

# Cloud Computing en aplicaciones Científicas. Arquitectura, Configuración y Análisis experimental de Costo/Performance.

Autores: APU José E. Pettoruti  
APU Ismael P. Rodríguez

Director: Ing. Armando E. De Giusti  
Co-Director: Lic. Franco Chichizola



Tesina de Grado  
Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata



# Contexto

- Está enmarcada dentro del proyecto acreditado por UNLP en el Programa de Incentivos
  - Arquitecturas multiprocesador distribuidas. Modelos, Software de Base y Aplicaciones.
- Resultados parciales de esta investigación fueron publicados en el XI° Workshop de Procesamiento Distribuido y Paralelo realizado en el marco del XVII° Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2011) bajo el título “Despliegue de un Cloud Privado para entornos de cómputo científico”.

# Agenda

- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- Despliegue de un Cloud Privado
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- Análisis de Resultados
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

# Agenda

- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- Despliegue de un Cloud Privado
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- Análisis de Resultados
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

# Objetivos del trabajo

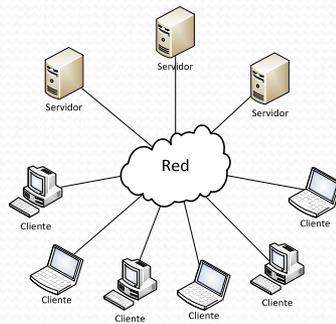
- Estudiar la evolución de las arquitecturas en cómputo de altas prestaciones, incluyendo Cluster, Grid y Cloud.
- Analizar las ventajas y desventajas de la utilización de Cloud Computing para ambientes de investigación en cómputo de altas prestaciones.
- Efectuar un análisis inicial de la relación costo/performance en la utilización de Cloud Computing en ambientes de investigación.

# Agenda

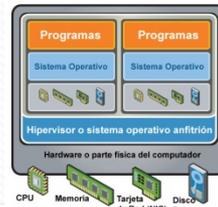
- Objetivos del trabajo
- **Conceptos de Cloud Computing**
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- Despliegue de un Cloud Privado
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- Análisis de Resultados
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

# Evolución hacia Cloud Computing

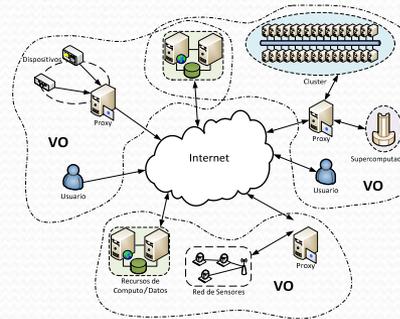
Cliente/Servidor



Virtualización



Grid



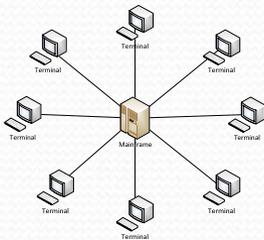
'60

'80-'90

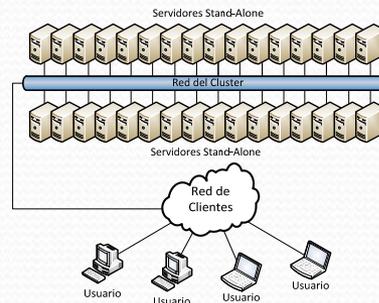
'90-'2000

2004

2006



Mainframe



Cluster



Cloud

# Cloud Computing

- Paradigma de cómputo distribuido.
- Emerge como una evolución natural del concepto de Clusters, Grids y Virtualización.
- Tiene su origen en el modelo de negocios conocido como Utility Computing
- Proporciona:
  - Grandes conjuntos de recursos virtuales fácilmente accesibles y utilizables a través de la Web.
  - Recursos como servicios.
  - Reconfiguración dinámica de los mismos (escalabilidad y elasticidad).
  - Acceso bajo demanda.
- Suele ser explotado comercialmente.

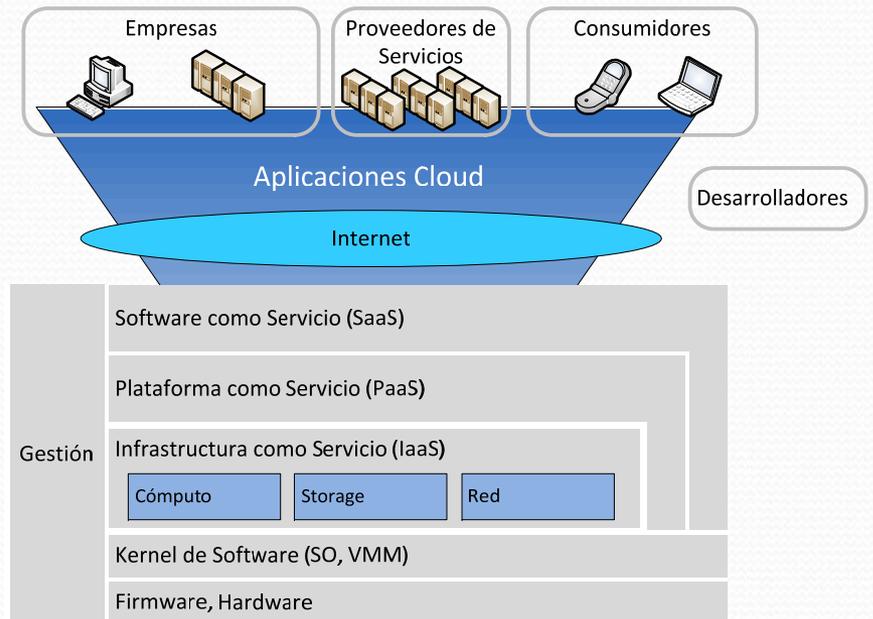
El término *Cloud* o *nube* hace referencia a la infraestructura física sobre la cual se despliega, donde el usuario desconoce la ubicación y organización real de la misma.

# Cloud: Modelos de Servicio

Software como Servicio (SaaS)

Plataforma como Servicio (PaaS)

Infraestructura como Servicio (IaaS)



# Cloud: Modelos de Despliegue

Existen tres modelos de despliegue de un sistema de *Cloud Computing*.

- *Cloud público*
- *Cloud privado*
- *Cloud híbrido*

# Agenda

- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- **Gestor de Cloud: Eucalyptus**
- Despliegue de un Cloud Privado
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- Análisis de Resultados
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

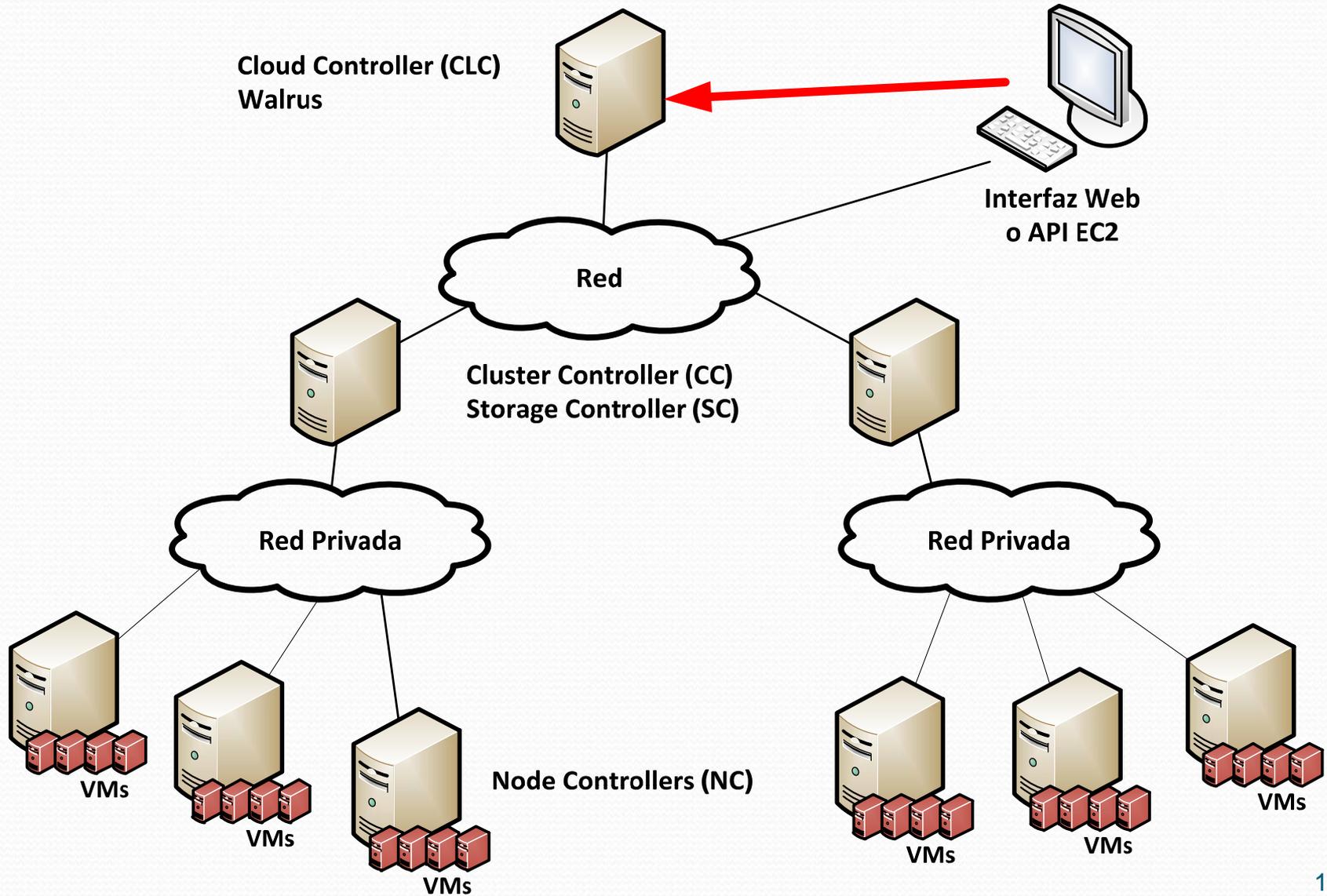
# Gestores de clouds

- Objetivo: crear un Cloud Privado (o Público..)
- Son los encargados de:
  - Gestionar los recursos físicos y virtuales
  - Presentarlos a los usuarios
  - Hacer planificación y ejecución de VMs
  - Administrar el almacenamiento
  - Administrar todo lo referente a recursos virtuales
  - Manejo de redes y permisos

# Cloud: EUCALYPTUS

- Proyecto de software Open Source
- Gestor de Clouds
  - Privadas
  - Híbridas
- Modelo IaaS
- Ofrece características similares a las de un Cloud Público, como ser EC2, en un entorno privado.
- Compatible con diversos hypervisors de virtualización (KVM, XEN, etc)

# Cloud: Eucalyptus – Arquitectura



# Agenda

- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- **Despliegue de un Cloud Privado**
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- Análisis de Resultados
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

# Cloud Privado: Hardware

2 Hojas Blade HP BL260c:

- 2 Intel Xeon E5405 Quad-Core
- RAM: 10 GB

2 Servidores Dell PowerEdge R610:

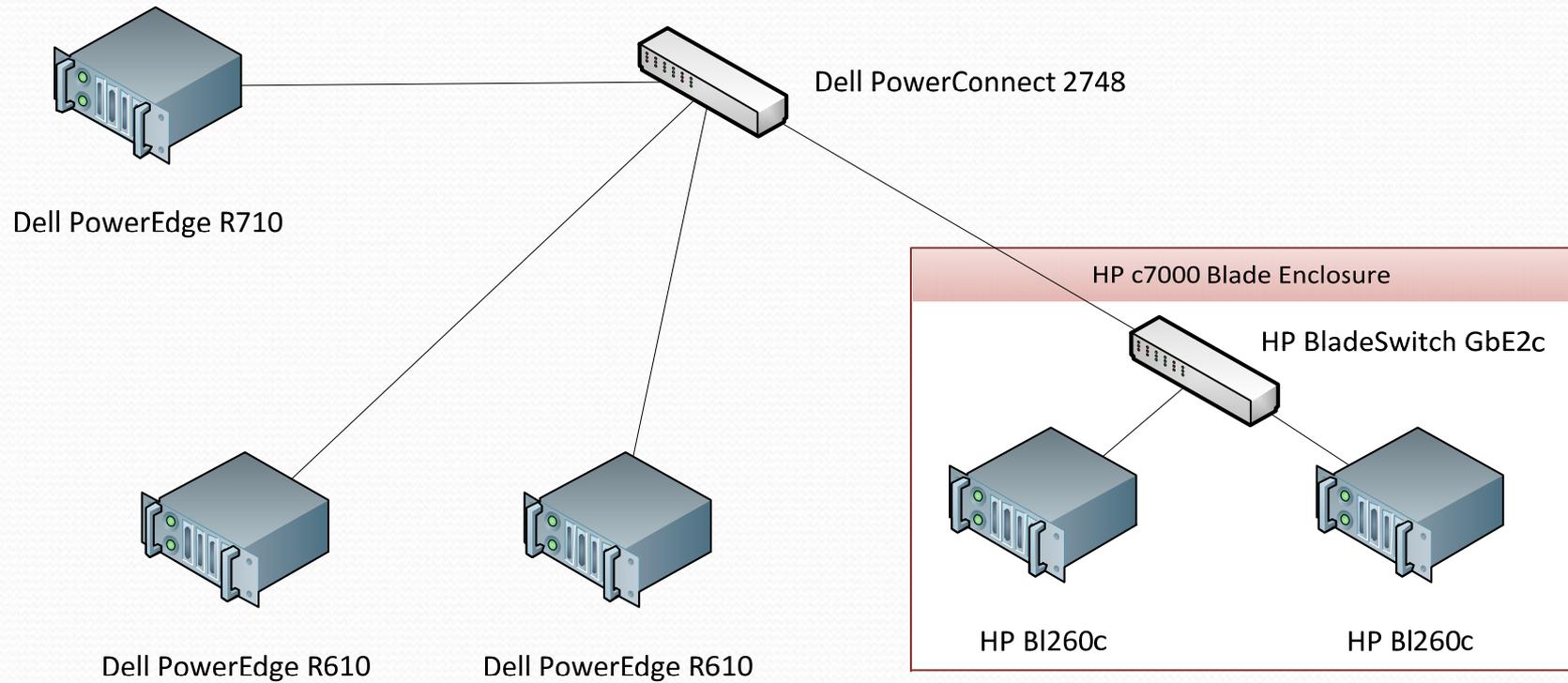
- 2 Intel Xeon E5620 Quad-Core
- RAM: 48 GB

1 Servidor Dell PowerEdge R710:

- 2 Intel Xeon E5620 Quad-Core
- RAM: 24 GB

Switches GigaEthernet con soporte de VLAN

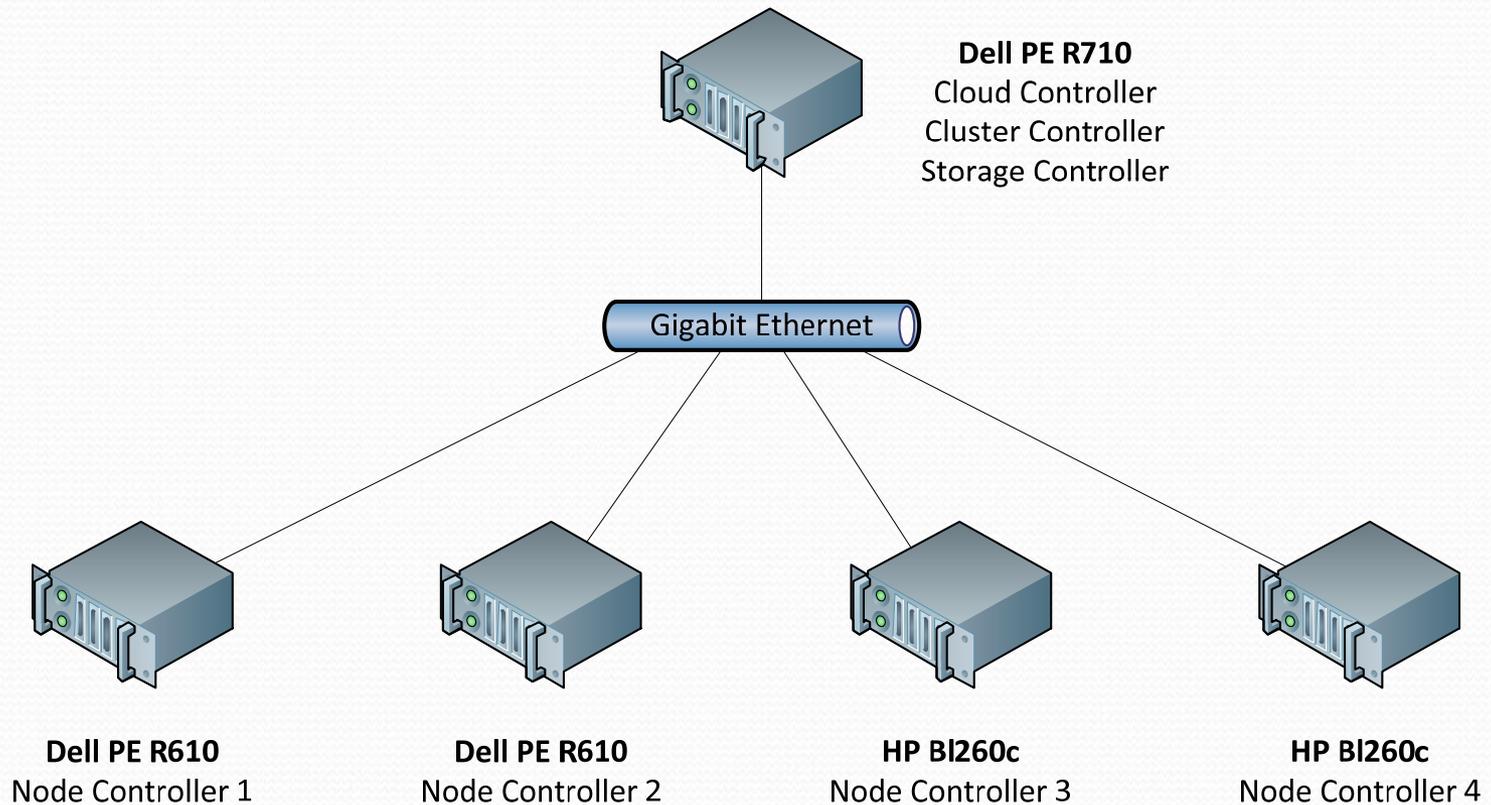
# Cloud Privado: Topología



# Cloud Privado: Software

- GNU/Linux Ubuntu Server 10.10 Maverick
- Gestor: Eucalyptus 2.0.0
- Hypervisor: QEMU-KVM 0.12.5
- Administración: HybridFox 1.7 + Euca2ools 1.2

# Cloud Privado: Roles



# Cloud Privado: Recursos

- Recursos físicos disponibles: **32 cores**, **106GB** memoria.
- Disponibilidad de recursos virtuales en el Cloud:

```
root@cloud:~# euca-describe-availability-zones verbose
```

```
AVAILABILITYZONE      cluster1      163.10.22.167
AVAILABILITYZONE      |- vm types   free / max    cpu    ram    disk
AVAILABILITYZONE      |- m1.small   0032 / 0032   1     192    3
AVAILABILITYZONE      |- c1.medium  0032 / 0032   1     1024   5
AVAILABILITYZONE      |- m1.large   0016 / 0016   2     2048   10
AVAILABILITYZONE      |- m1.xlarge  0004 / 0004  8    8192  20
AVAILABILITYZONE      |- c1.xlarge  0002 / 0002  8    46080  20
```

# Agenda

- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- Despliegue de un Cloud Privado
- **Ejecución de Aplicaciones de Prueba**
- Análisis de Resultados
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

# Escenarios de ejecución

## Cluster Dedicado

2 Nodos Blade: c/u 8 cores con 10 GB de RAM.

2 Nodos Dell: c/u 8 cores con 48 GB de RAM.

## Cluster Virtualizado

2 Nodos VM: c/u 8 cores con 8 GB de RAM

(m1.xlarge → sobre las hojas Blade).

2 Nodos VM: 8 cores con 46 GB de RAM  
(c1.xlarge → sobre los servidores Dell).

# Cluster Dedicado: Configuración

- GNU/Linux Ubuntu Server 10.10 Maverick
- Librería MPI: Open MPI v1.4.1
- Configuración de SSH

# Cluster Virtual: Imágenes VMs

Creación de una imagen de VM – Nodo Cluster:

- GNU/Linux Ubuntu Server 10.10 Maverick
- Librería MPI: Open MPI v1.4.1
- Configuración de SSH.

Upload y publicación en el Cloud.

¿Qué aplicaciones ejecutamos?

# Aplicaciones de prueba

- Algoritmo de solución paralela Master/Worker con distribución dinámica por demanda, al problema de las N reinas.
  - Tableros de 18x18, 19x19, 20x20 y 21x21
- NAS Parallel Benchmarks
  - EP, FT y LU - Clase C
  - 1 proceso por core

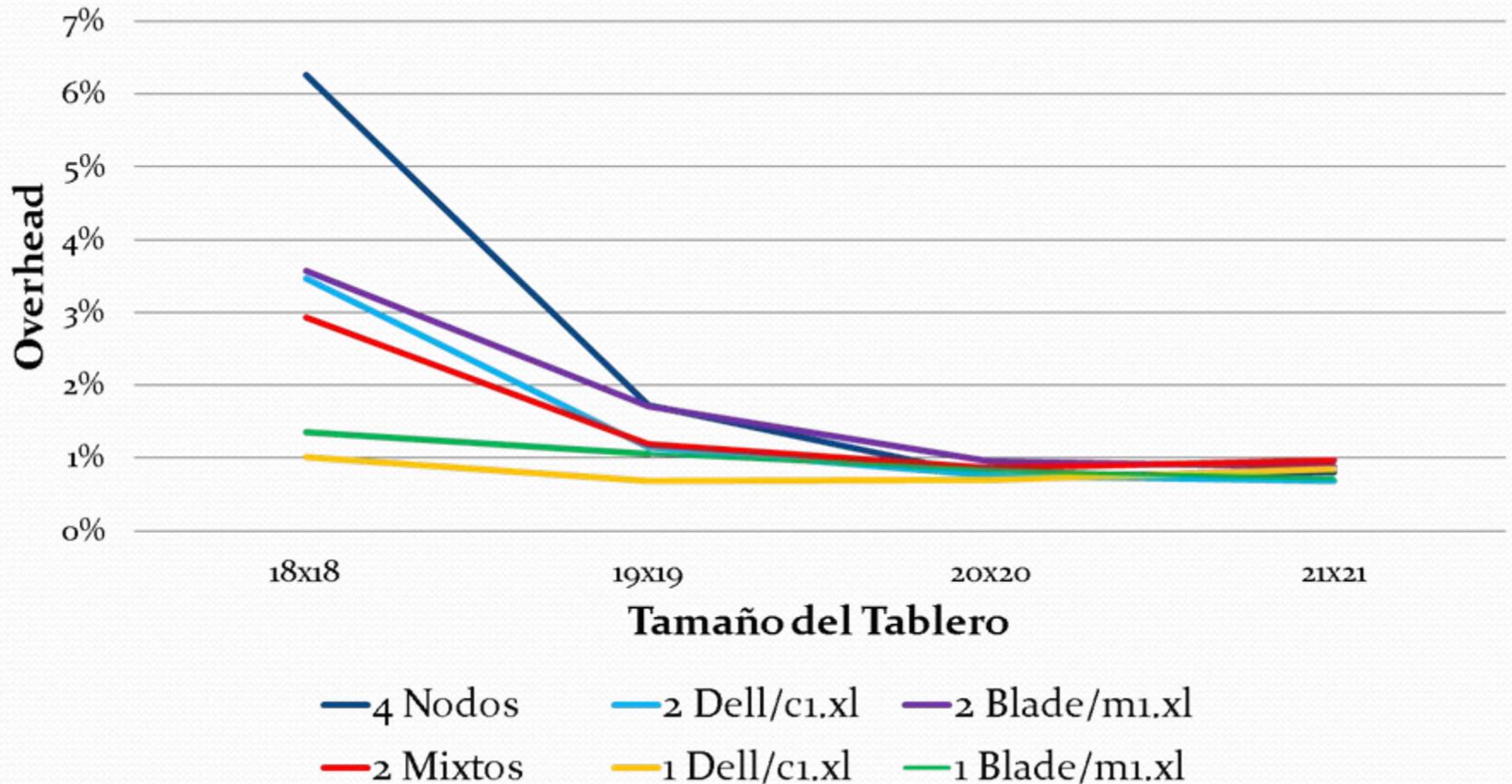
¿Qué medimos?

¿Cómo calculamos el overhead?

# Agenda

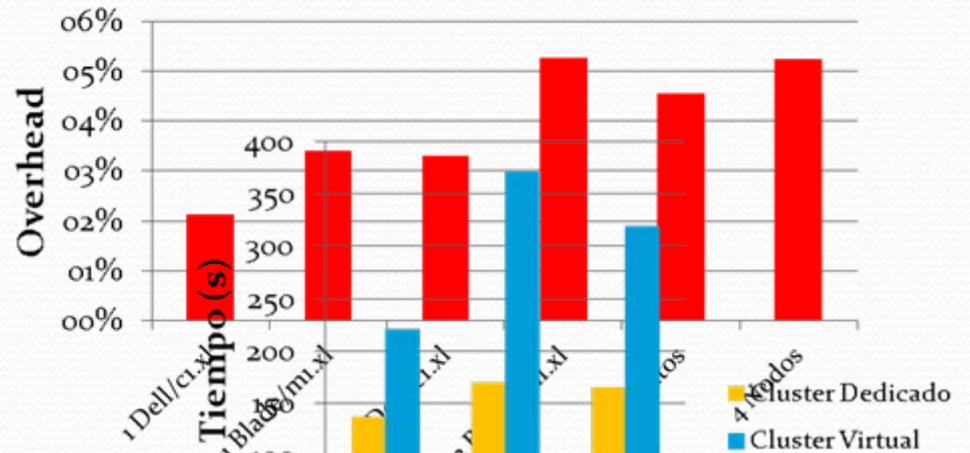
- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- Despliegue de un Cloud Privado
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- **Análisis de Resultados**
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

# Resumen del Overhead de N-Reinas

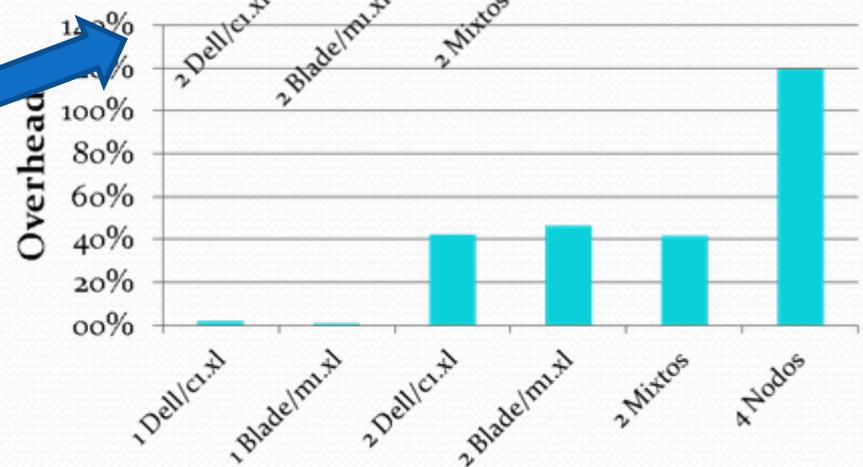


# Overhead de NPB

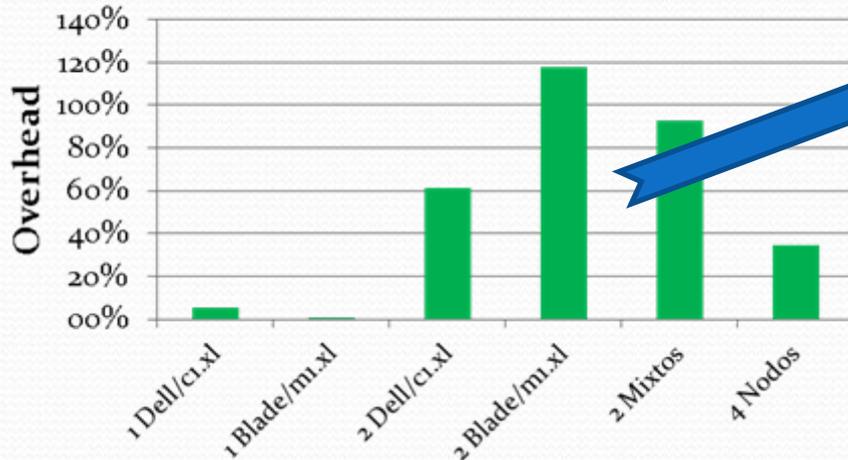
## Embarrassingly Parallel (EP.C)



## Lower-Upper diagonal (LU.C)



## 3-D fast-Fourier Transform (FT.C)



# Agenda

- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- Despliegue de un Cloud Privado
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- Análisis de Resultados
- **Pruebas de Comunicaciones**
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

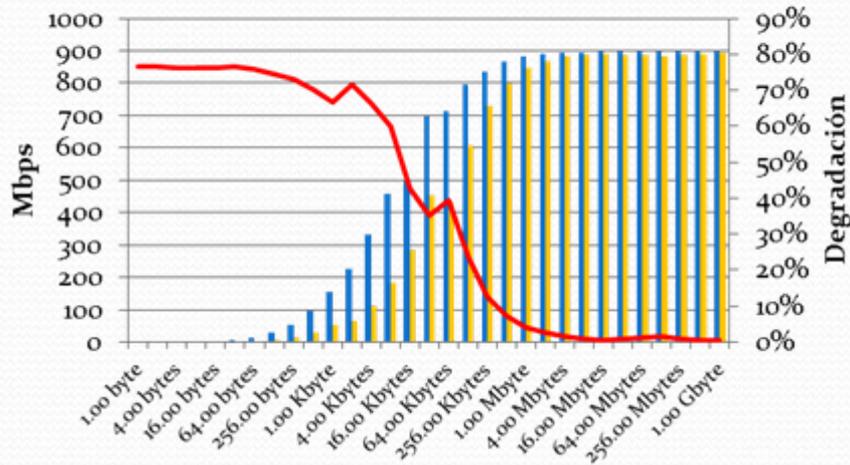
# Cloud: Pruebas de Comunicación

- ¿Existe una degradación en las comunicaciones de aplicaciones paralelas en un entorno virtual con respecto a uno físico?
- Realizamos pruebas de Ping-Pong utilizando librerías de Open MPI.
  - Mensajes desde 1 Byte a 1 GigaByte
  - 50 repeticiones de calentamiento.
  - 200 repeticiones del ping/pong.

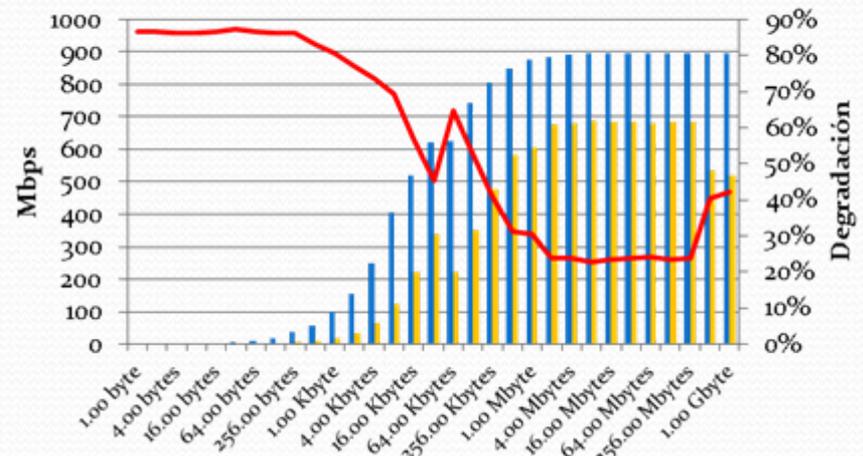
¿Qué mediciones efectuamos?  
¿Cómo calculamos la degradación?

# Pruebas de Comunicación

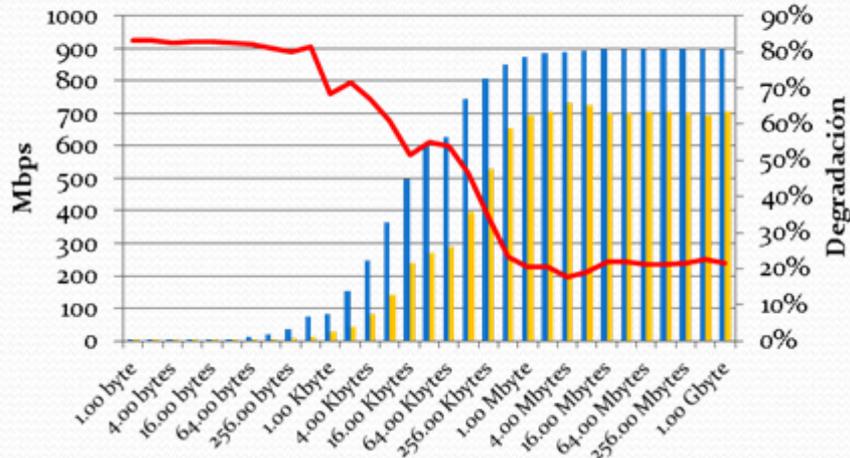
## Pruebas de red entre 2 Dell



## Pruebas de red entre 2 Blade

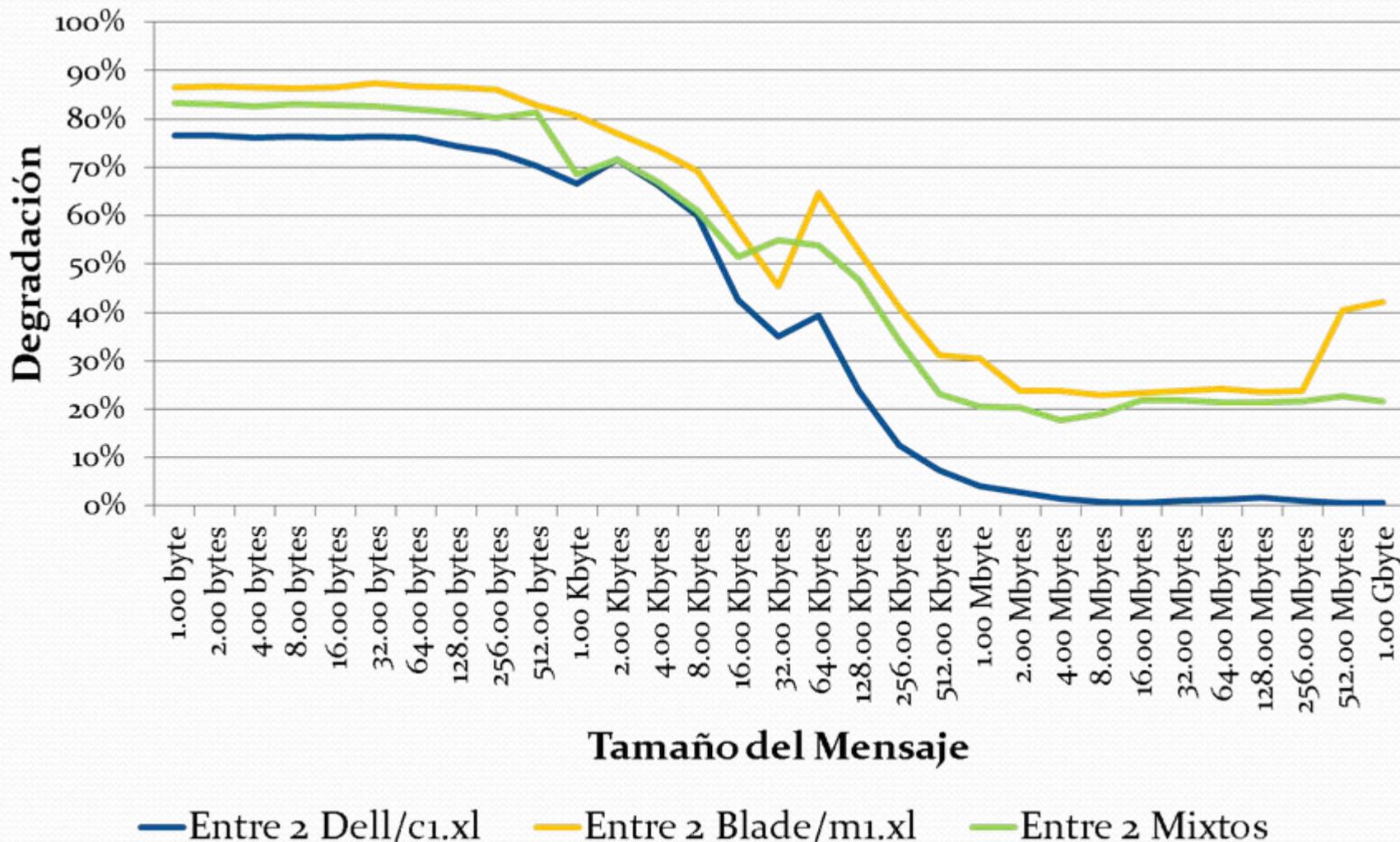


## Pruebas de red entre Dell y Blade



- Físicas
- Virtuales
- Degradación

# Resumen de la degradación de la Comunicación Virtualizada



# Agenda

- Objetivos del trabajo
- Conceptos de Cloud Computing
- Gestor de Cloud: Eucalyptus
- Despliegue de un Cloud Privado
- Ejecución de Aplicaciones de Prueba
- Análisis de Resultados
- Pruebas de Comunicaciones
- Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

# Conclusiones

- En aplicaciones con mucho mayor procesamiento que comunicación, Cloud se presenta como una alternativa viable para la ejecución de este tipo de aplicaciones.
  - Incidencia promedio entre 2 y 4% sobre el tiempo de ejecución.
  - → Tolerable cuando no se disponen los recursos para la ejecución en un Cluster Dedicado.
    - Beneficios: asignación dinámica de recursos (Clusters Virtuales bajo demanda), ágil administración, ambientes personalizados para aplicaciones y seguridad.
- Qué sucede en HPC?

# Conclusiones

- Para aplicaciones con comunicación significativa, el overhead es excesivo
  - Existe una degradación de la red virtualizada.
- El ancho de banda disponible entre instancias depende del tamaño de mensaje utilizado y el hardware subyacente.

# Líneas de Trabajo Futuro

- Analizar e investigar el despliegue de un Cloud Privado con Eucalyptus, utilizando diversos software de virtualización, como ser Xen o VMware. Sobre dicho despliegue efectuar nuevamente las pruebas de rendimiento.
- Investigar los orígenes de la degradación de la red virtualizada y las diversas técnicas para la virtualización de la misma.
- Analizar e investigar esquemas de planificación en Cloud, en base al conocimiento de las características de las aplicaciones.
- Analizar e investigar las diferentes técnicas para la reducción del consumo energético en Cloud.

# ¿Preguntas?





**¡Gracias!**