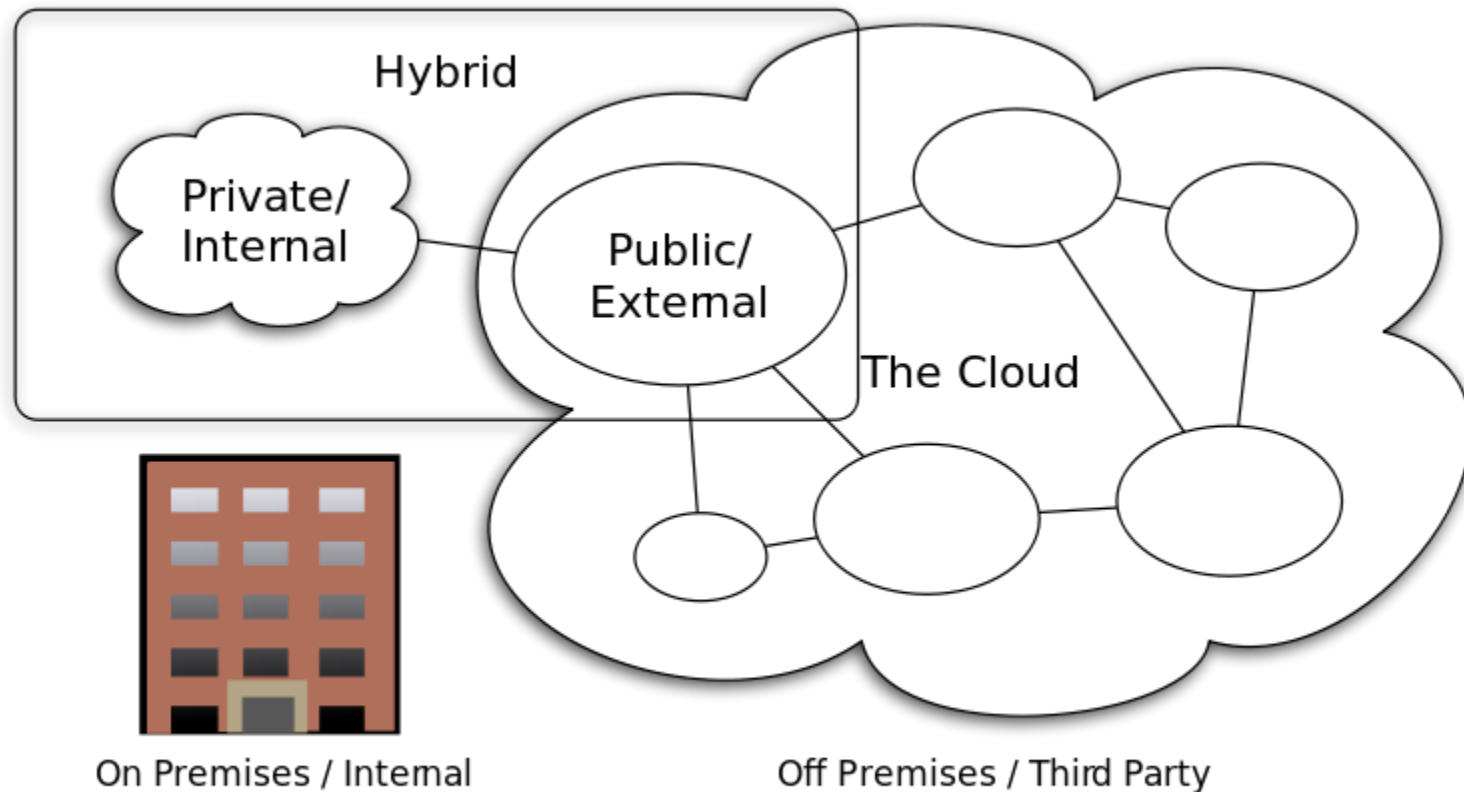
► http://cloudtaxonomy.opencrowd.com/static/cloudtaxonomy/pdf/cloud_taxonomy_arch.pdf



Cloud Computing: Deployment Model

- ▶ Private cloud
- ▶ Community cloud
- ▶ Public cloud
- ▶ Hybrid cloud

Cloud Computing: Deployment Model



Cloud Computing Types

CC-BY-SA 3.0 by Sam Johnston

Cloud Computing: Private Cloud

- ▶ Cloud infrastructure fornita per uso esclusivo di una singola organizzazione che comprende utenti multipli
- ▶ Di proprietà, gestita e operata da una singola organizzazione, terza parte, o combinazione delle due
- ▶ Esiste in modalità on premise e off premise

Cloud Computing: Community Cloud

- ▶ Cloud infrastructure fornita per un uso esclusivo da parte di specifiche comunità di utenti
 - ▶ Utenti includono organizzazioni che hanno obiettivi comuni (ad es., mission, security requirement, policy, e compliance consideration)
- ▶ Di proprietà, gestita e operata da una o più organizzazioni nella comunità, terza parte, o combinazione delle due
- ▶ Esiste in modalità on premise e off premise

Cloud Computing: Public Cloud

- ▶ Cloud infrastructure fornita per uso comune e al pubblico
- ▶ Di proprietà, gestita e operata da una organizzazione di business, accademica, governativa, o combinazioni
- ▶ Esiste in modalità on premise del cloud provider, off premise per l'utente

Cloud Computing: Hybrid Cloud

- ▶ Cloud infrastructure è una combinazione di due o più cloud infrastructure distinte (private, community, o public)
- ▶ Cloud infrastructure distinte rimangono entità uniche, ma composte tramite tecnologie standard o proprietarie
- ▶ Permettono portabilità di dati e applicazioni (ad es., cloud bursting for load balancing between clouds)



Esempi

L'offerta



- ▶ Ingredienti: CPU, banda, storage
- ▶ Illusione di risorse infinite
- ▶ Nessun obbligo di acquisto/utilizzo minimo

Grandi datacenter
Infrastruttura software scalabile
Competenza sistemistica



“Why do it yourself if you can pay someone to do it for you?”



Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) - Beta



Esempio: Amazon Web Services

Products ▾

Solutions ▾

Resources ▾

Infrastructure Services

- » Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2)
- » Amazon SimpleDB
- » Amazon Simple Storage Service (Amazon S3)
- » Amazon CloudFront
- » Amazon Simple Queue Service (Amazon SQS)
- » AWS Premium Support

Payments & Billing Services

- » Amazon Flexible Payments Service (Amazon FPS)
- » Amazon DevPay

On-Demand Workforce

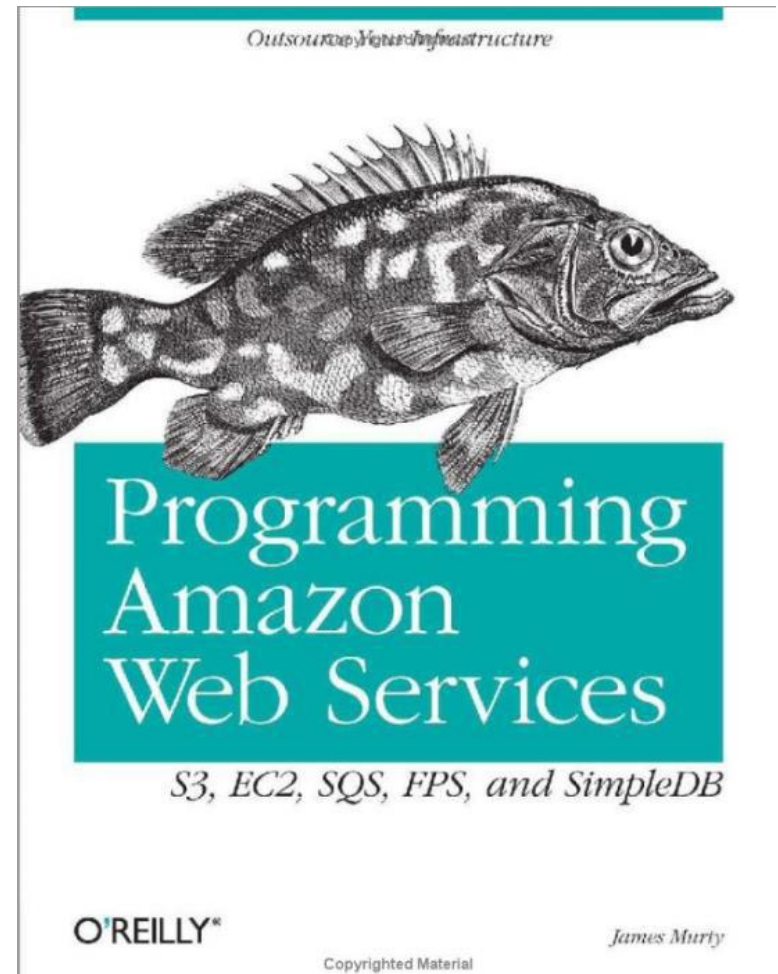
- » Amazon Mechanical Turk

Alexa Web Services

- » Alexa Web Information Service
- » Alexa Top Sites
- » Alexa Site Thumbnail

Amazon Fulfillment & Associates

- » Amazon Fulfillment Web Service (Amazon FWS)
- » Amazon Associates Web Service



Prodotti

Application Service (SaaS)	MS Live/ExchangeLabs, IBM, Google Apps; Salesforce.com Quicken Online, Zoho, Cisco
Application Platform	Google App Engine, Mosso, Force.com, Engine Yard, Facebook, Heroku, AWS
Server Platform	3Tera, EC2, SliceHost, GoGrid, RightScale, Linode
Storage Platform	Amazon S3, Dell, Apple, ...

Esempio: Amazon Web Services

- ▶ Elastic Compute Cloud (EC2)
 - ▶ Affitto orario di macchine virtuali
 - ▶ Addebito = istanza di macchina virtuale/ora
 - ▶ Supplementi per banda da/verso istanze
- ▶ Simple Storage Service (S3)
 - ▶ Addebito = GB/mese
 - ▶ Supplementi per banda da/verso storage

Amazon EC2

▶ Istanze Amazon EC2

▶ <https://aws.amazon.com/it/ec2/instance-types/>

M3

Questa famiglia include i tipi di istanza M3 e offre un equilibrio di risorse di calcolo, memoria e di rete ed è un'ottima scelta per molte applicazioni.

Funzionalità:

- Processori ad alta frequenza Intel Xeon E5-2670 v2 (Ivy Bridge)*
- Storage di istanze basato su SSD per elevate prestazioni I/O
- Equilibrio di risorse di calcolo, memoria e di rete

Modello	vCPU	Mem (GiB)	Storage SSD (GB)
m3.medium	1	3,75	1 x 4
m3.large	2	7,5	1 x 32
m3.xlarge	4	15	2 x 40
m3.2xlarge	8	30	2 x 80

Amazon EC2

► Listino Prezzi

- <https://aws.amazon.com/it/ec2/pricing/>

	vCPU	ECU	Memoria (GiB)	Storage istanze (GB)	Utilizzo di Linux/UNIX
Uso generale – Generazione attuale					
t2.micro	1	Variabile	1	Solo EBS	\$0.015 all'ora
t2.small	1	Variabile	2	Solo EBS	\$0.03 all'ora
t2.medium	2	Variabile	4	Solo EBS	\$0.06 all'ora
t2.large	2	Variabile	8	Solo EBS	\$0.12 all'ora
m4.large	2	6.5	8	Solo EBS	\$0.15 all'ora
m4.xlarge	4	13	16	Solo EBS	\$0.3 all'ora
m4.2xlarge	8	26	32	Solo EBS	\$0.6 all'ora
m4.4xlarge	16	53.5	64	Solo EBS	\$1.2 all'ora
m4.10xlarge	40	124.5	160	Solo EBS	\$3 all'ora
m3.medium	1	3	3.75	1 x 4 SSD	\$0.079 all'ora
m3.large	2	6.5	7.5	1 x 32 SSD	\$0.158 all'ora
m3.xlarge	4	13	15	2 x 40 SSD	\$0.315 all'ora

Trasferimento dati IN USCITA da Amazon EC2 a Internet

Primo GB/mese	\$0.000 per GB
Fino a 10 TB/mese	\$0.090 per GB
Successivi 40 TB/mese	\$0.085 per GB
Successivi 100 TB/mese	\$0.070 per GB
Successivi 350 TB/mese	\$0.050 per GB

Modelli di cloud computing

- ▶ Infrastructure as a Service (IaaS)
 - ▶ Lease di cicli macchina per le applicazioni del cliente
 - ▶ Esempi: Amazon EC2, GoGrid, AppNexus
- ▶ Platform as a Service (PaaS)
 - ▶ API per lo sviluppo di applicazioni da parte del cliente
 - ▶ Esempi: Google App Engine, CloudFoudry, Heroku
- ▶ Software as a Service (SaaS)
 - ▶ Esecuzione di applicazioni “chiavi in mano” per conto del cliente
 - ▶ Esempi: Gmail, GoogleDocs, Dropbox
- ▶ Altri: DaaS, NaaS, IPaaS, SOA-aaS...

SaaS
Software as a Service

PaaS
Platform as a Service

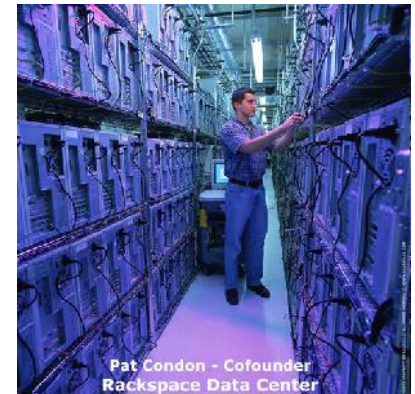
IaaS
Infrastructure as a Service



IaaS
Infrastructure as a Service

Fornitura di dispositivi di calcolo virtuali

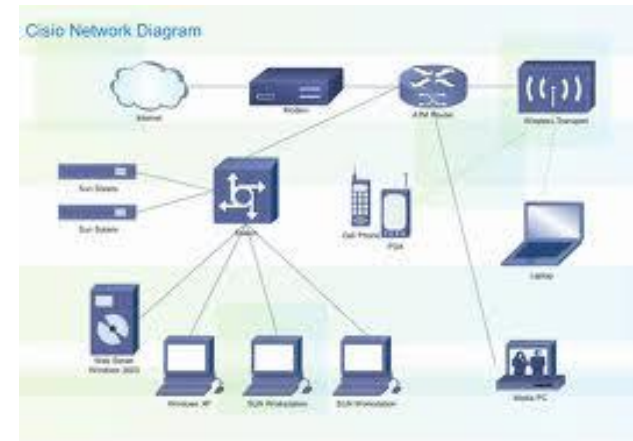
- ▶ Accesso alle funzioni di amministrazione
 - ▶ Mix di sistemi operativi
 - ▶ Controllo accesso
 - ▶ Controllo perimetrale
 - ▶ Instradamento
 - ▶ Load balancing



Reti virtuali

- ▶ Le reti virtuali sono interamente o parzialmente simulate su server fisici
- ▶ Integrità protocollare non garantita
- ▶ Interfaccia tra rete fisica e virtuale non standard

WHAT YOU SEE...



ISN'T WHAT YOU GET...



IaaS

Vantaggi percepiti

- ▶ Pay per use
- ▶ Scalabilità modulabile
- ▶ Sicurezza
- ▶ Affidabilità
- ▶ APIs



Esempio

- ▶ Problema: eseguire periodicamente un job batch senza avere la macchina su cui farlo girare
 - ▶ Soluzione: usare una macchina virtuale su Amazon EC2
- ▶ Problema: attivare un sito Web temporaneo per qualche giorno
 - ▶ Soluzione: usare un web server virtuale su FlexiScale
- ▶ Problema: fornire uno storage remoto a tutti i dipendenti senza avere la capacità disco sufficiente in azienda
 - ▶ Soluzione: usare Amazon S3



PaaS
Platform as a Service

Fornitura di servizi “orizzontali” virtuali

- ▶ Servizi attivabili su richiesta
- ▶ Niente stima a priori della domanda, procurement, ...
- ▶ Nessun overhead di gestione



I servizi più diffusi

- ▶ Librerie, tool e piattaforme per sviluppo web
- ▶ Computing platform
- ▶ Soprattutto per sviluppatori



Linux
Aapache
MySQL
PHP
yum
yellowdog updater modified

Vantaggi percepiti

- ▶ Pay per use
- ▶ Scalabilità modulabile
- ▶ Sicurezza
- ▶ Affidabilità
- ▶ APIs



Esempio

- ▶ Problema: devo sviluppare un'applicazione web e/o un servizio cloud e non voglio/posso installare tutto lo stack di software, librerie, tool
- ▶ Soluzione: usare Amazon Elastic Beanstalk, Google App Engine, Microsoft Azure...



SaaS

Software as a Service

Fornitura di accessi a software applicativo

- ▶ Adatto alle PMI
- ▶ Nessuna gestione di hardware/software
- ▶ Accesso via browser



Vantaggi percepiti

- ▶ Pay per use
- ▶ Scalabilità modulabile
- ▶ Sicurezza
- ▶ Affidabilità
- ▶ APIs



Esempio

- ▶ Problema: La gestione del CRM (Customer relationship management) è troppo onerosa
 - ▶ Soluzione: usare una versione cloud del programma come Salesforce.com
- ▶ Problema: Il server di posta è lento e ha frequenti crash
 - ▶ Soluzione: usa un servizio mail su cloud come Hosted Exchange



SaaS
Software as a Service

PaaS
Platform as a Service

IaaS
Infrastructure as a Service

Caratteristiche comuni

SaaS

- ▶ Remotely hosted: dati e servizi sono su un'infrastruttura remota

PaaS

- ▶ Ubiquitous: dati e servizi disponibili ovunque
- ▶ Commodified: modello di fornitura simile a quello delle utility – elettricità, gas

IaaS

Altri Vantaggi

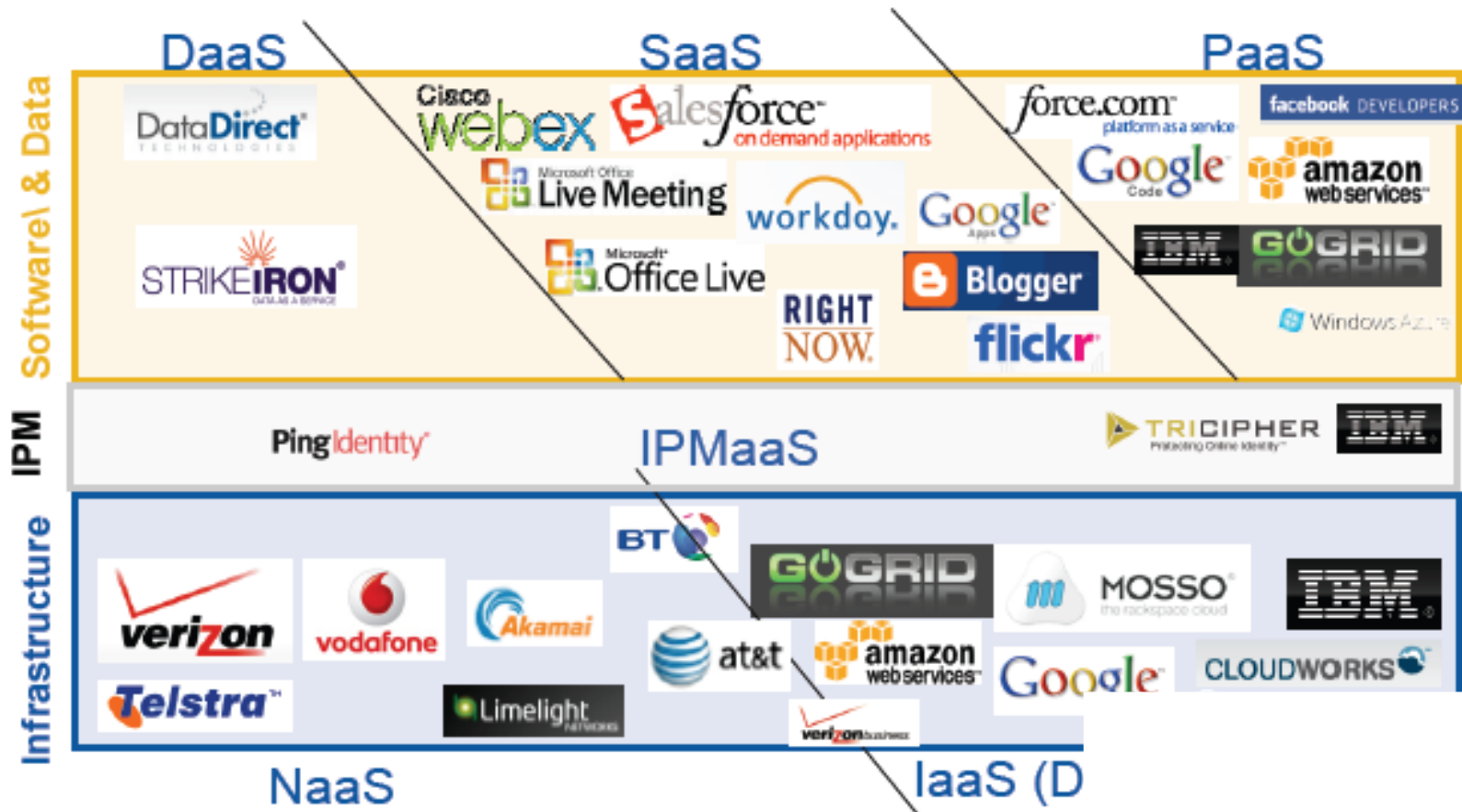
SaaS

PaaS

IaaS

- ▶ Bassi costi di mantenimento (ownership)
- ▶ Gestione carichi imprevisti
- ▶ Application rollout veloce

Il panorama



Il panorama

- ▶ <http://www.ashwinirath.com/cloud/>



Programmare la cloud

- ▶ I programmatori vedono la cloud come un insieme di servizi “semi-lavorati” su cui sviluppare applicazioni e processi
- ▶ Engine applicativa può essere fuori o dentro i confini della cloud
- ▶ Il cloud provider mette a disposizione API per vari linguaggi e ambienti di programmazione

Esempio: Google App Engine

- ▶ App Engine gestisce richieste HTTP(S) e nient'altro
 - ▶ Stile RPC: request in, processing, response out
- ▶ Configurazione applicativa: praticamente zero
- ▶ Scalabilità elevata
 - ▶ Niente limiti prefissati al numero applicazioni, richieste/sec, spazio su disco
 - ▶ API semplici

La cloud come supercomputer

- ▶ Task con
 - ▶ Periodicità fissa (inutile tenere risorse bloccate)
 - ▶ Grandi quantità di dati
 - ▶ Necessità di immunità dai guasti

- ▶ Esempi
 - ▶ DNA sequencing
 - ▶ Analisi delle revisioni/editing su Wikipedia
 - ▶ Analisi di pagine Web mediante crawler (Google)
 - ▶ Analisi d'immagini

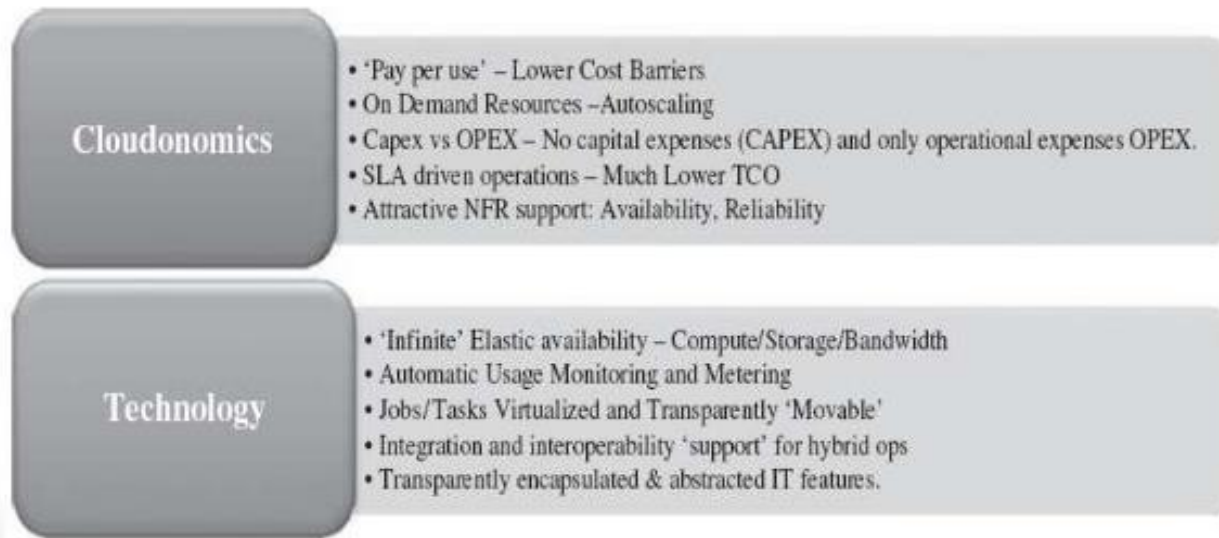
Migrazione verso la cloud

Domande chiave

- ▶ Quando e come migrare un'applicazione verso la cloud?
- ▶ Quale porzione o componente di una applicazione IT si può/deve migrare nella cloud e quale no?
- ▶ Quale tipo di clienti beneficeranno dalla migrazione dell'IT verso la cloud?

La promessa del cloud computing

- ▶ Ridotta complessità dei sistemi e loro gestione
- ▶ Semplicità e uniformità delle astrazioni cloud
- ▶ **Cloudonomics:** risparmi e aspetti economici introdotti dalla cloud e trade-off associate
 - ▶ Ad es., seasonal IT load



La promessa del cloud computing

- ▶ Full network reliability
- ▶ Zero network latency
- ▶ Infinite bandwidth
- ▶ Secure network
- ▶ No topology change
- ▶ Centralized administration
- ▶ Zero transport cost
- ▶ Homogeneous network and system

Sfide aperte

- ▶ Security
- ▶ Performance monitoring
- ▶ Consistent and robust service abstraction
- ▶ Meta scheduling
- ▶ Energy-efficient load balancing
- ▶ Scale management
- ▶ SLA & QoS architectures
- ▶ Interoperability and portability
- ▶ Green IT

Migrazione e cloudonomics

- ▶ Migrazione verso la cloud sempre più vantaggiosa
- ▶ Cloudonomics
 - ▶ Economic rationale per l'utilizzo di tecnologie cloud
 - ▶ Importante per incrementare il ROI delle aziende
- ▶ Dilemma per IT manager, SW architect, decision-maker
 - ▶ A quali costi IT migro verso la cloud?
 - ▶ La cloud soddisfa le strategie aziendali?
 - ▶ Qual è il Total Cost of Ownership rispetto a soluzioni di datacenter private?

Migrazione

- ▶ 5 livelli di migrazione
 - ▶ Application
 - ▶ Code
 - ▶ Design
 - ▶ Architecture
 - ▶ Usage
- ▶ Livelli di migrazione si applicano ai diversi livelli IaaS, PaaS, SaaS
 - ▶ Diversi use case per IaaS e PaaS
 - ▶ Uno solo per SaaS (utilizzo di applicazione in cloud)
- ▶ $P \rightarrow P'_C + P'_I \rightarrow P'_{OFC} + P'_I$
 - ▶ P = applicazione
 - ▶ P'_C = applicazione dopo migrazione verso (hybrid cloud)
 - ▶ P'_I = parte dell'applicazione eseguita in locale
 - ▶ P'_{OFC} = parte dell'applicazione ottimizzata per la cloud

Migrazione: 7-step model

- ▶ Approccio strutturato e orientato al processo di migrazione
 - ▶ Cloud Migration Assessment
 - ▶ Isolate the dependencies
 - ▶ Map the messaging & the environment
 - ▶ Re-architect and implement the lost functionalities
 - ▶ Leverage cloud functionalities & features
 - ▶ Test the migration
 - ▶ Iterate and optimize

Migrazione: 7-step model

- ▶ Step 1: Cloud Migration Assessment
 - ▶ Valutazione delle problematiche ai 5 livelli di migrazione
 - ▶ Considera tool da usare, test case, funzionalità, configurazione, NFR delle aziende
 - ▶ Analizzare prototipi e proof-of-concept delle tecnologie da valutare
 - ▶ Produce una strategia di migrazione

Migrazione: 7-step model

- ▶ Step 2: Isolate the dependencies
 - ▶ Isolare le dipendenze sistemistiche e ambientali dei componenti applicativi nel datacenter locale
 - ▶ Modellare il livello di complessità della migrazione
- ▶ Step 3: Map the messaging and the environment
 - ▶ Mappare cosa deve rimanere locale e cosa deve essere migrato
- ▶ Step 4: Re-architect and implement the lost functionalities
 - ▶ Identificare cosa deve essere riprogettato e re-implementato
 - ▶ In alcuni casi alcune funzionalità possono essere perse

Migrazione: 7-step model

- ▶ Step 5: Leverage cloud functionalities & features
 - ▶ Usare funzionalità cloud per implementare il servizio e se possibile migliorarlo
- ▶ Step 6: Test the migration
 - ▶ Testare il corretto funzionamento del servizio sulla cloud
 - ▶ Identificare i rischi della migrazione
- ▶ Step 7: Iterate and optimize
 - ▶ Se il test da risultati contrastanti iteriamo ottimizzare la migrazione dell'applicazione sulla cloud
 - ▶ Gestire i rischi della migrazione identificati al passo 6

Migrazione: 7-step model (Summary)

Assess

- Cloudeconomics
- Migration Costs
- Recurring Costs
- Database data segmentation
- Database Migration
- Functionality migration
- NFR Support

Isolate

- Runtime Environment
- Licensing
- Libraries
- Applications Dependency
- Latencies
- Performance bottlenecks
- Architectural Dependencies

Map

- Messages mapping: marshalling & de-marshalling
- Mapping Environments
- Mapping libraries & runtime approximations

Re-Architect

- Approximate lost functionality using cloud runtime support API
- New Usecases
- Analysis
- Design

Augment

- Exploit additional cloud features
- Seek Low-cost augmentations
- Autoscaling
- Storage
- Bandwidth
- Security

Test

- Augment Test Cases and Test Automation
- Run Proof-of-Concepts
- Test Migration strategy
- Test new testcases due to cloud augmentation
- Test for Production Loads

Optimize

- Optimize—rework and iterate
- Significantly satisfy cloudeconomics of migration
- Optimize compliance with standards and governance
- Deliver best migration ROI
- Develop roadmap for leveraging new cloud features

Cloud Economics 101

- ▶ La cloud si ripaga così
 - ▶ Economie di scala sulle risorse fisiche
 - ▶ Virtualizzazione = maggior utilizzo delle risorse fisiche = minori costi
 - ▶ Automazione degli update
 - ▶ Roll-out applicativo più veloce=occasioni di revenue

SaaS

PaaS

IaaS

Cloudonomics

- ▶ Dipende dal taglio dei costi in termini di
 - ▶ IT capital expense (CapEx): i costi per la fornitura di un servizio (ad es., acquisto stampante)
 - ▶ IT operational expense (OpEx): i costi per permettere il funzionamento del servizio (ad es., toner, carta, elettricità)
 - ▶ Con la cloud si tende a spostare i CapEx verso gli OpEx, riducendo i rischi e spostandoli verso il cloud provider
- ▶ Benefici a breve e lungo termine
 - ▶ Offload stagionale e altamente variabile (migrazione opportunistica)
 - ▶ Offload totale (migrazione definitiva verso la cloud)
- ▶ Migrazione vantaggiosa se costi medi inferiori nella cloud e costi di migrazione non impattano i guadagni

Cloudeconomics

- ▶ Altri fattori della cloudeconomics
 - ▶ Licenze
 - ▶ SLA compliance
 - ▶ Costi per i servizi cloud
 - ▶ Elastic storage
 - ▶ Elastic compute
 - ▶ Elastic bandwidth

The Law of Clouconomics

- ▶ Joe Wienman di AT&T Global Services definisce le 10 leggi della Clouconomics
 1. Utility services cost less even though they cost more
 2. On-demand trumps forecasting
 3. The peak of the sum is never greater than the sum of the peaks
 4. Aggregate demand is smoother than individual
 5. Average unit costs are reduced by distributing fixed costs over more units of output
 6. Superiority in numbers is the most important factor in the result of a combat (Clausewitz)
 7. Space-time is a continuum (Einstein/Minkowski)
 8. Dispersion is the inverse square of latency
 9. Don't put all your eggs in one basket
 10. An object at rest tends to stay at rest (Newton)

The Law of Clouconomics

- ▶ Law 1: Utility services cost less even though they cost more
 - ▶ Il costo per unità di tempo è maggiore
 - ▶ Accesso on demand alle utility riduce il costo totale
- ▶ Law 2: On-demand trumps forecasting
 - ▶ Capacità di allocazione e de-allocazione quasi istantanea
 - ▶ Previsioni spesso sbagliate, capacità di reagire prontamente permette grande guadagno
- ▶ Law 3: The peak of the sum is never greater than the sum of the peaks
 - ▶ Aziende installano risorse per gestire i picchi
 - ▶ La quantità di risorse è la somma dei picchi
 - ▶ La cloud installa meno risorse (riallocazione delle risorse)

The Law of Clouconomics

- ▶ Law 4: Aggregate demand is smoother than individual
 - ▶ L'aggregazione di richieste da diversi clienti tende a ridurre le variazioni
 - ▶ Cloud ottiene miglior efficienza
- ▶ Law 5: Average unit costs are reduced by distributing fixed costs over more units of output
 - ▶ Costi fissi sono maggiormente distribuiti
 - ▶ Diminuisce costo per unità in diversi ambiti: storage, bandwidth...
- ▶ Law 6: Superiority in numbers is the most important factor in the result of a combat (Clausewitz)
 - ▶ Strategia militare classica
 - ▶ Superiorità numerica permette di vincere le battaglie
 - ▶ Attacco DoS più difficile nella cloud

The Law of Clouconomics

- ▶ Law 7: Space-time is a continuum (Einstein/Minkowski)
 - ▶ Vantaggio dato da decision-making più rapido e capace di reagire a variazioni dell'ambiente
 - ▶ Cloud scalability permette decision-making più rapido
- ▶ Law 8: Dispersion is the inverse square of latency
 - ▶ Ridurre la latenza è fondamentale per molte applicazioni
 - ▶ Ridurre la latenza di metà richiede 4 volte i nodi computazionali
 - ▶ Più semplice in cloud
- ▶ Law 9: Don't put all your eggs in one basket
 - ▶ Maggiore affidabilità
 - ▶ Replica su datacenter distribuiti
- ▶ Law 10: An object at rest tends to stay at rest (Newton)
 - ▶ I datacenter aziendali sono installati nelle sedi dell'azienda
 - ▶ Nella cloud sono installati dove è più vantaggioso
 - ▶ Ad es., vicino a una network backbone con accesso a basso costo all'energia, impianti di raffreddamento...

Costi del Cloud Computing

- ▶ Cloud supporta scalability ed elasticity
 - ▶ Risultato: si paga solo quello che si consuma
- ▶ Ma quanto ci costa realmente la cloud?
 - ▶ Quanto costa in X anni quando c'è una crescita più o meno costante del suo utilizzo?
 - ▶ Se prevedo di crescere Y% all'anno, quanto mi costa se cresco Z% all'anno
 - ▶ Se lancerò un nuovo prodotto, con picchi di traffico, quanto mi costa?
- ▶ Necessità di prevedere l'andamento dei costi (modelli di costi)
 - ▶ Modellazione di server, storage, database, data transfer, costi di supporto, elasticity e pattern di crescita

Costi del Cloud Computing: Pattern di Crescita

- ▶ Influenzano i costi della cloud
- ▶ Tre tipologie
 - ▶ Constant Growth
 - ▶ Seasonal Growth
 - ▶ Lifecycle Growth
- ▶ Pattern non mutualmente esclusivi, possono capitare contemporaneamente

Costi del Cloud Computing: Pattern di Crescita

- ▶ Constant Growth
 - ▶ Numero di utenti crescono mese per mese
 - ▶ Il numero di server cresce proporzionalmente per gestire le richieste
 - ▶ Caso particolare: numero di utenti fisso, crescita costante nell'utilizzo si storage
- ▶ Seasonal Growth
 - ▶ Crescite e contrazioni previste durante l'anno
 - ▶ Ad esempio, applicazioni web che forniscono servizi specifici che soffisfano una clientela stagionale (biglietti di Natale)
- ▶ Lifecycle Growth
 - ▶ Aziende che osservano crescite temporanee durante il lancio di nuovi prodotti e attività commerciali
 - ▶ Picchi più alti durano poche settimane/mesi e poi si stabilizzano a numeri più bassi

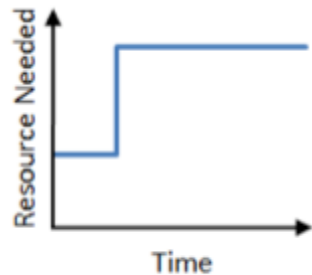
Pattern di Crescita: Permanenti vs Temporanei

▶ Permanent Pattern

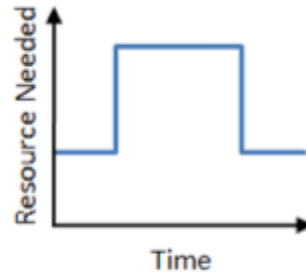
- ▶ Il pattern persiste: quando applicato cambia il numero di risorse da usare
- ▶ Ad esempio, storage unit che inizialmente usa 100GB al mese e successivamente viene incrementato di 5GB ogni mese

▶ Temporary Patterns

- ▶ Il pattern ha una durata temporale: alla fine della finestra temporale l'utilizzo della risorsa ritorna al numero originale
- ▶ Ad esempio, 20 web server utilizzati per supportare i client ogni mese, raddoppiano nel mese dei saldi



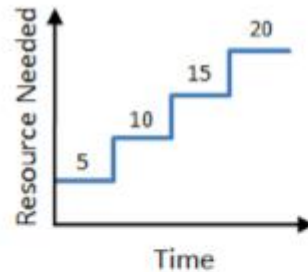
Permanent Pattern



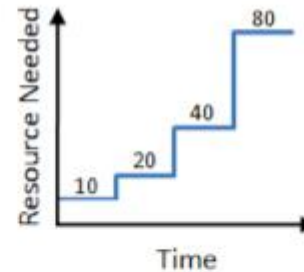
Temporary Pattern

Pattern di Crescita: Operatori

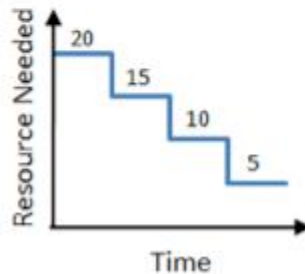
- ▶ Diversi pattern di crescita
 - ▶ Add (+), Subtract (-), Increase by (%), Decrease by (%), e Set to (=)



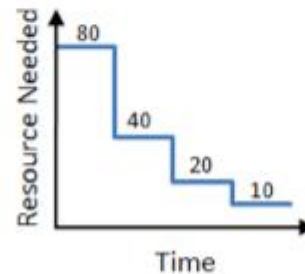
Operation: +5



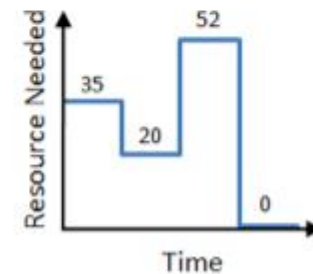
Operation: +100%



Operation: -5



Operation: -50%



Operations: =35, =20, =52, =0

PlanforCloud: Forecasting the Cost of Your Growth

- ▶ Guest login
 - ▶ https://planforcloud.rightscale.com/deployments?ga=guest_login
- ▶ 5 fasi
 - ▶ Modellazione delle risorse cloud richieste
 - ▶ Generare un report dei costi
 - ▶ Creare un nuovo pattern
 - ▶ Applicare il nuovo pattern
 - ▶ Generare un nuovo report dei costi

PlanforCloud: Forecasting the Cost of Your Growth

- ▶ Modellazione delle risorse cloud richieste
 - ▶ Definibili da zero o importabili da deployment AWS e Rightscale

The screenshot shows the PlanforCloud dashboard. At the top, there is a navigation bar with the PlanforCloud logo (from RIGHTSCALE) and menu items: Dashboard, Deployments, Growth Patterns, Other Costs, and Account. Below the navigation bar is a promotional banner for RIGHTSCALE with a link to a free demo. The main content area is titled 'Dashboard' and includes a 'Show Help' button. A 'Welcome to PlanforCloud' section contains a list of instructions: creating an example deployment, creating a new deployment from scratch or importing from cloud accounts, and reading a getting started guide. To the right of this section is a 'NEW: Import your deployments from AWS and RightScale' notification with an 'Import Deployments' button. Below the welcome section is a table with columns for Deployment, 3-Year Cost (USD), and Actions. The table contains one row for a '3-tier web app' deployment with a cost of 40,454.91 USD. Below the table is a 'Change me' input field and a 'Create New Deployment' button.

PlanforCloud from RIGHTSCALE

Dashboard Deployments Growth Patterns Other Costs Account

RIGHTSCALE Need to design High Availability and Disaster Recovery cloud deployments? Let the experts help. [Get a free demo of RightScale](#)

Dashboard

Show Help

Welcome to PlanforCloud

- We have created an [example deployment](#) and cost report for you.
- You can create a new deployment from scratch or import from your cloud accounts.
- Read our [getting started guide](#), which walks you through creating deployments and cost reports.

NEW: Import your deployments from AWS and RightScale

Import Deployments

	Deployment	3-Year Cost (USD)	Actions
Open	3-tier web app This is an example deployment, check it out	40,454.91	See Cost Report Clone Delete

Change me

Create New Deployment

PlanforCloud: Forecasting the Cost of Your Growth

- ▶ Modellazione delle risorse cloud richieste
 - ▶ Aggiunta risorse

Deployment - 3-tier web app This is an example deployment, check it out

[Show Help](#)

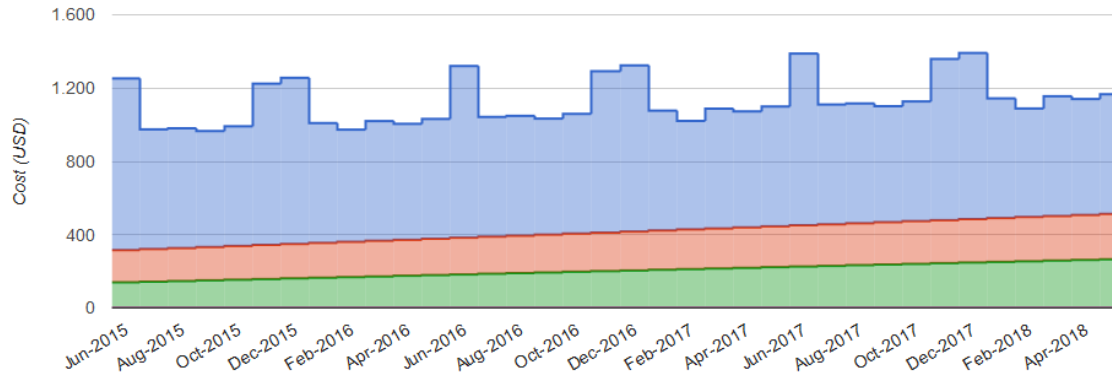
Servers **Storage** Databases Data Transfer Support Plans Other Costs

[Add Server](#)[See 3-Year Cost Report](#)

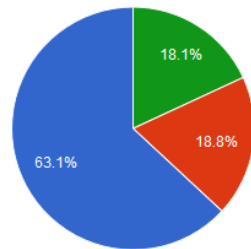
Name	Cloud	Server Type	Usage	Quantity	
Base web server	 Rackspace USA	1GB server Linux - On-Demand	24hours/day	1 0 Patterns	 
DR server	 AWS US-West (Northern California)	m1.small Linux - Reserved 1-Year Light-Utilization	24hours/day	1 0 Patterns	 
Hosting www site	 Google US	n1-standard-1 Linux - On-Demand	24hours/day	1 1 Patterns	 
Load balancer - HAProxy	 Rackspace USA	1GB server Linux - On-Demand	24hours/day	1 0 Patterns	 
Peak web server	 Rackspace USA	512 server Linux - On-Demand	12hours/day	2 1 Patterns	 

PlanforCloud: Forecasting the Cost of Your Growth

► Generare un report dei costi



Total Cost Breakdown (USD)



Key

- **Server & DB Running:** The cost of 'instance hours' for servers and databases
- **Storage:** The cost of storage volumes and objects
- **Data Transfer:** The cost of data being transferred in and out of the deployment
- **Storage I/O:** The cost of read and write requests to storage
- **DB Transactions:** The cost of running transactions on the databases
- **Support:** The cost of provider support plans
- **Other costs:** Any additional costs that are included in the deployment

Yearly Deployment Costs (USD)

Year	Server & DB	Storage	Data Transfer	Storage I/O	DB Transactions	Support	Other Costs	Total
► Year 1	8,519.39	2,244.72	1,922.40	0.00	0.00	0.00	0.00	12,686.51
► Year 2	8,498.84	2,538.48	2,440.80	0.00	0.00	0.00	0.00	13,478.12
► Year 3	8,498.84	2,832.24	2,959.20	0.00	0.00	0.00	0.00	14,290.28
Totals	25,517.07	7,615.44	7,322.40	0.00	0.00	0.00	0.00	40,454.91

PlanforCloud: Forecasting the Cost of Your Growth

► Creare un nuovo pattern

Deployment - 3-tier web app This is an example deployment, check it out

Show Help

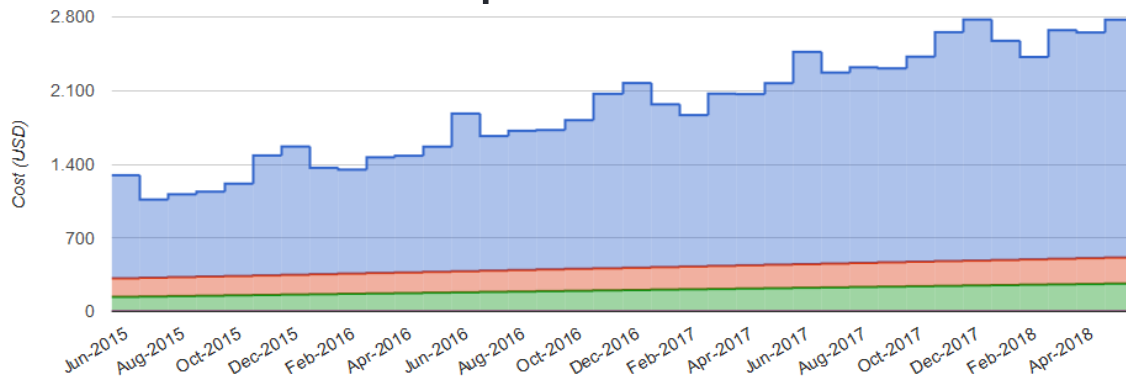
Servers Storage Databases Data Transfer Support Plans Other Costs

Add Server See 3-Year Cost Report

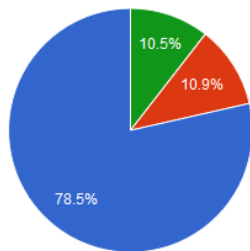
Name	Cloud	Server Type	Usage	Quantity	
Base web server	Rackspace USA	1GB server Linux - On-Demand	24hours/day	1	0 Patterns
Growth patterns enable you to forecast costs more accurately, read the tutorial to find out more. You can also create your own growth patterns.		Double click to attach pattern Add 10 every month + Decrease by 10% every month + Double every month + Increase by 10% every month + Increase by 25% every month + Increase by 400% during Jun-Aug + Increase by 400% during Nov-Dec +	1 patterns selected Add 1 every month -	Remove all	
DR server	AWS US-West (Northern California)	m1.small Linux - Reserved 1-Year Light-Utilization	24hours/day	1	0 Patterns
Hosting www site	Google US	n1-standard-1 Linux - On-Demand	24hours/day	1	1 Patterns
Load balancer - HAProxy	Rackspace USA	1GB server Linux - On-Demand	24hours/day	1	0 Patterns
Peak web server	Rackspace USA	512 server Linux - On-Demand	12hours/day	2	1 Patterns

PlanforCloud: Forecasting the Cost of Your Growth

► Generare un nuovo report dei costi



Total Cost Breakdown (USD)



Key

- **Server & DB Running:** The cost of 'instance hours' for servers and databases
- **Storage:** The cost of storage volumes and objects
- **Data Transfer:** The cost of data being transferred in and out of the deployment
- **Storage I/O:** The cost of read and write requests to storage
- **DB Transactions:** The cost of running transactions on the databases
- **Support:** The cost of provider support plans
- **Other costs:** Any additional costs that are included in the deployment

Yearly Deployment Costs (USD)

Year	Server & DB	Storage	Data Transfer	Storage I/O	DB Transactions	Support	Other Costs	Total
► Year 1	11,943.71	2,244.72	1,922.40	0.00	0.00	0.00	0.00	16,110.83
► Year 2	18,217.40	2,538.48	2,440.80	0.00	0.00	0.00	0.00	23,196.68
► Year 3	24,524.60	2,832.24	2,959.20	0.00	0.00	0.00	0.00	30,316.04
Totals	54,685.71	7,615.44	7,322.40	0.00	0.00	0.00	0.00	69,623.55

Total Cost of Ownership (TCO)

- ▶ Stima dei costi di utilizzo di un prodotto per il suo ciclo di vita
- ▶ Importante per decidere se migrare o meno verso la cloud
- ▶ Alcuni provider forniscono confronti tra TCO nella cloud e in infrastrutture IT tradizionali
 - ▶ AWS <https://awstcccalculator.com/>

Service-Level Agreement (SLA)

- ▶ Stabiliscono accordi tra cloud provider e utenti
 - ▶ Uptime (availability) del servizio
 - ▶ Tempo di risposta o latenza
 - ▶ Affidabilità dei componenti
 - ▶ Responsabilità di ogni parte
 - ▶ Garanzie

Licenze

- ▶ Basato su EULA (End User License Agreement) per software tradizionale
- ▶ Stabilisce se il software è
 - ▶ Di proprietà dell'utente
 - ▶ Può essere installato su una o più macchine
 - ▶ Permette una o più connessioni
 - ▶ Deve seguire le regole del vendor
- ▶ Nella cloud
 - ▶ Licenza software associata all'account utente
 - ▶ Subscription o usage model
 - ▶ Modalità di licensing in continua evoluzione

Problemi

Cloud-Sourcing

- ▶ Un problema di procurement (acquisto da sorgenti esterne)
 - ▶ Accesso da qualsiasi luogo in qualsiasi momento usando il browser
 - ▶ Costo incrementale
 - ▶ Prestazioni e affidabilità (SLA)
 - ▶ Protezione dei dati
 - ▶ Interazione tra diversi cloud providers
 - ▶ Privacy, security, compliance, trust

Ostacoli al cloud computing

Subject Area	Captive	Cloud	Challenge
Accounting Management	Chargeback or Licensed	Usage	In private systems, costs associated with operations are fixed due to licenses and must be charged back to accounts based on some formula or usage model. For cloud computing, the pay-as-you-go usage model allows for costs to be applied to individual accounts directly.
Compliance	Policy-based	Proprietary	Compliance to laws and policies varies by geographical area. This requires that the cloud accommodate multiple compliance regimes.
Data Privacy	Bounded	Shared with cloud	To ensure data privacy in the cloud, additional security methods such as private encryption, VLANs, firewalls, and local storage of sensitive data is necessary.
Monitoring	Variable but under control	Limited	For private systems, any monitoring system the organization wishes to deploy can be brought to bear. Cloud computing models often have limited monitoring because it is vendor-defined.
Network	Low	High	Network bottlenecks occur when large data sets must be transferred. This is the case for staging,

Ostacoli al cloud computing

Subject Area	Captive	Cloud	Challenge
Bottlenecks			replication, and other operations. On-premise operations use LANs that are better able to accommodate transfers than the WAN connections used in cloud computing.
Reputation	Individual	Shared	The reputation for cloud computing services for the quality of those services is shared by tenants. An outage of the cloud provider impacts individuals. Clouds often have higher reliability than private systems.
Security	Restricted	Federated	The different trust mechanisms require that applications be structured differently and that operations be modified to account for these differences.
Service Level Agreements (SLAs)	Customized	Cloud specific	Cloud SLAs are standardized in order to appeal to the majority of its audience. Custom SLAs that allow for multiple data sources are difficult to obtain or enforce. Cloud SLAs do not generally offer industry standard chargeback rates, and negotiations with large cloud providers can be difficult for small users. Business risks that aren't covered by a cloud SLA must be taken into

Ostacoli al cloud computing

Subject Area	Captive	Cloud	Challenge
Software Stack	Customized	Commoditized	The cloud enforces standardization and lowers the ability of a system to be customized for need.
Storage	Scalable and high performance	Scalable but low performance	Enterprise class storage is under the control of an on-premise system and can support high speed queries. In cloud computing large data stores are possible but they have low bandwidth connection. High speed local storage in the cloud tends to be expensive.
Vendor Lock-in	Varies by company	Varies by platform	Vendor lock-in is a function of the particular enterprise and application in an on-premises deployment. For cloud providers, vendor lock-in increases going from the IaaS to SaaS to PaaS model. Vendor lock-in for a cloud computing solution in a PaaS model is very high.

Problematiche cognitive

- ▶ Influenzano il comportamento delle persone
 - ▶ Persone sono avverse a rischi e perdite
 - ▶ Persone preferiscono un flat-rate (sanno quanto spendono)
 - ▶ Persone vogliono rimanere anonimi e controllare il loro ambiente
 - ▶ Persone sono spaventate dai cambiamenti
 - ▶ Persone sopravvalutano quello che hanno e sottovalutano quello che hanno gli altri
 - ▶ Persone supportano lo status quo e investono di conseguenza
 - ▶ Persone preferiscono possedere cose che possono mostrare (un grande dipartimento IT)
 - ▶ Persone sono rallentate da necessità di prendere decisioni
 - ▶ Persone sono attratte da gratifiche immediate
 - ▶ Persone preferiscono cose gratis di cose costose e con maggior guadagno

Problemi

- ▶ Elevata dipendenza dagli “altri”
 - ▶ Grandi provider come Google e IBM, potenziali monopolisti
- ▶ Customizzazione ridotta di servizi e/o applicazioni
- ▶ Non tutte le funzionalità delle soluzioni on premise disponibili
- ▶ Cloud computing è un sistema stateless (like HTTP)
 - ▶ Necessità di service broker, transaction manager, middleware
 - ▶ Ridotte performance

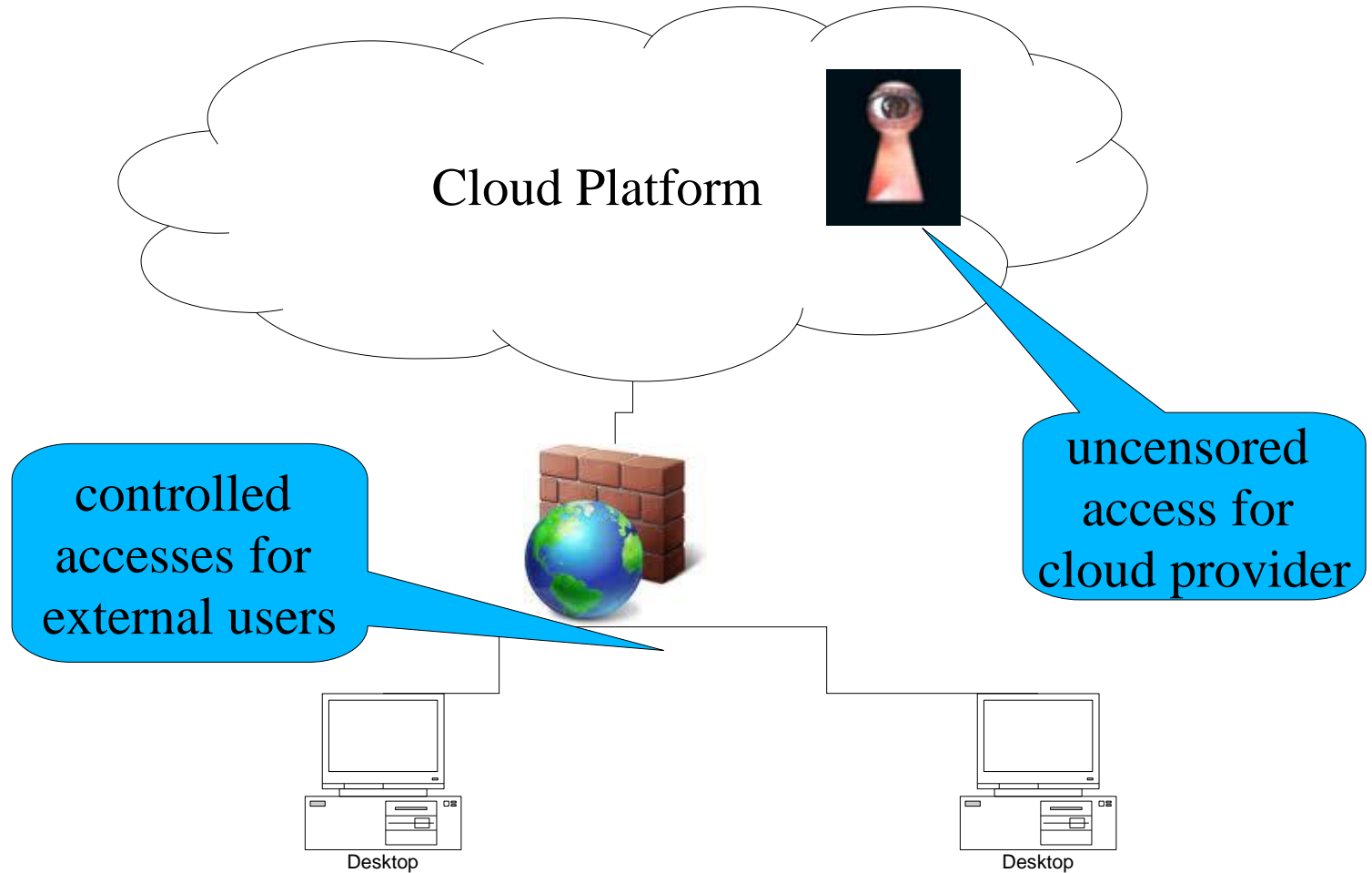
Problemi

- ▶ Sicurezza, privacy e trust
 - ▶ Senza connessione Internet NON funziona
 - ▶ Affidabilità (cosa succede se il server diventa inaccessibile?)
 - ▶ Non adatto se c'è grande trasferimento di dati da e per la cloud
 - ▶ I dati trasferiti sulla cloud possono essere accessibili ad altri
 - ▶ Chi si fida del cloud provider?
 - ▶ Dati non più sotto il controllo del proprietario
 - ▶ Rischi elevati
 - ▶ Applicazioni non sono sotto il controllo del proprietario
- ▶ Monitoring delle performance
- ▶ Interoperabilità e portabilità

Problemi

- ▶ Posizionamento geografico dei dati
 - ▶ Diverse leggi per il trattamento dei dati possono applicare agli stessi servizi in paesi differenti
- ▶ Attacchi denial-of-service e cyber-crime
- ▶ Attività forense cambiano radicalmente
- ▶ Audit e compliance
- ▶ Data in transit e data at rest
 - ▶ Si applicano diverse regole per il loro trattamento

Il problema della trust



Minacce

- ▶ Minacce all'infrastruttura fisica
 - ▶ Azienda fisica, hardware, e rete a supporto della virtualizzazione potrebbero non rispettare gli standard, essere disegnate malignamente per sovvertire la sicurezza o essere compromesse da una terza parte
- ▶ Minacce all'infrastruttura software
 - ▶ L'infrastruttura software, incluso il supporto alla virtualizzazione, il Sistema operativo e altri servizi come servizi di database e per la migrazione possono essere compromessi da una terza parte
- ▶ Minacce all'infrastruttura dall'uomo
 - ▶ I dipendenti selezionati per amministrare l'infrastruttura potrebbero non essere stati assunti con un processo che ne assicura competenze e affidabilità
- ▶ Minacce da “threats via jurisdictional exposure”
 - ▶ In alcune nazioni, il rispetto della legge potrebbe richiedere di interrompere le attività di un cloud provider per colpire uno o più tenant che hanno compiuto azioni illegali

Cloud Cube Model

Cloud Security: Cloud Cube Model

- ▶ Jericho Forum definisce le linee guida per collaborare in maniera sicura nella cloud
- ▶ Considera diversi tipi di cloud (cloud formation) con diverse caratteristiche
 - ▶ Flessibilità
 - ▶ Opportunità di collaborazione
 - ▶ Rischi
- ▶ Obiettivo: supportare collaborazione sicura in cloud con la cloud formation appropriata al modello e bisogni di business

Cloud Security: Cloud Cube Model

- ▶ Cloud provider considerano da sempre la sicurezza come un requisito di fondamentale importanza
- ▶ A volte cloud provider valutano la sicurezza della cloud come superiore a quella on premise
 - ▶ Anche se fosse vero è difficile per il cliente identificare il deployment adatto che rende la sua infrastruttura e la collaborazione con diverse parti sicura e in grado di adattarsi a modifiche del business
 - ▶ Compliance verso la legge è un altro aspetto di fondamentale importanza su cui la cloud ha impatto notevole (ad es., uso e locazione dei dati)

Cloud Cube Model: Recommendation

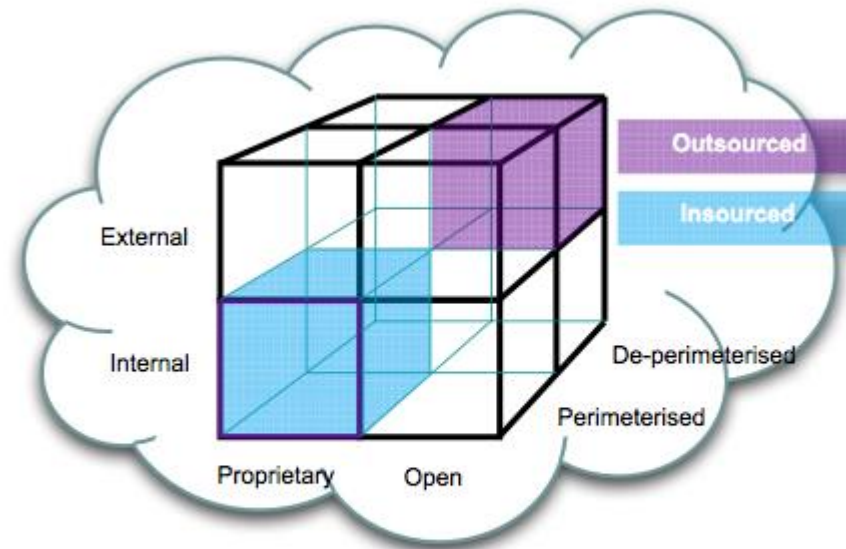
- ▶ Classificazione dei dati per identificare quali regole di protezione si applicano
 - ▶ Its sensitivity - must it only exist at specific trust levels? If so, which?
 - ▶ What regulatory/compliance restrictions apply – e.g. Must it stay within your national boundary? Does it have to stay in Safe Harbours?
- ▶ Bisogno di standard per supportare
 - ▶ A data classification model that is sufficiently easy for all originators of data to use – for example the G8 Traffic Light Protocol
 - ▶ An associated standard for managing trust levels
 - ▶ Standardized metadata that signals to “cloud security” what security needs be applied to each item of data

Cloud Cube Model: Recommendation

- ▶ Dopo aver capito il tipo di sicurezza di cui c'è bisogno
 - ▶ What data and processes to move to the Clouds?
 - ▶ At what level you want to operate in the Clouds? Cloud models separate layers of business service from each other, for example, Infrastructure / Platform / Software / Process
 - ▶ Which Cloud Formations are best suited to your needs?

Cloud Cube Model: Recommendation

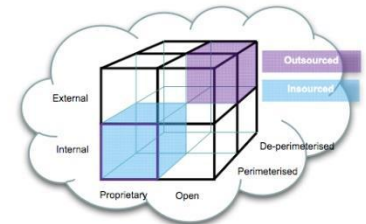
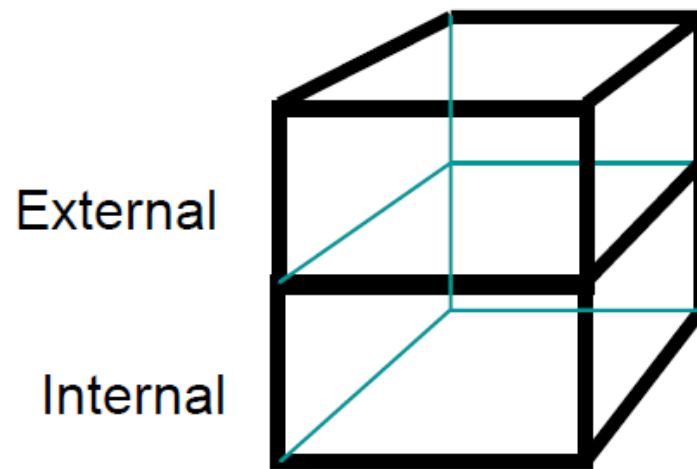
- ▶ Quattro criteri per differenziare cloud formation e la loro fornitura



The Cloud Cube Model

Cloud Cube Model: Internal vs External

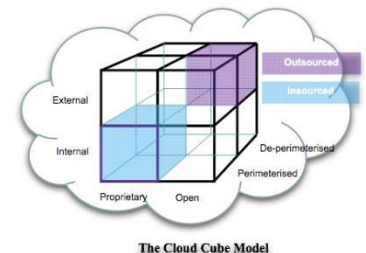
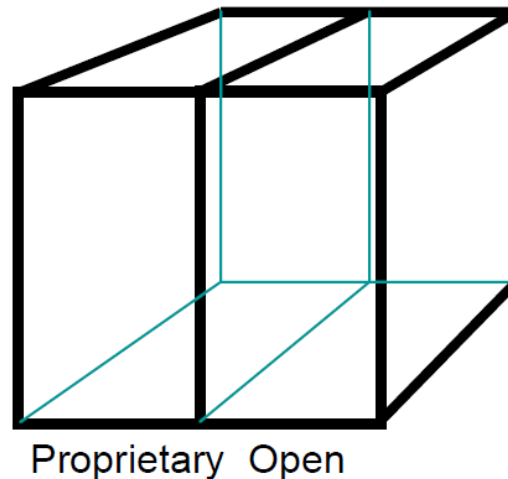
- ▶ Internal vs External: Definisce la locazione fisica dei dati
 - ▶ Se all'interno dei limiti fisici è interna
 - ▶ Hard disk virtuale nel datacenter dell'azienda
 - ▶ Altrimenti è esterna
 - ▶ Amazon SC3



The Cloud Cube Model

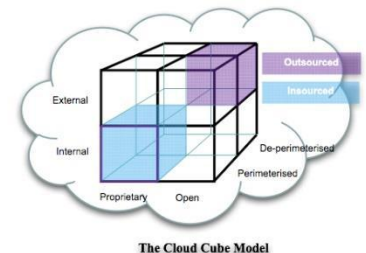
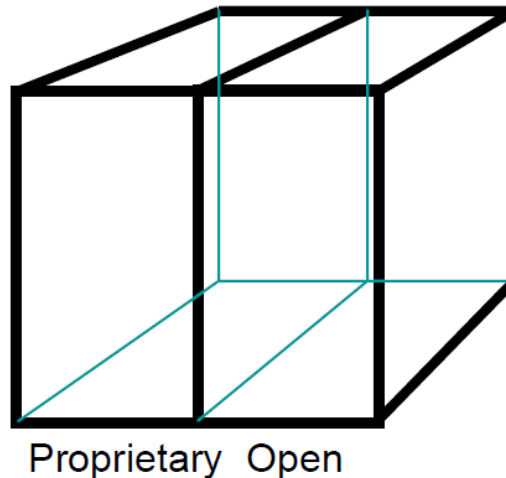
Cloud Cube Model: Open vs Proprietary

- ▶ Definisce chi è proprietario delle tecnologie cloud, servizi, interfacce
- ▶ Grado di interoperabilità, supporta trasferimento tra sistema privato e cloud, abilità di trasferire dati tra diverse cloud o di rimuovere dati dalla cloud



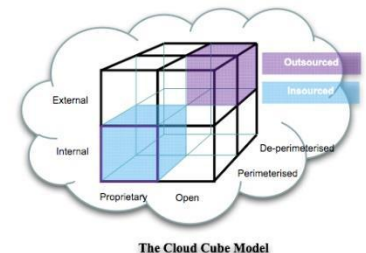
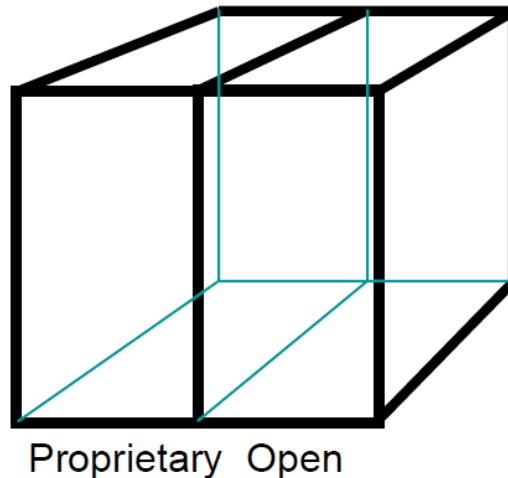
Cloud Cube Model: Open vs Proprietary

- ▶ Proprietary: l'organizzazione che fornisce il servizio mantiene la proprietà dei meccanismi di provisioning
 - ▶ Movimento da cloud proprietaria ad altre cloud complicato
 - ▶ Possibile applicare restrizione sulla distribuzione di contenuto e tecnologie



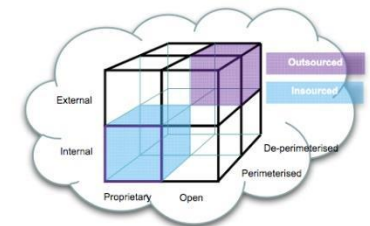
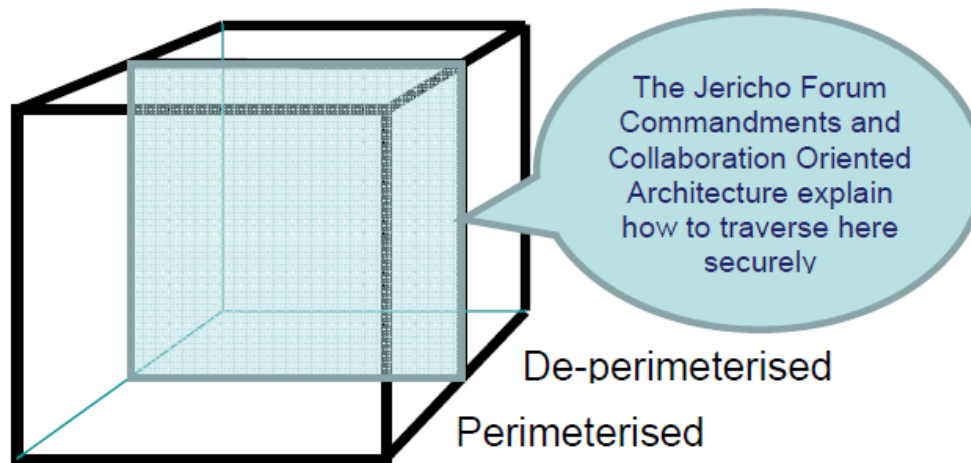
Cloud Cube Model: Open vs Proprietary

- ▶ Open: tecnologie open da più provider
 - ▶ Meno restrizioni su condivisione di dati e collaborazioni con parti esterne
 - ▶ Servizi che hanno diffusione più ampia



Cloud Cube Model: Perimetrized vs De-Perimetrized Architecture

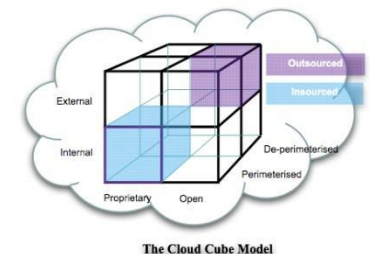
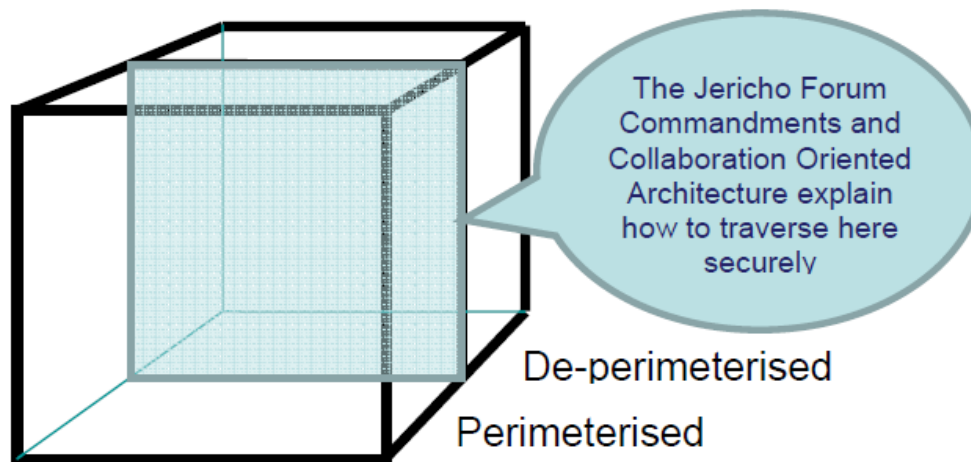
- ▶ Considera il perimetro dell'architettura
 - ▶ Interno al tradizionale perimetro IT o esterno?
 - ▶ De-perimeterisation si riferisce a fallimento graduale, riduzione, collasso del perimetro IT tradizionale basato su silos



The Cloud Cube Model

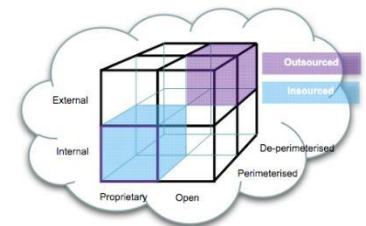
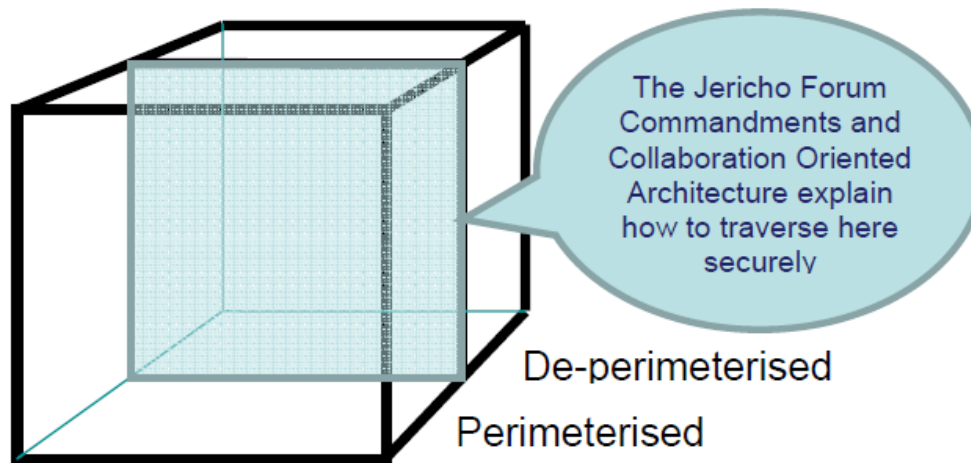
Cloud Cube Model: Perimetrized vs De-Perimetrized Architecture

- ▶ Perimetrized continua ad operare all'interno del perimetro IT (firewall)
 - ▶ Inibisce collaborazione
 - ▶ Si può estendere il perimetro a cloud esterne creando VPN e utilizzando server virtuali che vengono smantellati quando il lavoro è finito
 - ▶ Perimetro tradizionale e virtuale



Cloud Cube Model: Perimetrized vs De-Perimetrized Architecture

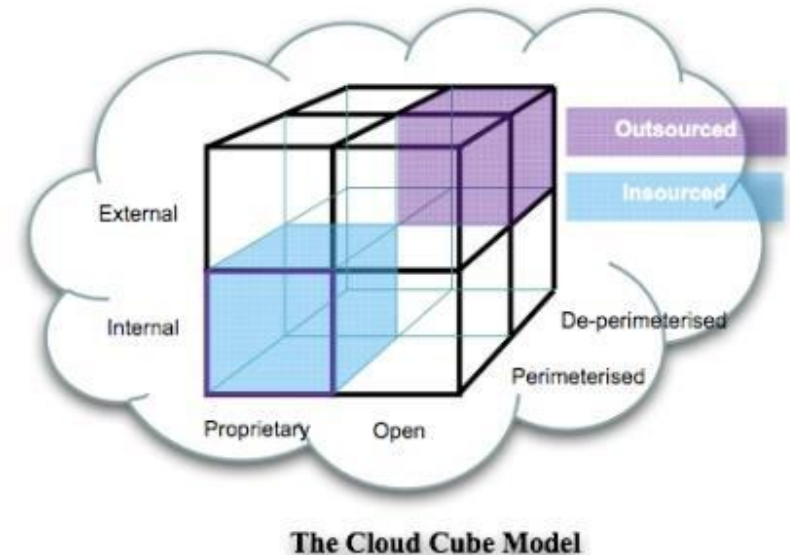
- ▶ De-Perimetrized opera all'esterno del perimetro IT
 - ▶ Favorisce collaborazione
 - ▶ Usa domini interni ed esterni
 - ▶ Dati e collaborazioni non sono viste come interne o esterne, ma limitate alle parti coinvolte nelle collaborazioni



The Cloud Cube Model

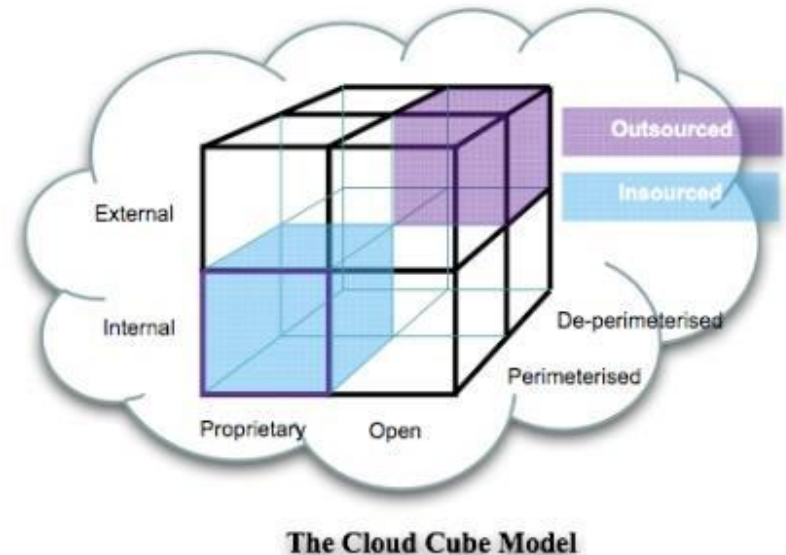
Cloud Cube Model

- ▶ Un utente cloud può operare a qualunque delle quattro cloud formation
 - ▶ Internal/open, internal/proprietary, external/open, external/proprietary
 - ▶ External/open/de-perimeterized è lo «sweet pot» quello con flessibilità e collaborazione ottima



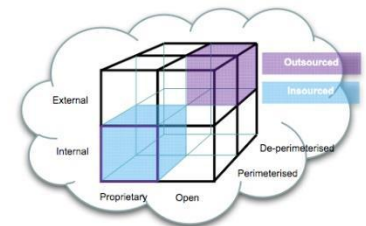
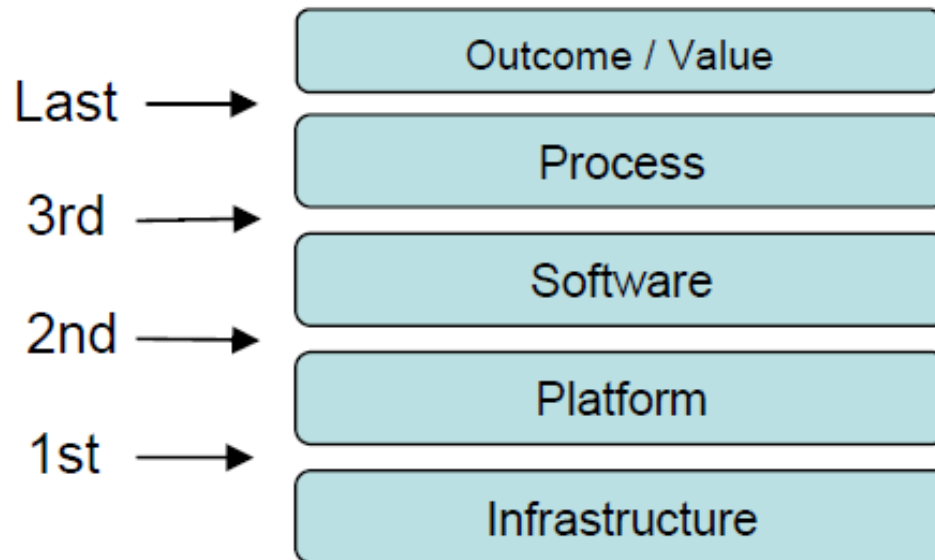
Cloud Cube Model

- ▶ Un utente cloud può operare a qualunque delle quattro cloud formation
- ▶ Un cloud provider proprietario mantiene la parte sinistra
 - ▶ Supporta continua evoluzione o limita migrazione
- ▶ Migrare da box in basso a sinistra a box in alto a destra è raro (non è nel core business del supplier) e richiede supporto completo dal cloud supplier



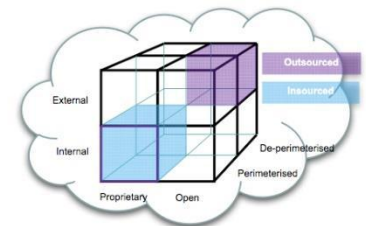
Cloud Cube Model

- ▶ De-Perimetrized dipende dal livello di astrazione



Cloud Cube Model: insourced vs outsourced

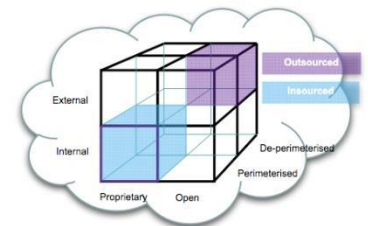
- ▶ Risponde alla domanda: chi vuoi che esegua la tua cloud
 - ▶ Outsourced (box viola): il servizio è fornito da una terza parte
 - ▶ Insourced (box azzurro): il servizio è fornito da staff interno all'organizzazione
- ▶ Descrive chi gestisce il delivery di un cloud service
 - ▶ Principalmente una policy che deve essere inserita nel contratto con la cloud
 - ▶ Problematiche di cancellazione dei dati dalla cloud



The Cloud Cube Model

Cloud Cube Model: Customer

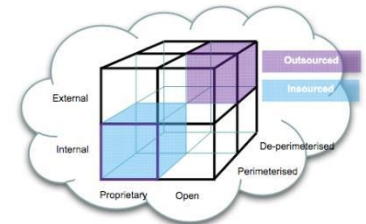
- ▶ Domande chiave che un customer deve fare al cloud provider
 - ▶ Dove opera il mio cloud provider nel cloud cube model per fornire i suoi servizi?
 - ▶ Come il cloud provider mi prova che quando uso i miei servizi sono nella cloud richiesta e che quest'ultima mantiene le funzionalità attese?
 - ▶ Come posso essere sicuro che i miei dati e servizi saranno disponibili sempre anche in eventi di bancarotta o cambi di business del provider?



The Cloud Cube Model

Cloud Cube Model: business manager

- ▶ Aspetti chiave per un business manager nella decisione di migrare
 - ▶ Come e perché migrare ad una cloud formation porta del valore aggiunto?
 - ▶ Identificare requisiti per il cloud computing e i risultati attesi per ottenere il valore aggiunto maggiore
 - ▶ Spostare dati, sensibili e non, nella cloud ha problematiche legali e di compliance
 - ▶ Bisogna identificare queste problematiche e valutarle in termini di rischi e benefici



The Cloud Cube Model

Conclusioni

- ▶ Storia dei sistemi distribuiti
- ▶ Cloud computing
 - ▶ Service model
 - ▶ Deployment model
- ▶ Cloudeconomics
- ▶ Vantaggi e svantaggi della cloud
- ▶ Cloud cube model

QUESITI?

vincenzocalabro.it

