

V JORNADAS DE SUPERCOMPUTACIÓN Y AVANCES EN TECNOLOGÍA HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING: SUPERCOMPUTACIÓN EN NUBE

Universidad de Extremadura
Escuela Politécnica de Cáceres
19-20 Noviembre de 2012

joseluis.gonzalez@cenits.es

HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING: SUPERCOMPUTACIÓN EN NUBE

1.- INFORMÁTICA

2.- 10 PREDICCIONES EN HPC

3.- HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING

4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

5.- RESECUENCIACIÓN DE EXOMAS

6.- CONCLUSIONES

1.- INFORMÁTICA

ANTIGUOS DEBATES TECNOLÓGICOS

- Informática centralizada vs. informática distribuida (del mainframe al C/S).
- Cliente vs. servidor (del VT-100 al X-terminal).
- Informática distribuida vs. informática desparramada (de la Work Station al netPC).
- ¿Potencia en el cliente, en el servidor o en la red?.
- ¿Servicios en el Data Center o en la Nube?.

1.- INFORMÁTICA

CLUSTER COMPUTING

- Cluster es un conjunto, grupo, racimo o piña de ordenadores diferenciados, unidos todos por una red que permite verlos como un único ordenador mucho más potente que sus partes.
- (Origen 196?) Redes de conmutación de paquetes y ARPANET son el origen de Internet que puede ser considerada el Gran Cluster por unir recursos computacionales e incluso los clusteres que los aportan.
- (1977) ARCnet de Datapoint primer cluster comercial.
- (1984) VAXcluster de DEC el primer cluster con éxito comercial gracias a VMS y DECnet.

1.- INFORMÁTICA

CLUSTER COMPUTING

- VAXcluster aprovecha el procesamiento paralelo y permite compartir sistemas de ficheros y periféricos manteniendo la fiabilidad de los datos y la singularidad de cada nodo del cluster. Aún operativo sobre OpenVMS y micros Alpha e Itanium.
- (1993) Paralell Virtual Machine (PVM), basado en TCP/IP, en PCs en red permite crear primer superordenador virtual HPC y clusteres de supercomputadores.
- (1994) IBM S/390 Parallel Sysplex.
- (1995) Beowulf: granja de cómputo como superordenador paralelo y HPC.

1.- INFORMÁTICA

CLUSTER COMPUTING

- HPCC (High Performance Computing Clusters) de alto rendimiento, para el soporte de aplicaciones con grandes requerimientos de cómputo y/o memoria. Colas de espera mientras los recursos están en uso.
- HAC (High Availability Clusters) de alta disponibilidad, aportan máxima disponibilidad (por hardware con redundancia que evita puntos de fallo) y confiabilidad (mediante software que detecta fallos y permite recuperaciones).
- HTC (High Throughput Clusters) de alta eficiencia, ejecución del máximo número de procesos en el menor tiempo posible.
- Comerciales (HAC, HTC), Científicos (HPCC).

1.- INFORMÁTICA

CLUSTER COMPUTING

- Convergencia de necesidades y recursos:
 - Existencia de micros potentes y económicos.
 - Disponibilidad de redes de alta velocidad.
 - Implementado software de cómputo distribuido de alto rendimiento.
 - Necesidad de aplicaciones con requerimientos de potencia de cómputo.
- Clusteres para aplicaciones comerciales: google, wikipedia, flickr, YouTube, facebook, etc.
- Clusteres científicos: Beowulf, Now, Terascale ó Cluster X, RES, Thunder, ASCI Q, LUSITANIA, etc.

1.- INFORMÁTICA

CLUSTER COMPUTING

- Servicios aportados por un cluster:
 - Alta disponibilidad.
 - Alto rendimiento.
 - Alta eficiencia.
 - Balanceo de carga.
 - Escalabilidad.
- Componentes del cluster:
 - Nodos.
 - Electrónica de Red y Protocolos de comunicaciones.
 - SOs y Middleware y servicios.
 - Almacenamiento y periferia.
 - Aplicaciones y entorno de programación paralela.

1.- INFORMÁTICA

GRID COMPUTING

- Paradigma de computación distribuida (años 90) que une la potencia de múltiples equipos (heterogéneos) para lograr su escalabilidad y capacidad.
- La infraestructura grid permite integrar y usar colectivamente recursos computacionales en diferentes organizaciones conectadas en red que constituyen federaciones.
- Dificultad para sincronizar procesos, monitorizar recursos, distribuir cargas y establecer seguridad y fiabilidad.
- Atractiva idea social pero complejo implementar el middleware que garantice el reparto uniforme, eficiente y seguro de recursos.

1.- INFORMÁTICA

CLUSTER DE GPUS

- Graphics Processing Unit es un procesador especialmente dedicado a procesar operaciones gráficas y en como flotante para descargar a la CPU de estas tareas.
- Aunque están de moda, tienen sus orígenes en los años 70.
- Han evolucionado rápidamente con velocidades superiores a los 500 Mhz:
 - Alta especialización (coma flotante).
 - Alto grado de paralelismo.
- Alta segmentación con gran número de unidades funcionales.

1.- INFORMÁTICA

HIGH PERFORMANCE COMPUTING

- High-Performance Computing usa supercomputadores y clusters de supercomputadores para resolver problemas avanzados de computación.
- Actualmente son considerados supercomputadores los que se acercan al teraflop de capacidad de cómputo. Para IDC, los que superan los 300.000 \$.
- El concepto HPC surgió después del término supercomputing y ambos suelen usarse como sinónimos aunque no lo son: supercomputador es un subconjunto de HP computers y supercomputing un subconjunto de HP computing.

1.- INFORMÁTICA

HIGH PERFORMANCE COMPUTING

- Un supercomputador está en la primera línea de capacidad de proceso o velocidad de cálculo.
- Desde los 60 con Cray, hasta hoy el concepto supercomputador es muy variable porque lo que hoy es un supercomputador, mañana será un ordenador ordinario.
- Titan-Cray XK7, Opteron 6274 es el primero en el TOP500 (Nov. 2012) con una velocidad de procesamiento de 17,590 petaflops; 560.640 cores; 710,144 Tbytes y 8,209 Mwat de consumo eléctrico.

1.- INFORMÁTICA

HIGH THROUGHPUT PERFORMANCE

- High Throughput Computing consiste en acometer una tarea computacional usando muchos recursos de cómputo durante largos periodos de tiempo (meses y años en lugar de horas y días como en HPC).
- En HPC se usa FLOPS, en HTC se expresan no en segundos sino en meses o años.
- En HTC lo importante es que muchos trabajos puedan ser terminados en un periodo largo de tiempo en lugar de que un determinado trabajo sea terminado lo antes posible (HPC).

1.- INFORMÁTICA

CLOUD COMPUTING



<http://www.clouddave.com>

- Paradigma que permite ofrecer servicios de forma transparente al usuario desde internet (la nube) o desde un CPD.
- Abstracción de las plataformas de virtualización que se han extendido rápidamente.
- Una plataforma cloud consta de tres capas de abstracción, que ofrecen servicios diferentes adaptados a las necesidades de los clientes.
- No es necesario implementar todas las capas.

1.- INFORMÁTICA

- Despliegues de Cloud:
 - Privada: para empresas privadas donde la confidencialidad, privacidad, SLA, son muy importantes. Ofrece servicios de las tres capas internamente que son desplegados sobre la infraestructura de la organización.
 - Pública: Los ofrecidos por un proveedor de servicios como Amazon o Google. La infraestructura es del proveedor y es compartida por todos los clientes.
 - Híbrida: Permiten escalar la infraestructura o recursos de una organización con los servicios que ofrece un proveedor de servicios de cloud.

1.- INFORMÁTICA

- 8 Mitos:
 - Internet y Web son la Nube.
 - Cada vendedor tendrá una Nube diferente.
 - La Nube elimina las redes privadas corporativas.
 - Toda la computación remota es Cloud computing.
 - Todo puede estar en la Nube.
 - Cloud computing: una arquitectura o una infraestructura.
 - SasS es la Nube.
 - Cloud Computing es una nueva revolución.

1.- INFORMÁTICA

Rails One
Mosso
Google App Engine

Sales Force
Gmail
Gliffy

Akamai
Nirvanix
Xcalibre
Amazon WebServ

PaaS

SaaS

IaaS

Cloud computing

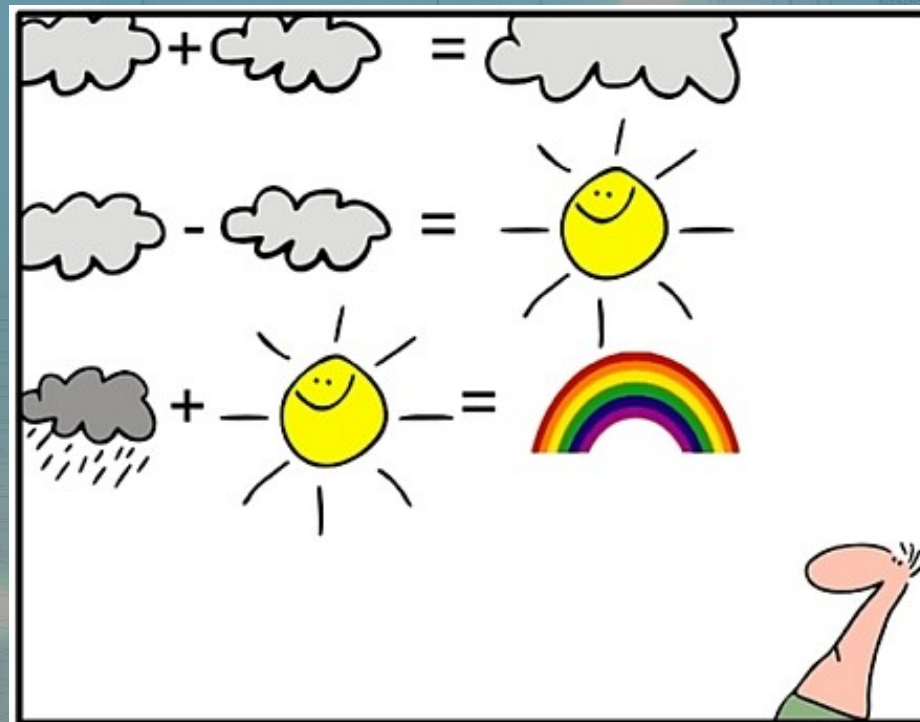
Utility computing

Grid computing

Cluster computing

Super computing

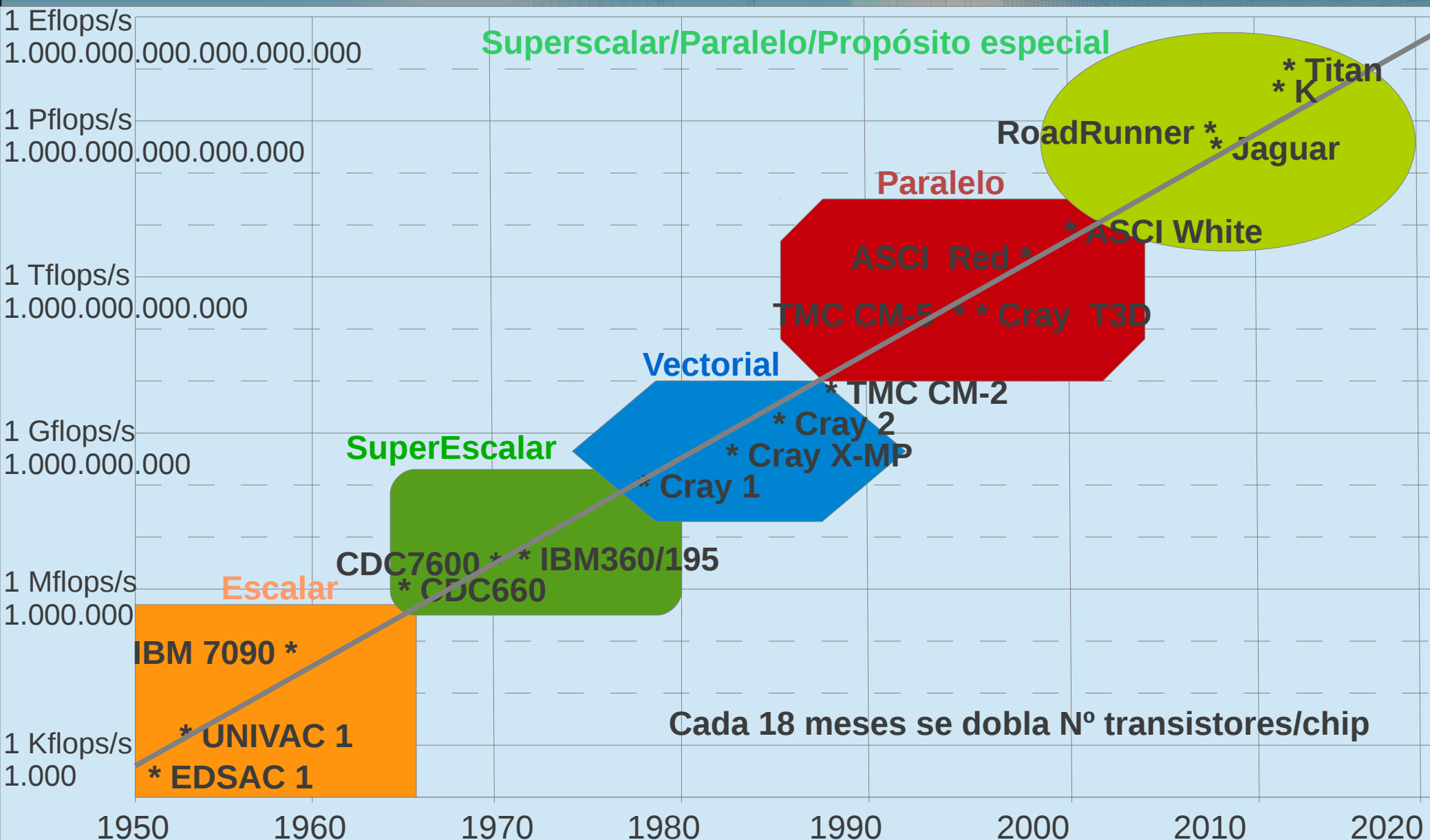
1.- INFORMÁTICA



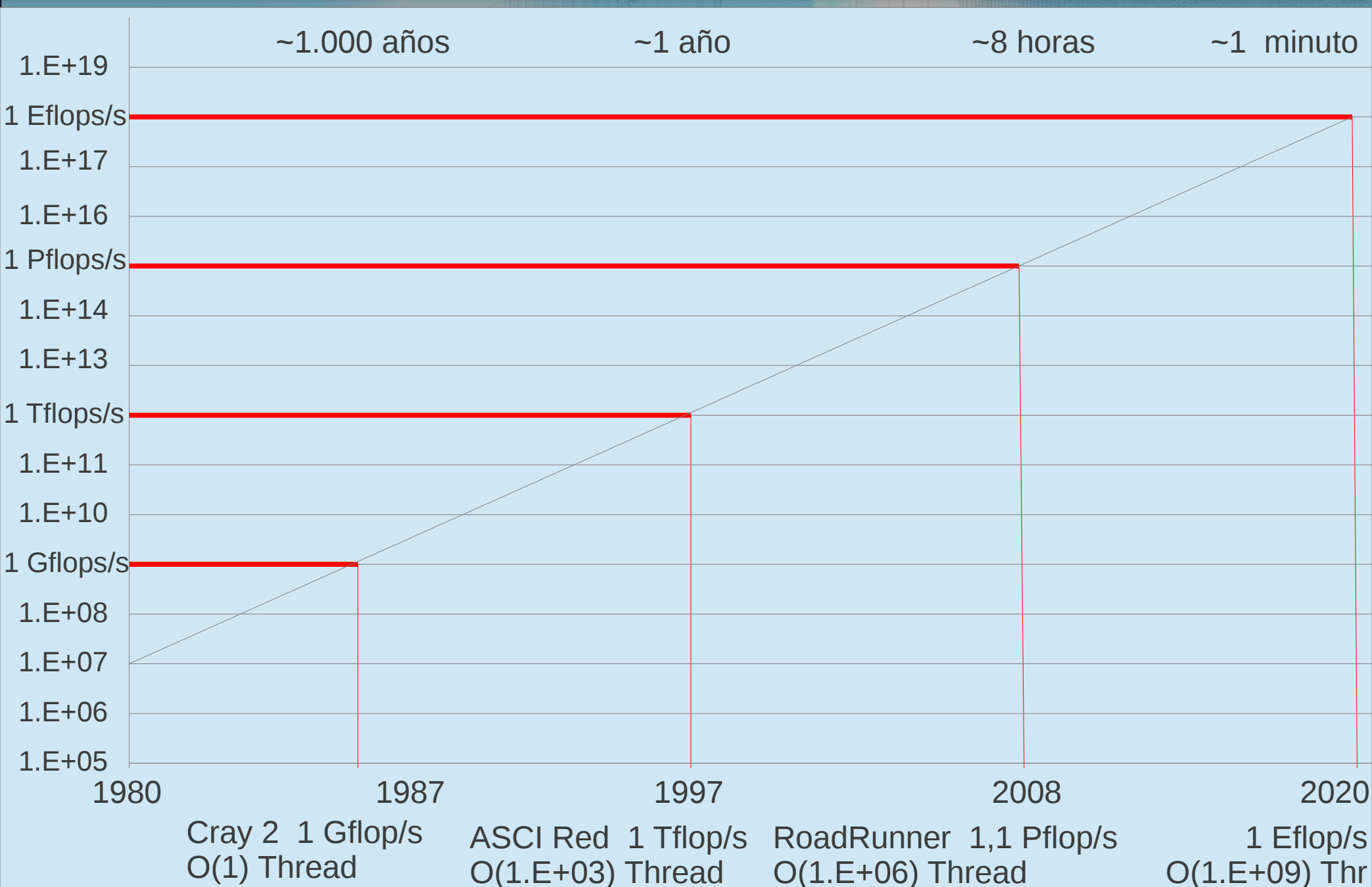
**SIMPLY EXPLAINED - PART 17:
CLOUD COMPLITING**

geek and poke

<http://www.dreig.eu/>

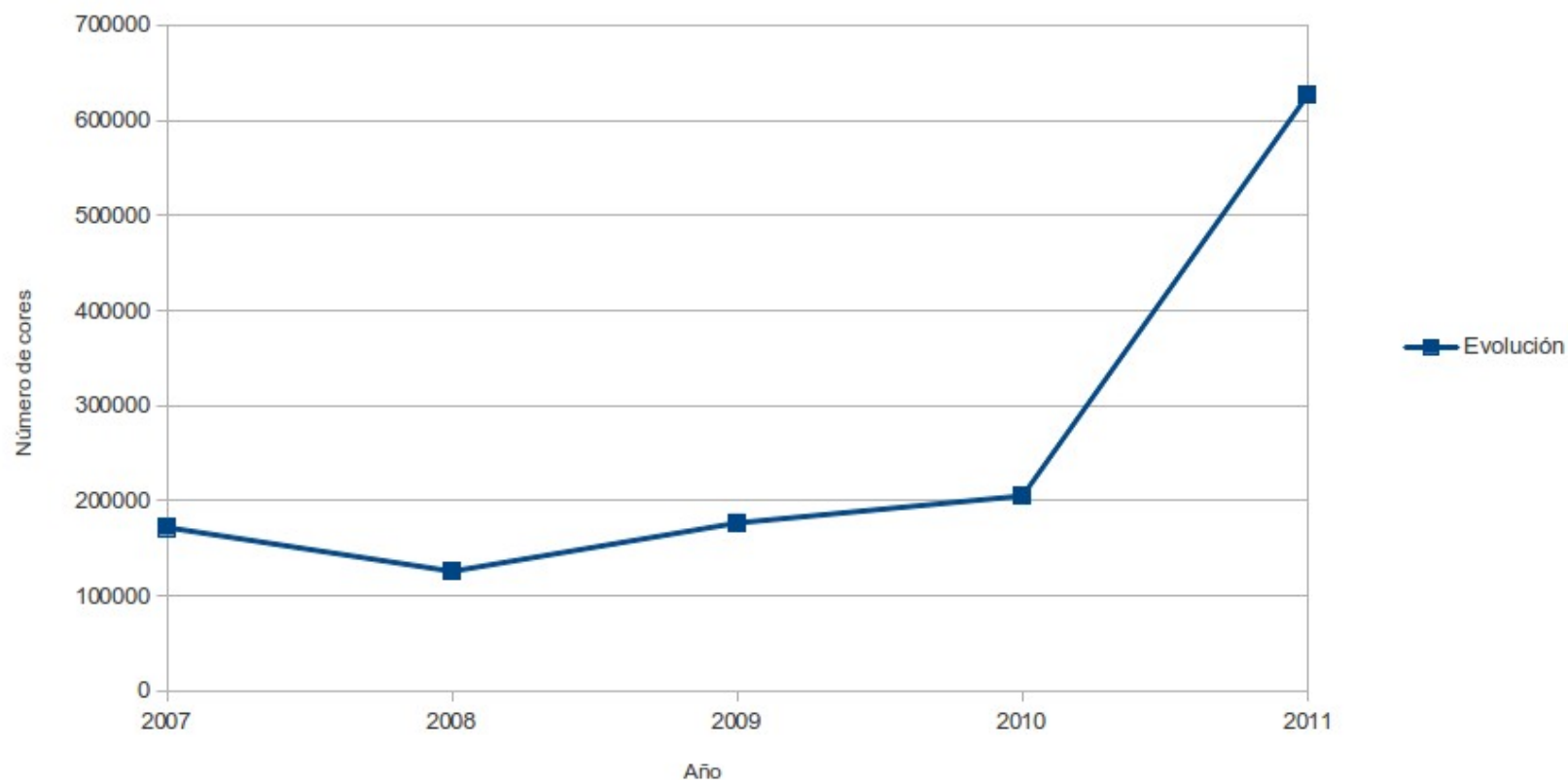


1941	1 floating Point operation por segundo (Flop/s)
1945	100
1949	1.000 (1 KFlop/s)
1951	10.000
1961	100.000
1964	1.000.000 (1 Mflop/s)
1968	10.000.000
1975	100.000.000
1987	1.000.000.000 (1 Gflop/s)
1992	10.000.000.000
1993	100.000.000.000
1997	1.000.000.000.000 (1 Tflop/s)
2000	10.000.000.000.000
2007	478.000.000.000.000 (478 Tflop/s)
2008	1.000.000.000.000.000 (1 Pflop/s)
2011	10.000.000.000.000.000
2012	17.590.000.000.000.000



PROCESADORES

Evolución de cores del primer clasificado en el Top500



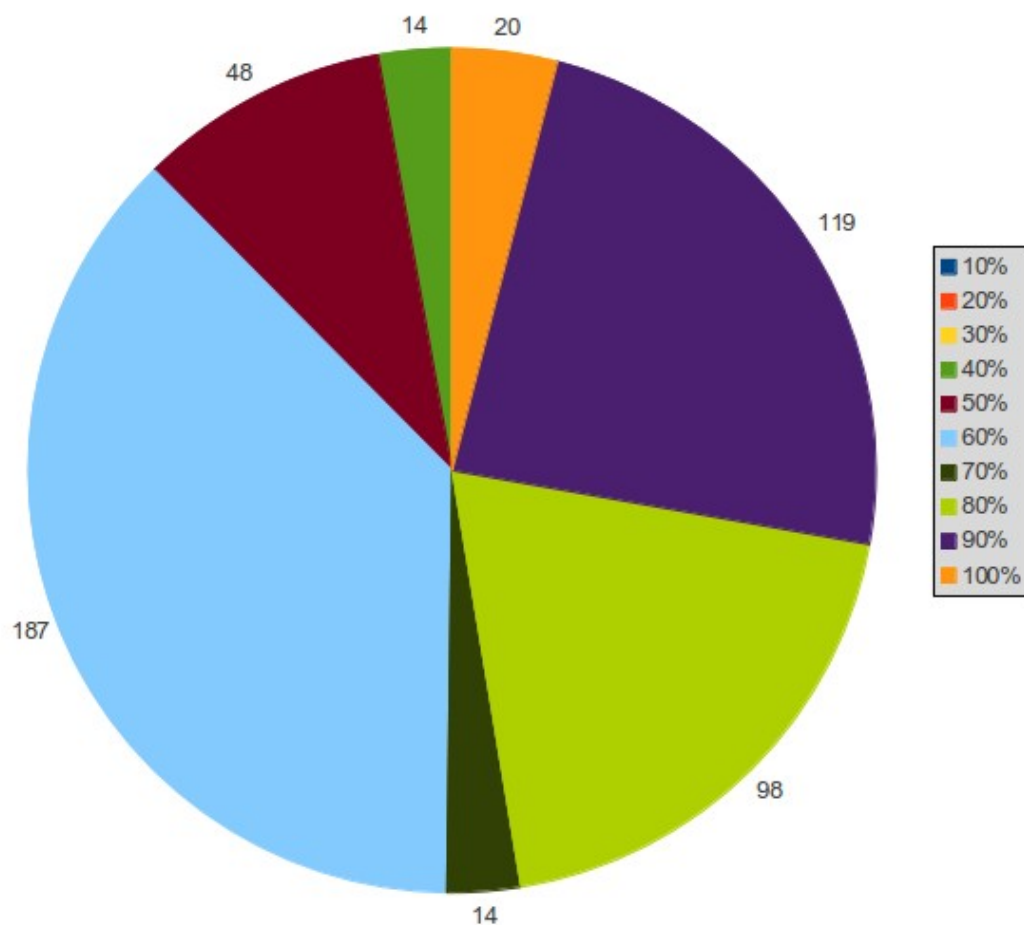
Nº cores Top 1(último lustro)

POTENCIA vs. EFICIENCIA

- Flops/s vs. Watts
- Requerimientos de potencia eléctrica: cantidad de potencia o electricidad necesaria para ejecutar una máquina
- Medir el consumo cuando se ejecuta el bechmark
- Ejemplos de Google y otros CPDs a orillas de rios y en el mar

EFICIENCIA

Número de Supercomputadores del Top500 por porcentaje de eficiencia en 2011



2.- 10 PREDICCIONES EN HPC

- Economía global en HPC sigue creciendo
- En 2010 y 2011 creció el 10% alcanzando 9,5 billones de \$
- Previsión de crecimiento aprox. 7% próximos 5 años
- Bala de plata contra la crisis?

2.- 10 PREDICCIONES EN HPC

- Mayores retos para los datacenter:
 - Potencia.
 - Enfriamiento.
 - Gestión del sistema.
 - Almacenamiento y gestión de datos crece en importancia.
 - Software: top para muchos usuarios.
 - SSDs (Solid-State Drive) alcanzarán su momento.
 - GPUs son los tractores.
 - Carrera mundial en Petascale a plena velocidad.

2.- 10 PREDICCIONES EN HPC

42st HPC User Forum meeting September 2011 (IDC)

- 1.- La ¿recuperación? económica mundial restaurará el crecimiento de HPC.
- 2.- La batalla por el liderazgo del HPC será cada vez más global y estratégica.
- 3.- Más aplicaciones en todo el mundo real se ejecutarán a velocidades Petaflop.

2.- 10 PREDICCIONES EN HPC

42st HPC User Forum meeting September 2011 (IDC)

- 4.- Mayor énfasis en el software (¡¡por fin!!).
- 5.- “Guerras” de procesadores alternativos continuarán activas.
- 6.- La carencia de expertos en HPC continuará creciendo.
- 7.- Bajo consumo energético y capacidad de enfriamiento se convertirán en la mayor preocupación.

2.- 10 PREDICCIONES EN HPC

42st HPC User Forum meeting September 2011 (IDC)

- 8.- Mercado del almacenamiento HPC continuará creciendo más rápidamente que el mercado de los servidores HPC.
- 9.- Infiniband continuará ocupando mercado mientras Ethernet continuará siendo el líder.
- 10.- Cloud crecerá lentamente en HPC, pero encontrará varios nichos?.

3.- HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING

- Los actuales sistemas HPC son explotados por organizaciones de forma privada.
- La demanda de cómputo oscila entre periodos de sobrecarga y de infrautilización.
- IaaS basado en cloud para aplicaciones HPC permite ahorro de costes y mayor flexibilidad.
- En este modelo los recursos elásticos y virtualizados se usan bajo demanda desde proveedores de servicio cloud computing para construir clusteres virtuales como patrones exactos de los requerimientos de los clientes.

3.- HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING

- Aplicaciones científicas y de otros tipos requieren la disponibilidad de un número masivo de ordenadores para experimentos a gran escala.
- Este tipo de necesidades han sido resueltas con soluciones HPC en clusteres y en supercomputadores que son dificultosos de configurar, mantener y operar.
- Cloud computing aporta a este tipo de situaciones un nuevo modelo de uso de la infraestructura de computo.

3.- HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING

- Recursos de cómputo, almacenamiento y las aplicaciones pueden ser dinámicamente aprovisionadas bajo una base pago-por-uso.
- Los recursos pueden ser liberados cuando no sean necesarios.
- Los servicios pueden ser ofrecidos mediante SLA que asegure la QoS deseada.
- HPC como Servicio.

3.- HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING

- Empresas que ofrecen suites robustas de servicios HPCC como:
 - High Performance Computing as a Service (HPCaaS)
 - IT as a Service (ITaaS)
 - Infrastructure as a Service (IaaS)
 - Storage as a Service (STaaS)
 - Disaster Recovery as a Service (DRaaS)
- Servicios diseñados para conocer las necesidades de los efectos visuales, geociencia, datamining, industrias biomédicas y financieras para la creación de animaciones, simulaciones, modelados, etc.

4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

- Ecosistema de Negocio Cloud de la UEx. (Observatorio Tecnológico: HP + UEx + CénitS).
- Ofrece a los usuarios capacidad para configurar y acceder a recursos de infraestructura, publicados como servicios (*IaaS*).
- El *pool* de recursos es virtualizado para las reservas de cada cliente, accesibles tras el despliegue desde la interfaz web.

4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2



4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Explota al máximo las ventajas del *Cloud Computing*:
Flexibilidad, escalabilidad, pago por uso.
- El portal web se comunica vía API con las herramientas de gestión *HP*, que permiten automatizar operaciones de infraestructura.
- La interfaz es fácil de utilizar y permite que usuarios de todos los niveles de experiencia puedan beneficiarse de la tecnología *cloud*.

4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

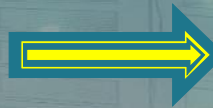
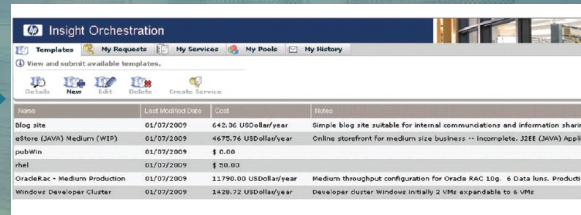


4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

Configuración al más mínimo detalle del servicio deseado, su plazo y solicitarlo cómodamente



se configura el servicio a
medida y se solicita el
despliegue

Name	Last provision date	Cost	Notes
Blog site	01/07/2009	645.96 USDollar/year	Simple blog site suitable for internal communications and information sharing
Blog site (JAWS) Medium (WSP)	01/07/2009	4675.74 USDollar/year	Online storefront for medium size business -- Incomplete. J2EE (JAWS) Appli...
pubwin	01/07/2009	\$ 0.00	
rhel	01/07/2009	\$ 59.00	
OracleRac - Medium Production	01/07/2009	11790.00 USDollar/year	Medium throughput configuration for Oracle RAC 10g - 6 Data files. Production
Windows Developer Cluster	01/07/2009	1426.72 USDollar/year	Developer cluster Windows initially 2 vM expandable to 6 vM

las herramientas de gestión HP
controlan automáticamente
todos los pasos del proceso



en unos minutos, el
servicio está listo para
utilizarse

4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

Configuración al más mínimo detalle del servicio deseado, su plazo y solicitarlo cómodamente



Ecosistema de Negocio Cloud

Universidad de Extremadura




Portal de usuario

Bienvenido/a,
emunozfe@alumnos.unex.es

Cerrar sesión

Opciones de usuario

Servicios de infraestructura

Mis solicitudes realizadas

Mis servicios desplegados

Factura de servicios

Configuración del servicio

Software: CPU: RAM: Disco:

Período del servicio		Notas
Fecha inicio	Fecha fin	
☒ Ahora	☒ Nunca	
☐ 02/12/2010 12:00	☐ 02/12/2010 12:00	

Caracteres restantes: 500

Resumen del servicio

Configuración	Coste			
	Concepto	Cantidad	Precio (€/h)	Importe (€/h)
Software base	Software base + Disco principal + IP			
Núcleos CPU	Núcleos CPU			
RAM	RAM (GB)			
Disco	Disco (GB)			
TOTAL (€/h)				

Solicitar Restablecer

emunozfe@alumnos.unex.es

Observatorio Tecnológico HP - Universidad de Extremadura
Escuela Politécnica de Cáceres - 2009/2010

juroca04@alumnos.unex.es

4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

Permite conocer el estado de los servicios y trabajar con ellos de forma sencilla



Ecosistema de Negocio Cloud

Universidad de Extremadura



Portal de usuario

Bienvenido/a,
emunozfe@alumnos.unex.es

[Cerrar sesión](#)

Opciones de usuario

- Servicios de infraestructura
- Mis solicitudes realizadas
- Mis servicios desplegados
- Factura de servicios

	Nombre	Estado	Fecha inicio	Fecha fin	Precio (€/h)	Plantilla software
☐	SERV000021	☒ UP	02/12/2010 11:33	---	1,59	Windows Server 2008 R2 Enterprise + Virtual Box
☒	SERV000023	☒ UP	02/12/2010 11:40	31/01/2011 23:30	1,71	Windows Web Server 2008 R2 + XAMPP
☐	SERV000022	☐ RESERVED	06/12/2010 08:00	31/12/2010 22:00	1,62	Windows Server 2008 R2 Datacenter + Oracle 11g R2

SERV000023	
Plantilla software	Windows Web Server 2008 R2 + XAMPP
Núcleos CPU	1 core
RAM	4 GB
Almacenamiento	20 GB
Dirección IP	10.132.9.103
Notas	Servicio C

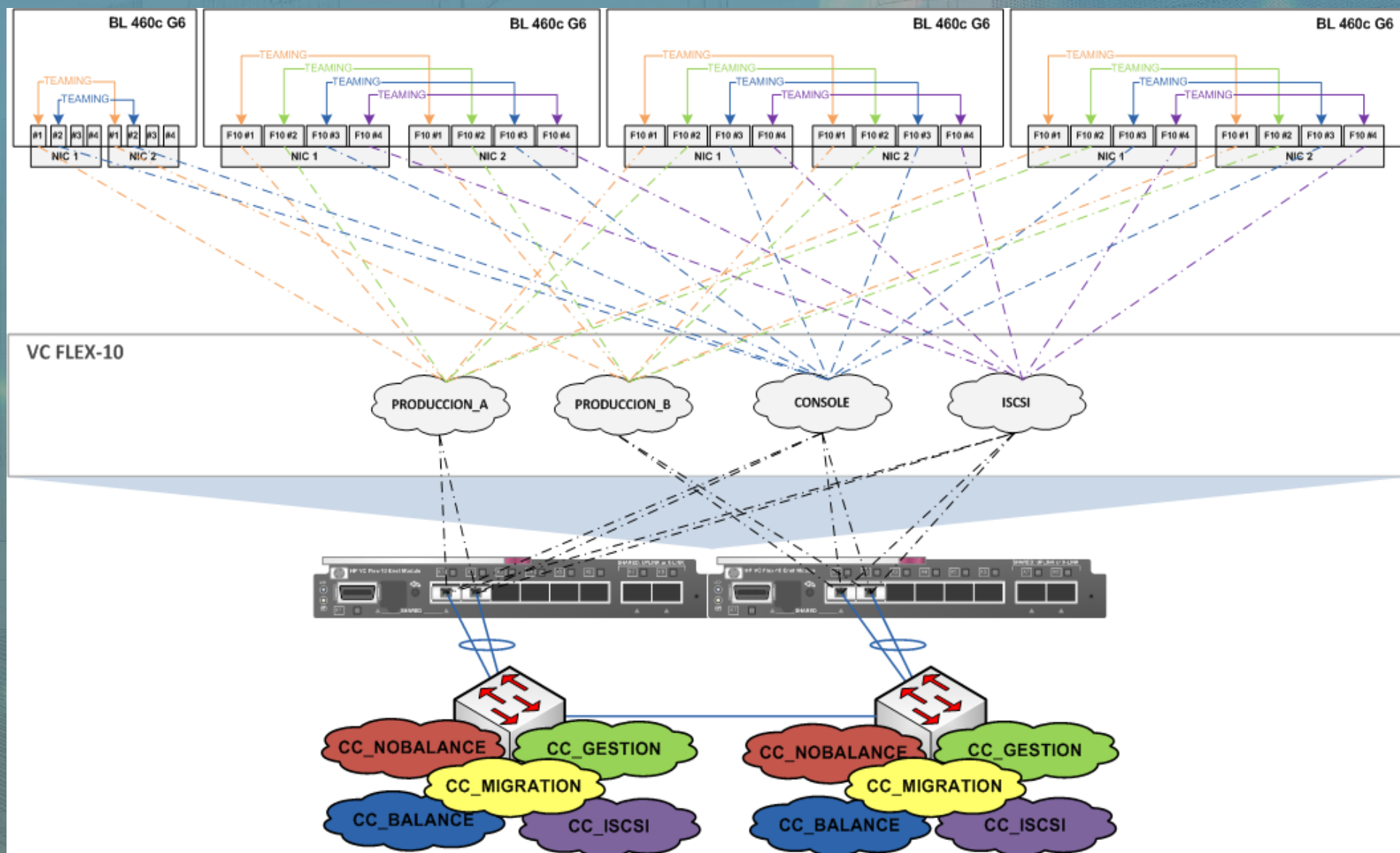
☒ Nunca [Cambiar fecha](#)

☐ 02/12/2010 [12:00](#)

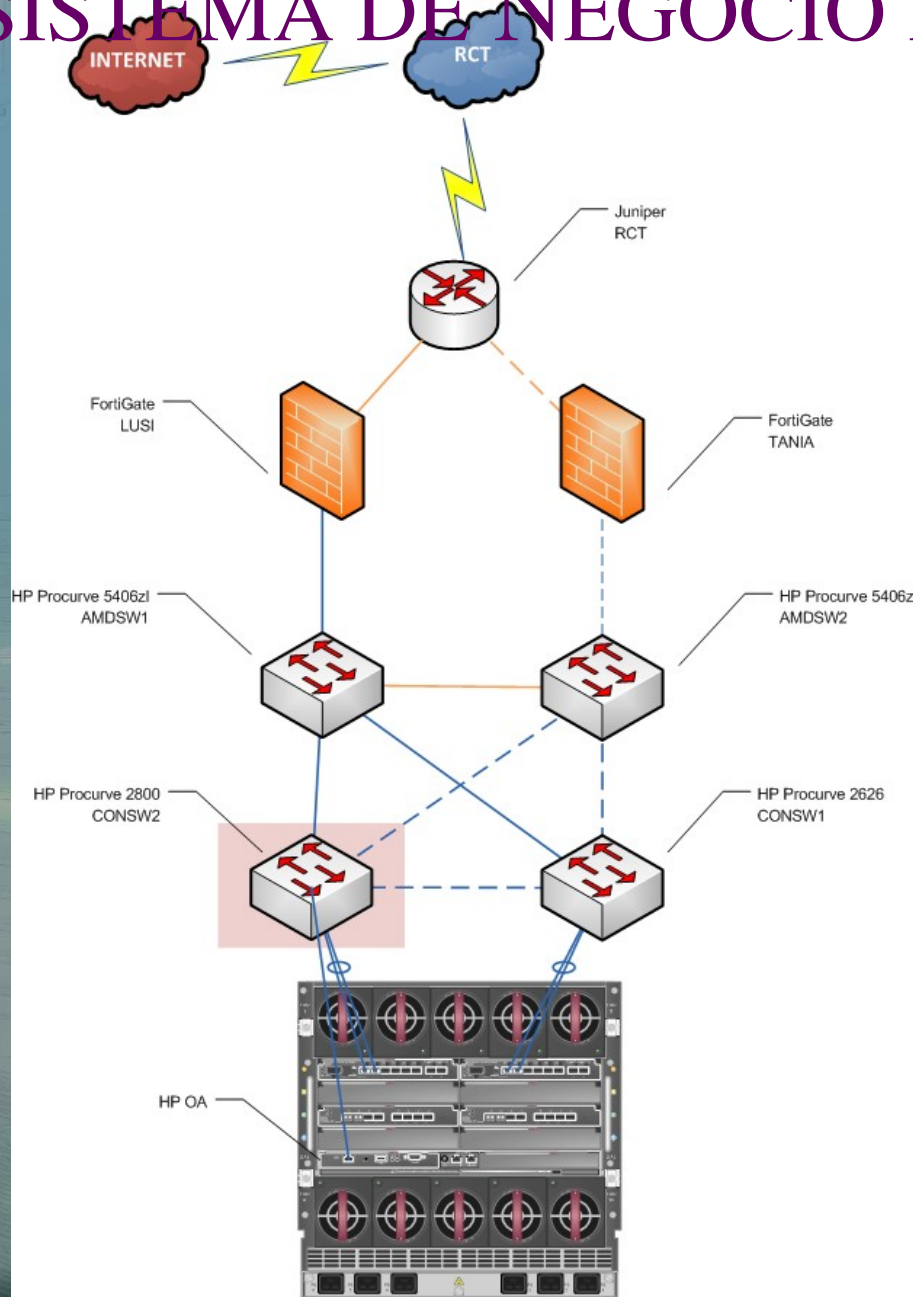
[Encender servicio](#) [Apagar servicio](#)

[Conexión RDP](#) [Eliminar servicio](#)

4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

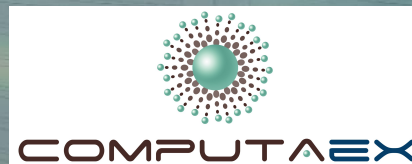


4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

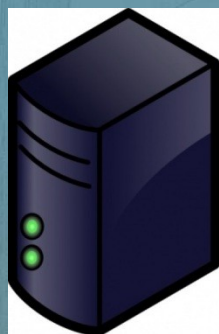


4.- ECOSISTEMA DE NEGOCIO HPC2

Observatorio Tecnológico

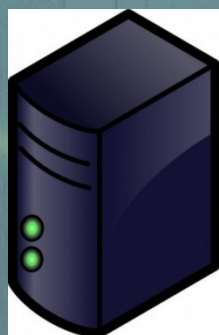


5.- RESECUENCIACIÓN DE EXOMAS



GILDER XENSERVEN HOST

8xCPU
24 GB RAM



MENDEL POOL CÉNITS - MASTER

16xCPU
32 GB RAM



DARWIN POOL CÉNITS - SLAVE

16xCPU
64 GB RAM



ALMACENAMIENTO

2 x EVA 8100
(208 x FC x 450GB)
+
(128 x FATA x 1TB)
aprox. **260 TB** HDD

5.- RESECUENCIACIÓN DE EXOMAS

Nivel 1: Virtualización



Virtualización simple

Un equipo → Varios proyectos

Empezamos con:

- **2 equipos**
- **6 proyectos**

Nivel 2: Virtualización escalada

POOL CénitS



8xCPU
+
16xCPU
+
16xCPU
=

40xCPU



24GB RAM
+
32GB RAM
+
64GB RAM
=

110GB RAM



PROYECTO A



PROYECTO C



PROYECTO E



PROYECTO G



PROYECTO B



PROYECTO D



PROYECTO F



PROYECTO H

Virtualización escalada

Varios equipos → Todos los proyectos

Actualmente:

- **3 equipos**
- **20 proyectos**

5.- RESECUENCIACIÓN DE EXOMAS

Nivel 2: Virtualización escalada

POOL CénitS



8xCPU
+
16xCPU
+
16xCPU

=

40xCPU



24GB RAM
+
32GB RAM
+
64GB RAM

=

110GB RAM



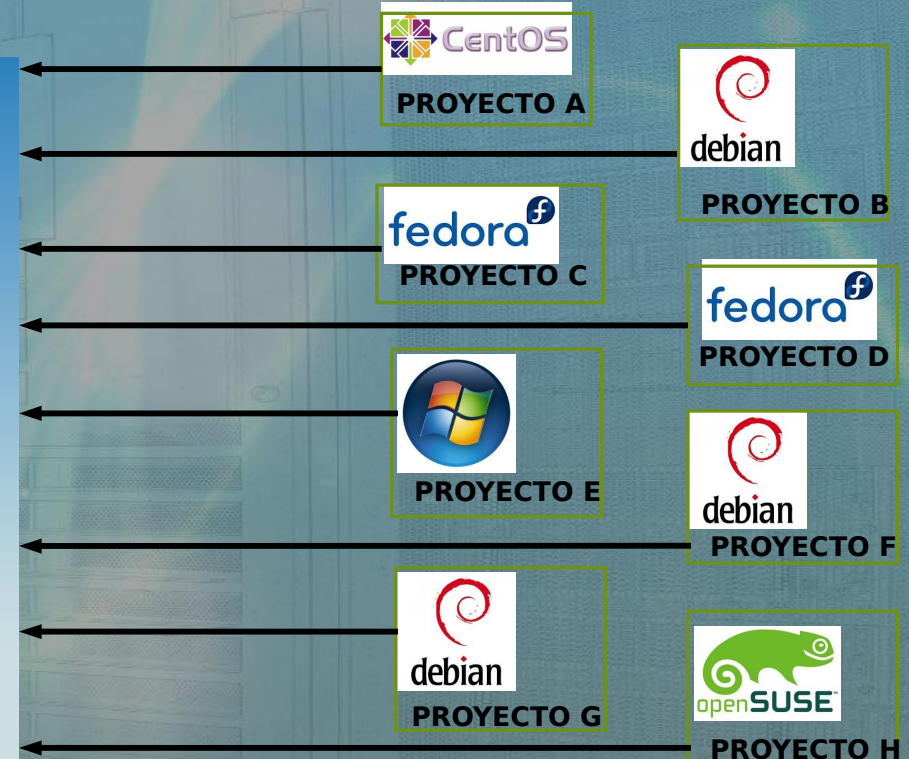
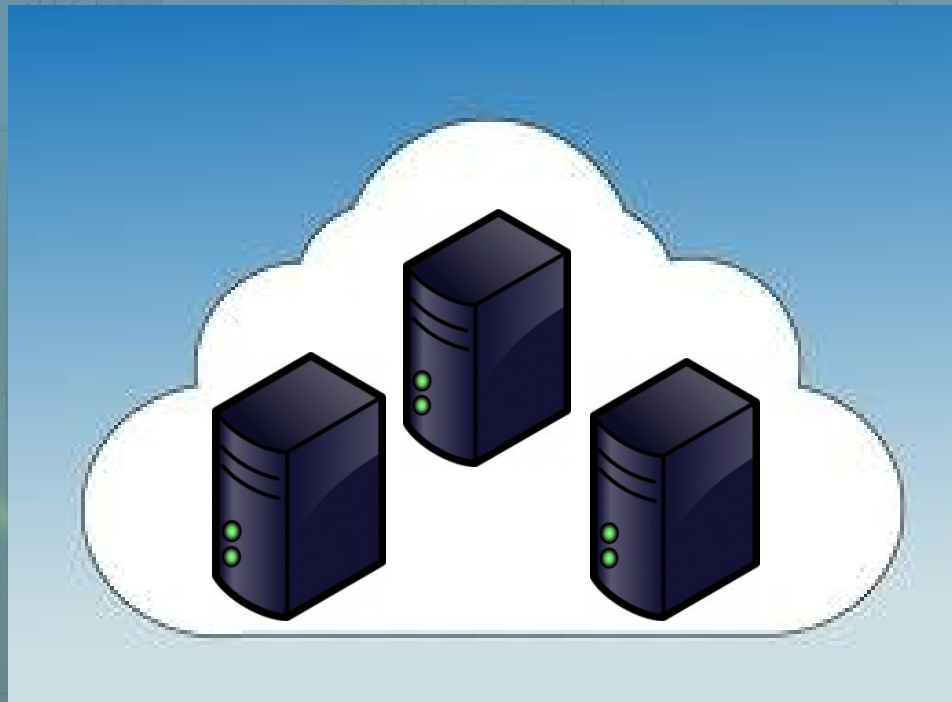
VENTAJAS

- Ajuste de recursos en caliente
- Compartición de recursos en tiempo real
- Alto grado de control de los sistemas
- Resistente a caídas parciales del sistema

ASPECTOS A MEJORAR

- Coste de puesta en marcha y personalización del servicio
- Independizar recursos virtuales de los reales
- Escalabilidad completa
- Flexibilidad completa

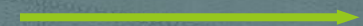
Nivel 3: Cloud Computing



OBJETIVO:
Alcanzar el Ecosistema Cloud

- Servicio por demanda
- Disminución de costes
- Escalabilidad de recursos
- Flexibilidad en sistemas

¿NECESIDADES?



5.- RESECUENCIACIÓN DE EXOMAS

NOMBRE	S.O.	CPU	RAM	HDD
CRICK	CentOS	16	24 GB	2 TB
WATSON	Win	8	8 GB	400 GB

Análisis Secundario

Análisis Terciario

¿Es posible ofrecer un servicio de este tipo en la nube?

Sí

- Infraestructura virtualizada: XenServer
- Plataforma Cloud: OpenNebula
- Adaptación de servicios de genética: Bioscope, Lifescope, IGV, ChAS ...

6.- CONCLUSIONES

- Actualmente Petascale, corto plazo Exascale con entre 10 millones y 100 millones de elementos de procesamiento.
- Almacenamiento 3D en máquinas de almacenamiento de memoria.
- Interconexión óptica dentro y fuera de los sistemas.
- Entre 10-100 Pbytes de memoria principal y buses ópticos.

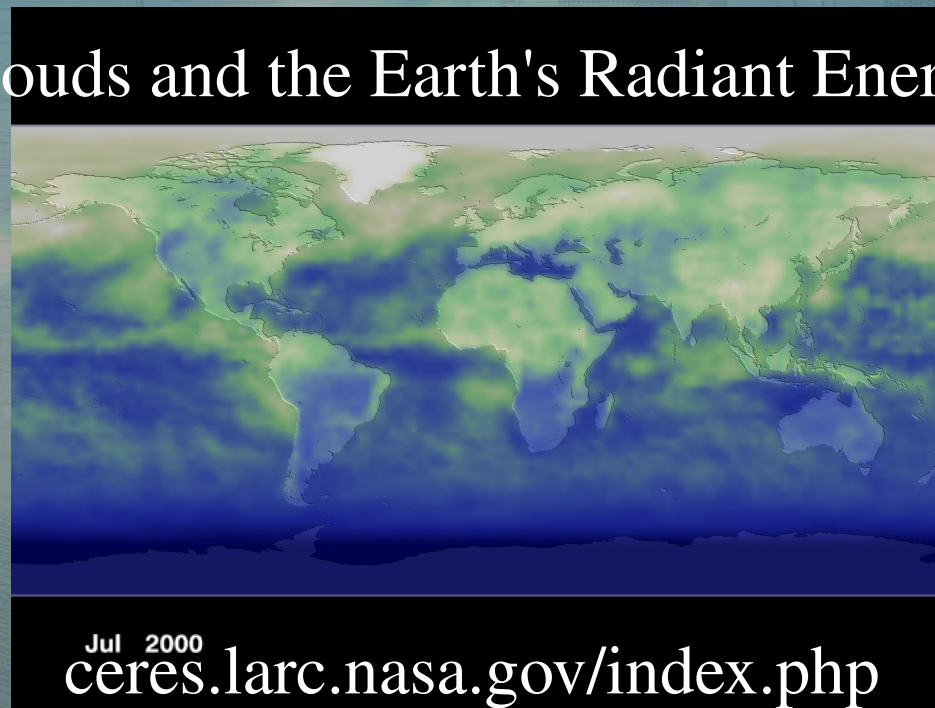
6.- CONCLUSIONES

- Factor limitante: volumen de electricidad necesario para calentar y enfriar estos supercomputadores.
- Reinterpretar ley de Moore: No se dobla el número de circuitos en un chip, sino doblar el número de hilos de ejecución cada dos años. Preverlo en el desarrollo de software.
- 1.000.000 de hilos de ejecución concurrentes gestionados con programación de los 60 (C, Fortran) que usan MPI para el paso de mensajes que no darán el nivel de productividad necesario cuando se alcancen los niveles de computación Exascale.



© Ismael Pan: I Congreso Internacional de observadores de nubes

CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System)



V JORNADAS DE SUPERCOMPUTACIÓN Y AVANCES EN TECNOLOGÍA HIGH PERFORMANCE CLOUD COMPUTING: SUPERCOMPUTACIÓN EN NUBE

Universidad de Extremadura
Escuela Politécnica de Cáceres
19-20 Noviembre de 2012

joseluis.gonzalez@cenits.es