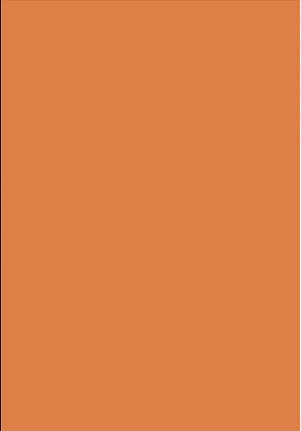


Tecnologías Grid

Cloud Computing

Curso de Doctorado 2008-2009
Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores
Universidad de Oviedo



Cloud computing

Definición, taxonomía y ejemplos

Definición, taxonomía y ejemplos

□ Muchas definiciones de cloud computing (I)

Wikipedia

Computación basada en Internet en la que se proporcionan como servicio recursos virtualizados escalables

ACM Computer Communication Review

Large pool of easily usable and accessible virtualized resources (such as hardware, development platforms and/or services). These resources can be dynamically reconfigured to adjust to a variable load (scale), allowing also for an optimum resource utilization. This pool of resources is typically exploited by a pay-per-use model in which guarantees are offered by the Infrastructure Provider by means of customized SLAs

Definición, taxonomía y ejemplos

□ Muchas definiciones de cloud computing (II)

Russ Daniels (HP)

Escalado horizontal, control de recursos en grado fino, autoservicio, coste variable según uso

ServePath

The use of a 3rd party service to perform computing needs on a publicly accessible IP basis. Cloud computing services are usually performed in consolidated Data Centers to keep costs low while improving overall utilization.

Definición, taxonomía y ejemplos

- Elementos habituales en todas las definiciones
 - ▣ Acceso a través de Internet (la "nube")
 - ▣ Virtualización
 - ▣ Escalabilidad
 - ▣ Coste por uso

- Conceptos relacionados
 - ▣ Grid
 - ▣ Utility Computing
 - ▣ Autonomic Computing

Definición, taxonomía y ejemplos

□ Los "aaS":

▣ SaaS (Software as a Service)

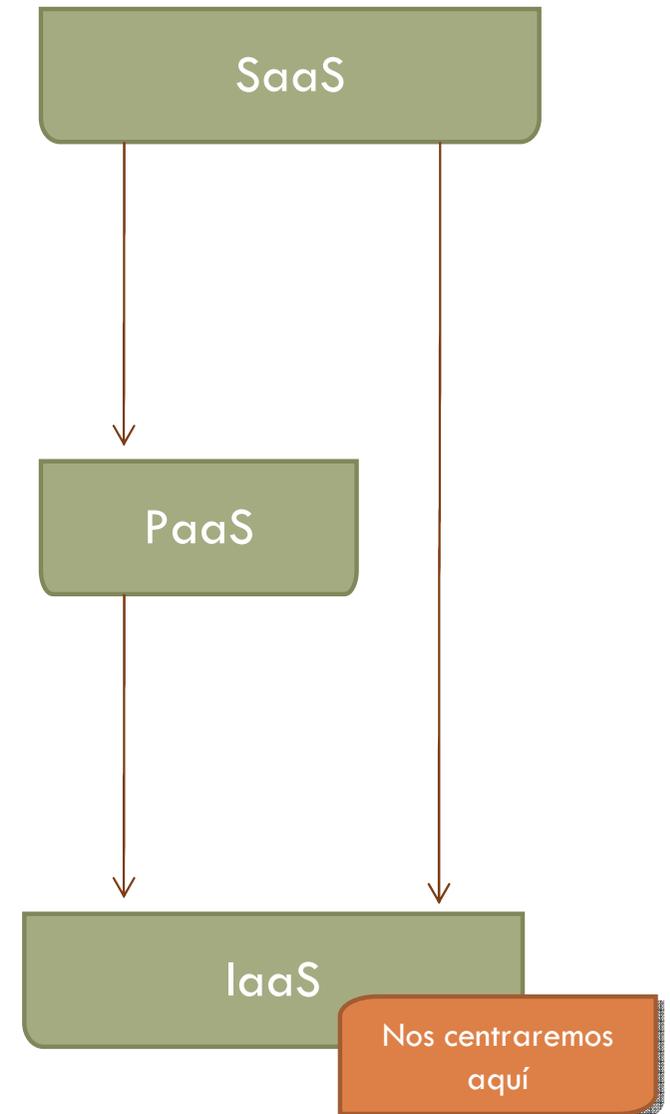
- Aplicaciones ya desarrolladas
- Ej.: Salesforce, Google Apps

▣ PaaS (Platform as a Service)

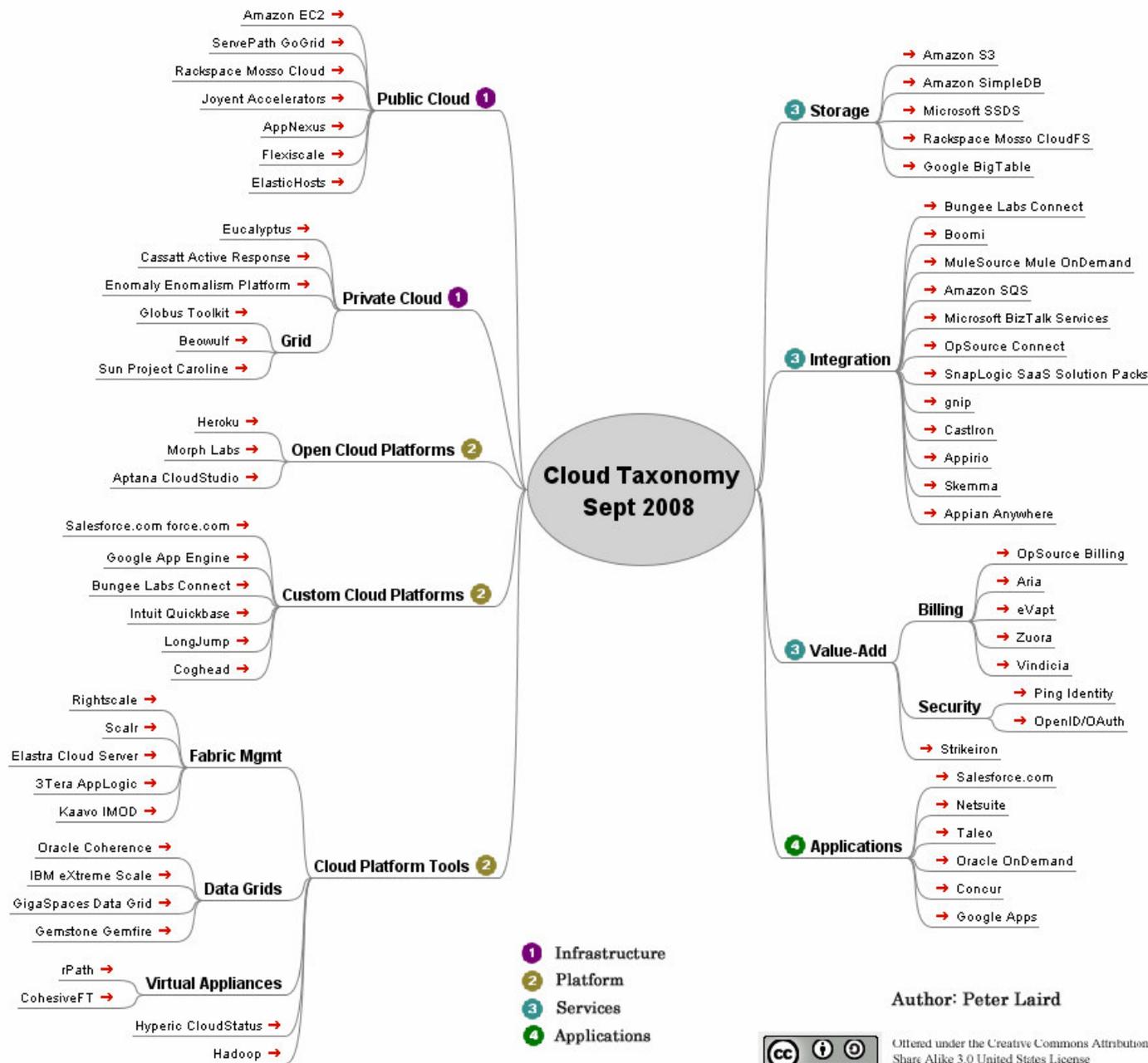
- Plataforma de ejecución de nuevas aplicaciones
- Ej.: Google App Engine

▣ IaaS (Infrastructure as a Service)

- Computación y almacenamiento
- Ej.: Amazon EC2



Definición, taxonomía y ejemplos



Definición, taxonomía y ejemplos

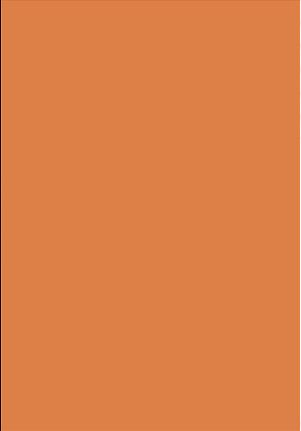
□ Algunos ejemplos:

▣ Grandes empresas:

- Amazon EC2: Ejecutar máquinas virtuales en la nube de Amazon
- Google App Engine: Ejecutar aplicaciones en python (limitado) en la nube de Google
- Windows Azure: Ejecutar aplicaciones .NET en la nube de Microsoft

▣ Software libre:

- EUCALYPTUS: Clon de Amazon EC2
- Nimbus, OpenNebula: Cloud sobre Globus



Cloud computing

Virtualización

Virtualización

- Definición general de virtualización en informática:
 - ▣ Abstracción de los recursos de un computador
- Tipos básicos de virtualización:
 - ▣ Virtualización de plataforma
 - VMWare, Xen, KVM... Utilizada en IaaS
 - ▣ Virtualización de recursos
 - RAID, SAN, VPN, Grid...
 - ▣ Virtualización de aplicaciones
 - JVM, .NET CLR...

Virtualización

- Virtualización de plataforma
 - ▣ Objetivo: Aislar el sistema operativo del hardware
 - ▣ Beneficios (I)
 - Consolidación de servidores
 - Unir varios servidores (con distintos sistemas operativos) en uno
 - Seguridad
 - Ejecutar cada aplicación en un sistema operativo distinto
 - Aislamiento de rendimiento
 - Controlar mejor los recursos que obtiene cada aplicación
 - Portabilidad
 - La aplicación es independiente del hardware

Virtualización

□ Virtualización de plataforma

▣ Beneficios (II):

■ Interoperabilidad

- Utilizar distintos sistemas operativos en el mismo hardware

■ Configuración

- Facilidad de actualización, instalación, etc.

■ Abstracción del estado

- *Checkpoints*, migración en caliente

▣ Desventajas:

■ Penalización en el rendimiento

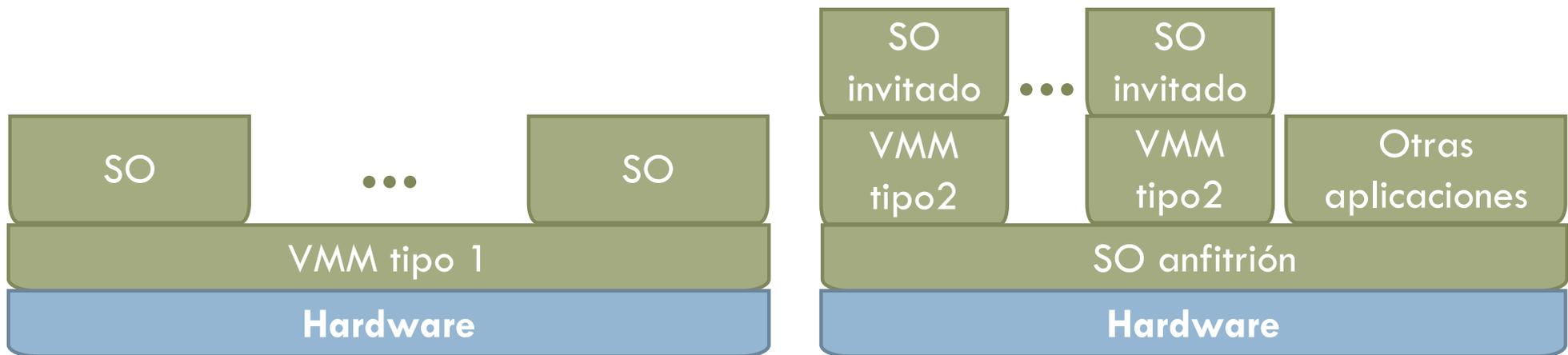
■ No pensado para dispositivos específicos

Virtualización

Terminología (I)

Virtual Machine Monitor (VMM) o hipervisor

- Software que permite ejecutar varios sistemas operativos a la vez en un computador
- Dos tipos. A veces sólo se llama hipervisor a los VMM tipo 1



Ej.: VMWare ESX, Xen,
Microsoft Hyper-V

Ej.: VMWare Server y Workstation,
QEMU, VirtualBox

Virtualización

□ Tipos de virtualización (I)

▣ Emulación o simulación

- Un proceso de usuario (del anfitrión) interpreta código máquina (del invitado)
- Permite ejecutar en una arquitectura distinta un invitado sin modificar
 - Ej.: Bochs, PearPC, VirtualPC, QEMU (sin aceleración), MAME

▣ Virtualización clásica (o nativa o completa)

- Anfitrión e invitado con el mismo juego de instrucciones
- Sólo se emulan algunas instrucciones privilegiadas
- El invitado no se modifica
 - Ej.: VMWare Server y Workstation, VirtualBox

Virtualización

□ Tipos de virtualización (II)

▣ Paravirtualización

- Modificando el invitado: las instrucciones privilegiadas se sustituyen por llamadas al hipervisor
 - Ej.: Xen, VMWare ESX Server, Microsoft Hyper-V

▣ Virtualización del sistema operativo

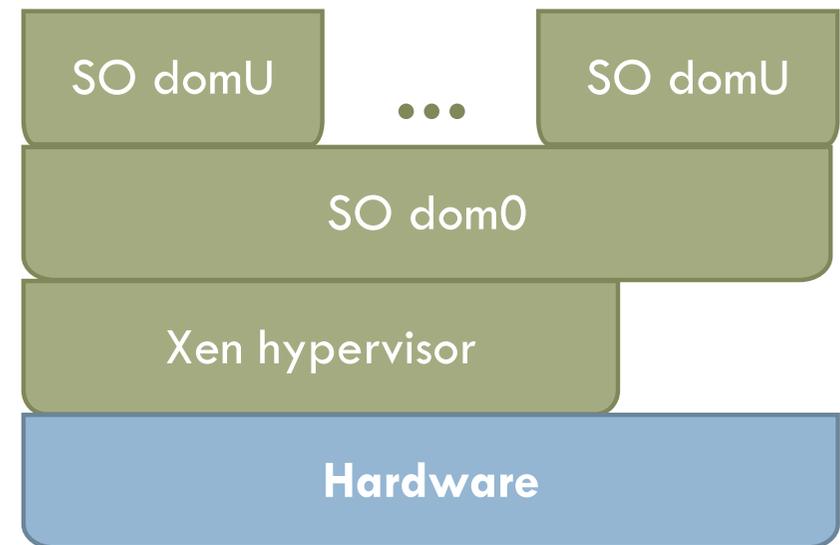
- Un sólo núcleo con varios espacios de usuario aislados
- Objetivos: seguridad y control de recursos en un entorno compartido
 - Ej.: chroot, Linux-VServer, FreeBSD Jail

Virtualización

- Hardware de virtualización
 - ▣ La arquitectura original x86 requería emulación
 - No cumplían los requisitos de virtualización propuestos por Popek y Goldberg (1974)
 - Había instrucciones que accedían a datos privilegiados sin provocar una excepción
 - ▣ Solución
 - Modificación a la arquitectura
 - Añadir un nuevo nivel de privilegios para el hipervisor
 - ▣ Implementaciones incompatibles
 - Intel VT-x
 - AMD-V

Virtualización

- Xen: VMM tipo 1
 - ▣ Hosts: Linux, BSD, OpenSolaris
 - ▣ Guests: Linux, NetBSD, Windows
 - ▣ Xen hypervisor: arranca y tiene acceso al hardware
 - ▣ SO dom0: modificado, tiene acceso al hardware
 - ▣ SO domU: modificados o sin modificar, sistemas operativos virtualizados



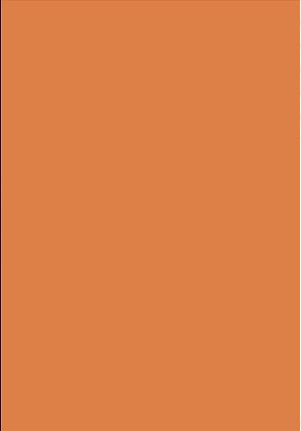
Virtualización

- Funcionamiento básico de Xen (I)
 - ▣ Instalar herramientas de Xen (xend, xm, etc.) y un kernel modificado
 - ▣ Modificar el arranque para que utilice este kernel
 - ▣ Configuración típicamente en /etc/xen
 - ▣ Obtener imágenes de máquinas virtuales
 - ▣ Crear ficheros de configuración

```
kernel = "/boot/vmlinuz-2.6-xenU"  
memory = 64  
name = "ttylinux"  
vif = [ ' ' ]  
ip = "192.168.1.3"  
disk = ['file:/opt/xen/ttylinux-xen, sda1, w' ]  
root = "/dev/sda1 ro"
```

Virtualización

- Funcionamiento básico de Xen (II)
 - ▣ Listar dominios:
 - `xm list`
 - ▣ Conectarse a la consola de un dominio:
 - `xm domain-id`
 - ▣ Arrancar un dominio:
 - `xm create -c fichero-configuración`
 - ▣ Destruir un dominio
 - `xm destroy domain-id`
 - ▣ Migrar un dominio
 - `xm migrate domain-id host`



Cloud computing

Amazon Web Services (AWS)

Amazon Web Services (AWS)

□ Amazon Web Services

▣ Incluyen servicios relacionados con IaaS:

■ Computación

- Elastic Compute Cloud (EC2): máquinas virtuales

■ Almacenamiento

- Elastic Block Store (EBS): discos virtuales
- Simple Storage Store (S3): almacenamiento clave-valor
- SimpleDB: base de datos

■ Otros

- Simple Queue Service (SQS): Mensajes distribuidos
- CloudFront: *Content Delivery Network* (CDN)
- AWS Management Console (AWS Console)

Amazon Web Services (AWS)

- Amazon Elastic Cloud (EC2)
 - ▣ Elastic: escala en minutos en vez de en horas o días
 - ▣ Ejecuta "instancias" (de máquinas virtuales)
 - ▣ Cinco tamaños:

Tipo	Memoria (GB)	CPUs* virtuales	Disco (GB)	Nº bits	Precio aprox. (\$/hora)**
Pequeña	1.7	1	160	32	0.10
Grande	7.5	4	850	64	0.40
Extra grande	15	8	1690	64	0.80
High-CPU media	1.7	5	350	32	0.20
High-CPU extra grande	7	20	1690	64	0.80

* Amazon EC2 Compute Unit ~1.0-1.2 GHz 2007 Opteron or 2007 Xeon

** El precio depende de la zona y del sistema operativo (Linux o Windows)

Amazon Web Services (AWS)

- Conceptos básicos de EC2 (I)
 - ▣ Amazon Machine Image (AMI)
 - Máquina virtual con aplicaciones y datos necesarios
 - Las hay ya pre-configuradas
 - Ej. sistemas operativos: Linux, Windows, Solaris...
 - Ej. aplicaciones: Oracle, SQL Server, MySQL, Condor, JBoss...
 - ▣ Instancia
 - Sistema ejecutándose basado en una AMI
 - Todas las instancias basadas en la misma AMI comienzan a ejecutarse igual
 - La información contenida en una instancia se pierde cuando se para o si falla

Amazon Web Services (AWS)

- Conceptos básicos de EC2 (II)
 - ▣ Las instancias tienen dos IPs
 - Pública: accesible desde Internet
 - Privada: accesible desde otras instancias
 - ▣ Coste de transferencias
 - Entradas a EC2: 0,10 \$/GB
 - Salidas a EC2: Desde 0,17 \$/GB (primeros 10 TB) hasta 0,10 \$/GB (más de 150 TB)
 - Transferencias entre servicios de la misma región de EC2 a coste 0
 - Precios cero o reducidos entre instancias por red privada
 - Calculadora: <http://calculator.s3.amazonaws.com/calc5.html>

Amazon Web Services (AWS)

- Funcionamiento básico de EC2
 - ▣ Se necesita cuenta en tres sistemas: AWS, S3 y EC2
 - Utilizan certificados X.509
 - ▣ Crear una AMI
 - ▣ Cargar la máquina en S3
 - ▣ Registrarla en EC2
 - Se obtiene un AMI ID
 - ▣ Configurar la seguridad y la red
 - ▣ Escoger el tipo de instancia(s)
 - ▣ Lanzar, parar y monitorizar las instancias

Amazon Web Services (AWS)

- Características avanzadas de EC2 (I)
 - ▣ Localización
 - Las instancias se pueden ejecutar en distintas zonas de disponibilidad (*availability zones*)
 - Las zonas están aisladas entre sí con respecto a los fallos
 - Las zonas se agrupan en regiones
 - Actualmente dos: Estados Unidos y Europa
 - ▣ Direcciones IP elásticas
 - Direcciones IP estáticas asignadas a una cuenta
 - El usuario las puede asignar a la instancia que desee
 - Permiten remapear a una instancia en otra zona cuando una está caída

Amazon Web Services (AWS)

□ Características avanzadas de EC2 (II)

▣ Usar volúmenes EBS

- Almacenamiento persistente externo a una imagen
- Puede ser compartido por varias imágenes (no al mismo tiempo)
- Se ve como un dispositivo de bloques que se puede formatear con el sistema de archivos que se desee
- Sólo se replican dentro de una zona de disponibilidad
- Solución: hacer instantáneas (*snapshots*) en S3

Amazon Web Services (AWS)

□ Amazon Simple Storage Service (S3)

□ Conceptos

- objetos: conjunto de datos y metadatos. Número limitado. Tamaño entre 1 byte y 5 GB
- *buckets* (cubos): nombres de espacio donde se almacenan los objetos. Un máximo de 100 por desarrollador
- clave: identificador de un objeto dentro de un *bucket*

□ Al crear un *bucket* se especifica su región

□ Permisos para hacer público o privado un *bucket*

□ Permite acceso por HTTP o por BitTorrent

- Ej.: <http://mibucket.s3.amazonaws.com/foo/bar.txt>

Amazon Web Services (AWS)

- Coste de S3
 - ▣ Precios de almacenamiento
 - De 0,180 \$/GB al mes hasta 0,150 \$/GB al mes
 - ▣ Precios de transferencia
 - Entradas: 0,100 \$/GB
 - Salidas: De 0,170 \$/GB hasta 0,100 \$/GB
 - ▣ Precios de peticiones
 - 0,012 \$ por 1000 PUT, COPY, POST o LIST
 - 0,012 \$ por 10000 GET y otras peticiones
 - ▣ Transferencia con EC2 de la misma región es gratis
 - ▣ Precios europeos. Estados Unidos es más barato

Amazon Web Services (AWS)

- Formas de gestión de EC2
 - ▣ Herramientas de línea de comandos en java
 - ▣ Interfaz SOAP
 - ▣ Extensión Elasticfox para Firefox

Amazon Web Services (AWS)

- Herramientas de línea de comandos (I)
 - ▣ Listar regiones:
 - `ec2-describe-regions`
 - ▣ Listar AMIs disponibles:
 - `ec2-describe-images`
 - ▣ Generar claves para una instancia:
 - `ec2-add-keypair nombre-clave`
 - Ej.: `ec2-add-keypair clave-ejemplo`
 - ▣ Ejecutar instancias:
 - `ec2-run-instances nombre-ami -k nombre-clave`
 - Ej.: `ec2-run-instances ami-3Cb65342 -k clave-ejemplo`

Amazon Web Services (AWS)

- Herramientas de línea de comandos (II)
 - ▣ Mostrar el estado de las instancias
 - `ec2-describe-instances nombre-instancia`
 - Ej.: `ec2-describe-instances ami-3Cb65342`
 - ▣ Autorizar acceso a la red
 - `ec2-authorize grupo -p num_puerto`
 - Ej.: `ec2-authorize default -p 22`
 - ▣ Parar una instancia
 - `ec2-terminate-instances nombre-instancia`
 - O apagar desde dentro de la instancia
 - Ej.: `shutdown -h now`

Amazon Web Services (AWS)

□ Herramientas de línea de comandos (III)

□ Crear una instantánea

- `ec2-bundle-vol -d dir-destino -k fich-clave-privada
-c fich-certificado -u EC2-userid`

- Crea el fichero `image.manifest.xml` y la imagen `image.image` en `dir-destino`

□ Subir una instantánea a S3

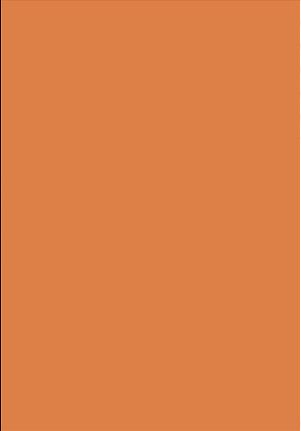
- `ec2-upload-bundle -b nombre-bucket -m fich-manifiesto
-a aws-access-key -s aws-secret-access-key`

□ Registrar una imagen en EC2

- `ec2-register bucket/imagen.manifest.xml`
 - Devuelve un `nombre-ami`

Amazon Web Services (AWS)

- Herramientas de línea de comandos (IV)
 - ▣ Desregistrar una imagen en EC2
 - `ec2-deregister nombre-ami`
 - ▣ Borrar una AMI de S3
 - `ec2-delete-bundle -b nombre-bucket -p nombre-imagen -a aws-access-key -s aws-secret-access-key`
 - ▣ Hay muchas más órdenes
 - ▣ El funcionamiento con imágenes de Windows es ligeramente distinto



Cloud computing

EUCALYPTUS

Eucalyptus

- EUCALYPTUS: Elastic Utility Computing Architecture
Linking Your Programs To Useful System
- Objetivos:
 - ▣ Investigación en elastic/cloud/utility computing
 - ▣ Experimentación antes de comprar
 - ▣ Depuración para EC2
 - ▣ Plataforma para comunidades de código abierto
- Compatible con las herramientas de línea de comandos de EC2
- No está pensado como sustituto de EC2

Eucalyptus

- Interfaz basado en el WSDL de Amazon
- Las zonas de disponibilidad se corresponden con un cluster
- Emulación de S3
- Las máquinas virtuales no son totalmente compatibles
 - ▣ EMI vs AMI
- La administración del sistema es distinta
- Rápida evolución
 - ▣ Primera versión: mayo de 2008

□ Red

▣ Tres modos. De menor a mayor potencia:

■ System

- MAC de las VM aleatoria
- Obtención de IP con un DHCP ya existente en la red

■ Static

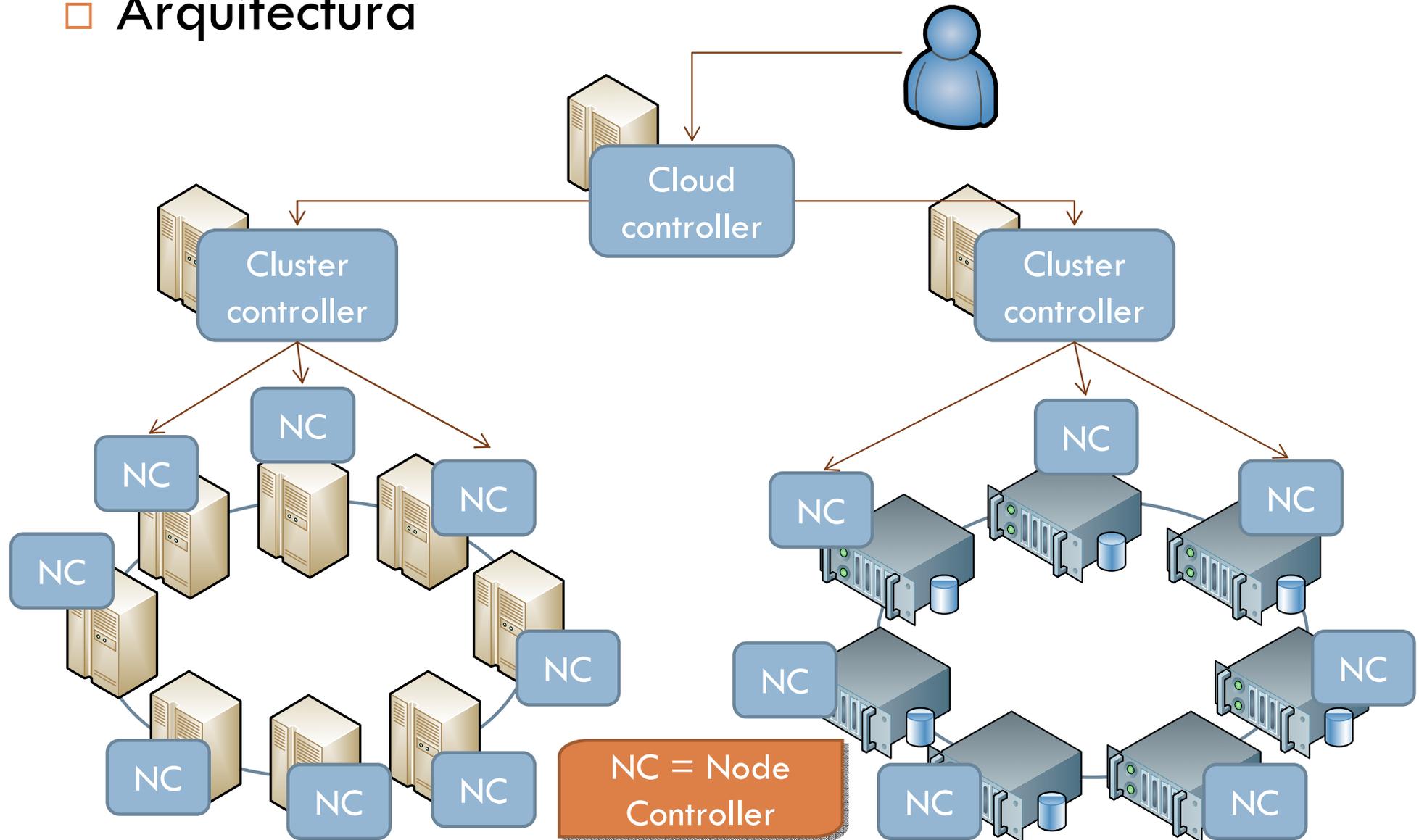
- El administrador proporciona asignaciones MAC-IP
- Eucalyptus hace de DHCP y distribuye las direcciones

■ Managed

- El administrador proporciona asignaciones MAC-IP (privadas)
- Se pueden crear grupos de seguridad (redes con nombre)
- El administrador proporciona IPs públicas para reasignar
- Los usuarios pueden asignar IPs públicas a VMs (IPs elásticas)

Eucalyptus

Arquitectura



Eucalyptus

□ Componentes:

▣ Cloud controller: Uno por cloud

- Servicio en Java con interfaz web y de servicios web
- Planificación a alto nivel y contabilidad del sistema

▣ Cluster controller(s): Uno por cluster

- Servicio web desarrollado en C que se ejecuta en Apache

▣ Node controller(s): Uno por nodo de computación

- Servicio web desarrollado en C que se ejecuta en Apache
- Se utiliza Xen

▣ Walrus

- Servicio de almacenamiento compatible con S3

Eucalyptus

- Instalación:
 - ▣ Opciones
 - Desde los fuentes
 - Con RPM
 - Con Rocks
 - Rocks: Herramientas de instalación de clusters
 - ▣ Software overlay: no modifica (mucho) la instalación existente
- Eucalyptus Public Cloud (EPS)
 - ▣ Cloud público para hacer pruebas