

Tema 4: Grid Computing

Sistemas Distribuidos

Marcos Novalbos

Limitaciones de clusters

- Mantenimiento:
 - La ampliación de un cluster es costosa en grandes tamaños.
 - Es una solución escalable ... pero ¿hasta que punto?
- Recursos infrautilizados:
 - Los clusters son instalaciones dedicadas.
 - Un organización típica desperdicia millones de ciclos de computo en sus ordenadores personales.
- Siempre existe un problema mas grande

Grandes retos computacionales

- Problemas científicos mas importantes a los que se enfrenta el ser humano que requieren del uso de recursos computacionales para resolverlos
- Para enfrentarse a ellos hay que desarrollar nuevos mecanismos computacionales, hardware y software
- Su resolución implica también un avance fundamental en las tecnologías de la computación

Grandes retos computacionales

- Problemas que los ordenadores **todavía** no pueden resolver fácilmente

Aerospace:



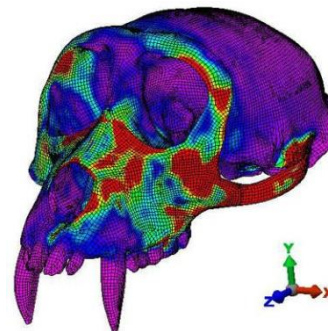
Biology:



E-commerce:



Earth sciences:

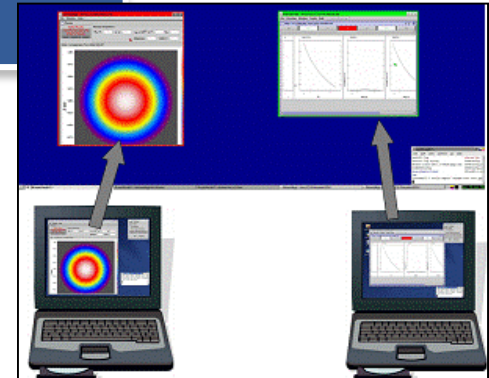


¿Cómo resolver el problema?

Cluster
computing



Internet
computing



Grid
computing

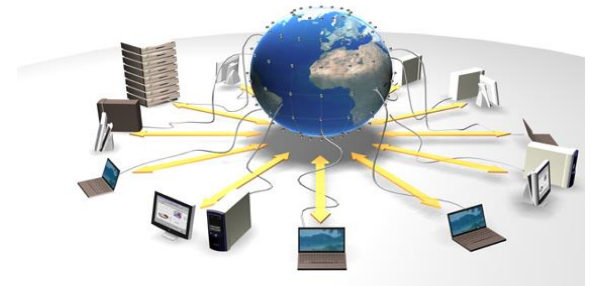


¿Cloud Computing?



Grid computing

- La computación grid permite el acceso a recursos computacionales geográficamente dispersos
- Tipos de recursos
 - Potencia computacional
 - Almacenamiento
 - Equipos para aplicaciones específicas
- Grid utiliza protocolos de Internet e ideas de la computación paralela y distribuida
- Soporte de computación y almacenamiento para aplicaciones que necesitan una gran capacidad de cómputo y requieren análisis de un gran número de datos



Computación como servicio

- Analogía del suministro eléctrico: Power Grid
 - Modelo arcaico: Cada usuario tiene un generador en su casa
 - Caro, poco fiable, al alcance de pocos, fomenta soluciones particulares difíciles de generalizar...
 - Modelo moderno: Cada usuario se conecta a una red que proporciona electricidad como servicio
 - Fiable, siempre disponible, al alcance de muchos, con calidad de servicio establecida...

Grid

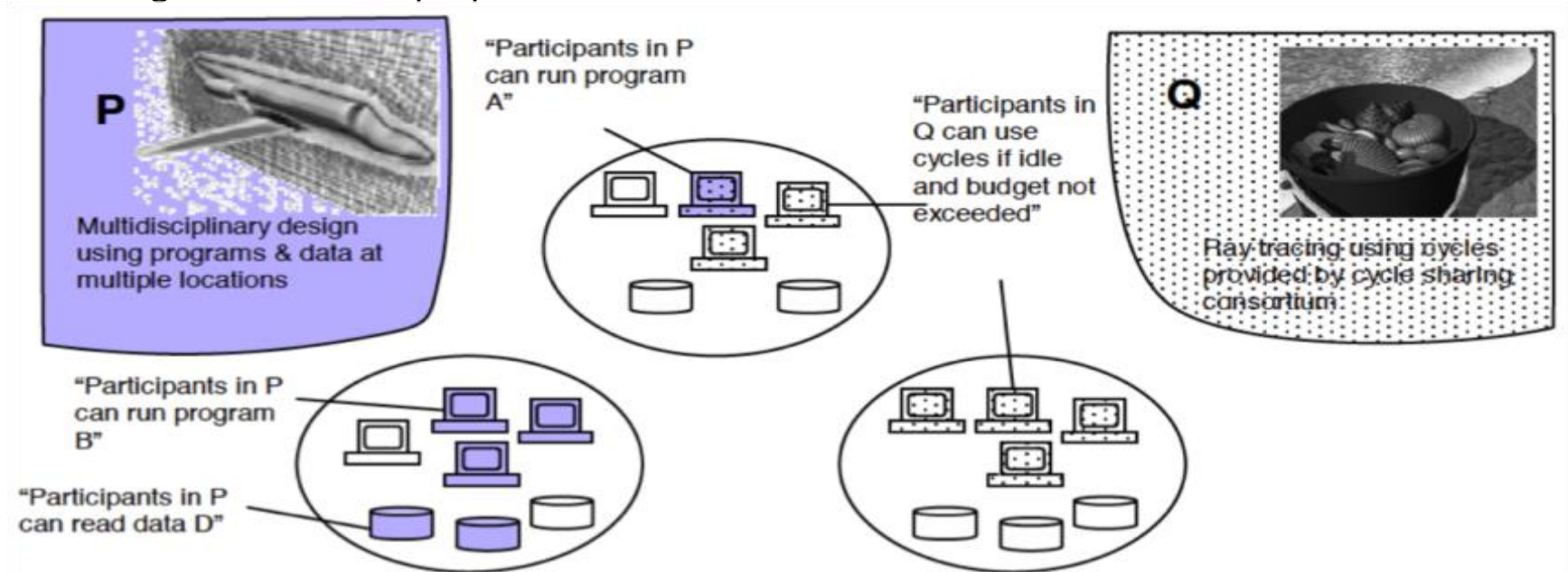
- Un Grid se puede definir como:
 - “... **coordinate resources** that are not subject to centralized control
..... using standard, open, general-purpose **protocols** and **interfaces**”
[Ian Foster, What is the grid? (2002)]
- Ampliando la definición:
 - Los recursos de cómputo y de almacenamiento se encuentran distribuidos geográficamente en “sitios”
 - Los “sitios” se encuentran habitualmente conectados mediante redes de área extensa (WAN)
 - Cada sitio suele estar formado por un cluster de red de área local (LAN)
 - Permite la compartición de recursos entre diferentes organizaciones

Escenario

- Compartición de recursos flexible, **segura** y coordinada entre individuos e instituciones
- Permite a comunidades (***organizaciones virtuales***) compartir recursos geográficamente dispersos para alcanzar un objetivo común
 - En aplicaciones que no pueden ser abordadas con los recursos de una única organización
 - O en aquéllas donde los resultados puedan ser obtenidos más rápidamente o con menor coste

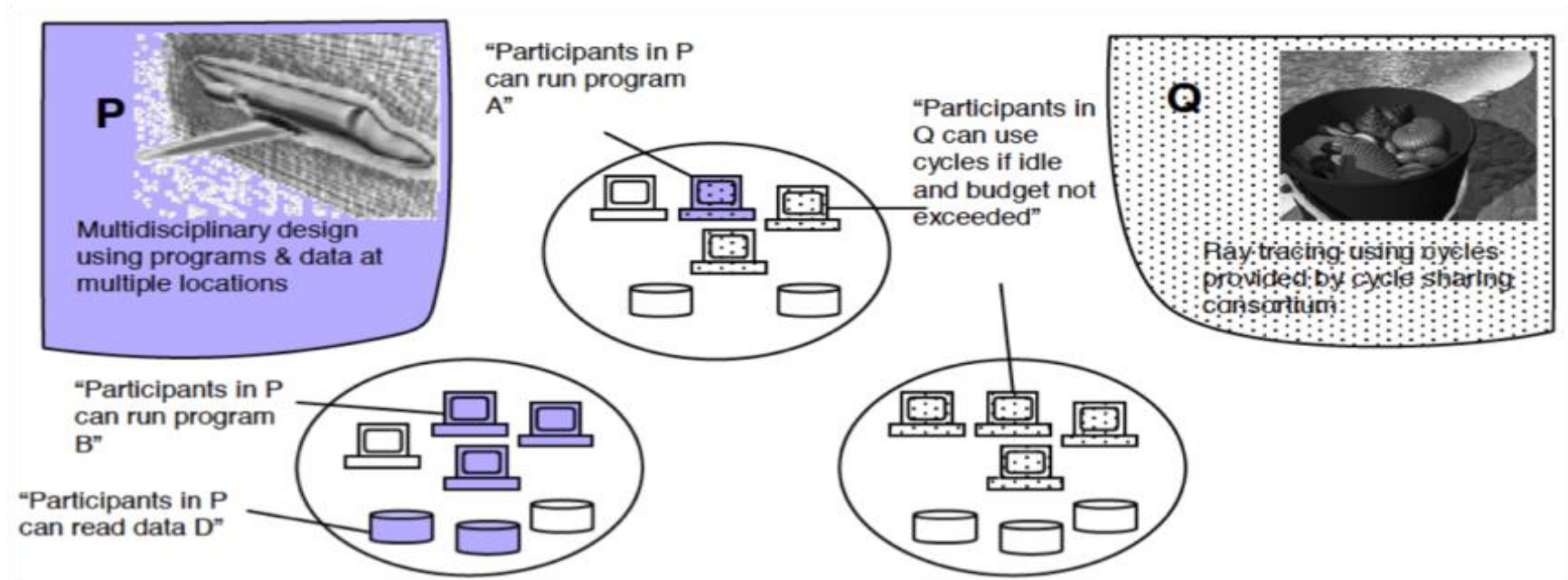
Organizaciones virtuales

- Tienen una actividad común
 - Conjunto de individuos y/o organizaciones que colaboran mas allá de las fronteras institucionales
 - Comparten un conjunto de reglas
 - Incluyen recursos y servicios
 - Más grandes o más pequeñas



Organizaciones virtuales

- Pueden corresponderse, o no, con una organización real
- Coordinación en la resolución de problemas
 - Distribución y Colaboración
 - Confianza, políticas, negociación, pago



Beneficios del Grid

- Potencia de cómputo virtualmente ilimitada
- Posibilidad de eliminar los cuellos de botella de determinados procesos (eligiendo los recursos más apropiados en cada momento)
- Posibilidad de aprovechar los recursos de múltiples organizaciones (posiblemente dispersas)
- Integración de sistemas y dispositivos heterogéneos
- Escalabilidad
- Adaptabilidad. La volatilidad del escenarios es una característica inherente al grid

Estado del arte

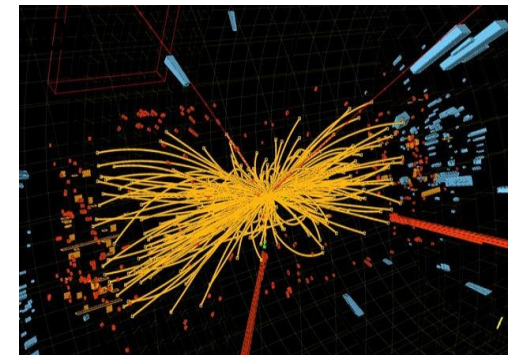
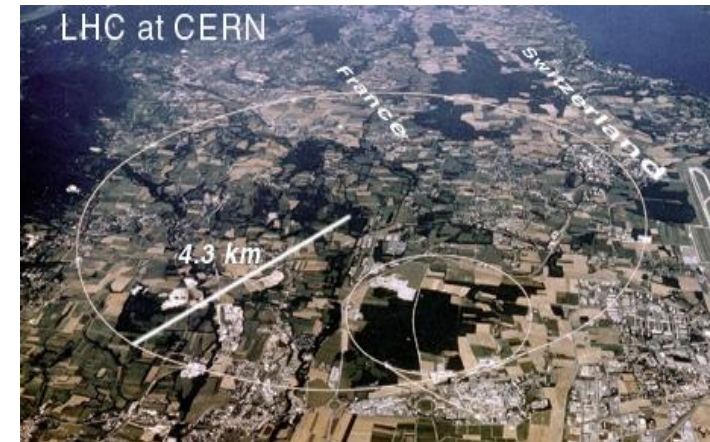
- Es necesario bastante experiencia para poder utilizar de manera eficiente la tecnología Grid
- Necesidad de estandarización
 - Existen muchos proyectos Grid
 - Las distintas implementaciones tienen que poder comunicarse entre ellas
 - Open Grid Forum (GGF)
 - <http://www.ogf.org>
 - Estandarización de Grid Services, protocolos e interfaces.

Proyectos Grid

- Internet computing
 - Seti@home setiathome.ssl.berkeley.edu
 - Folding@home folding.stanford.edu
- Proyectos Grid Europeos
 - LHC Computing GRID (LCG) cern.ch/lcg
 - European Grid Infrastructure (EGI) www.egi.eu
- Proyectos Grid Norteamericanos
 - TeraGrid (2011) www.teragrid.org
 - XSEDE www.XEDE.org

Ej: Proceso intensivo de datos

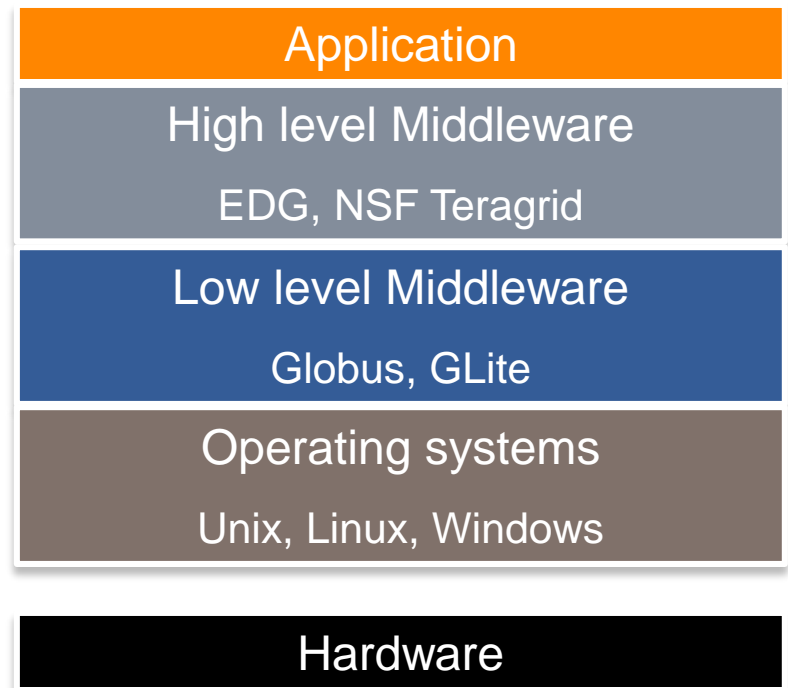
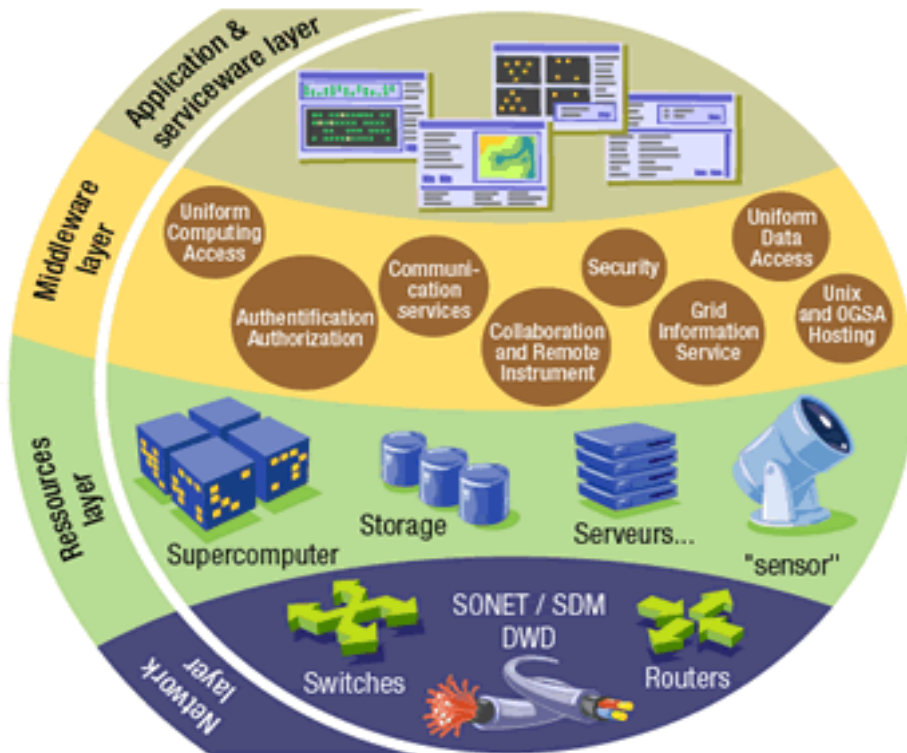
- Sistemas que generan un flujo de datos a alta velocidad que debe ser analizado en tiempo real
- Experimentos de física de alta energía (CERN)
 - Proyectos
 - LHC
 - Alice (computer engine)
 - ATLAS
 - CMS (gestión de contenidos)
 - 100 PetaBytes almacenados
 - 25 PetaBytes / año
 - 1.750 billones de eventos o colisiones
 - Selección de 17000 millones de sucesos
 - ATLAS:
 - 3.000 científicos
 - 176 instituciones de 38 países



Arquitectura

Arquitectura del Grid

- Diversas alternativas, con elementos comunes



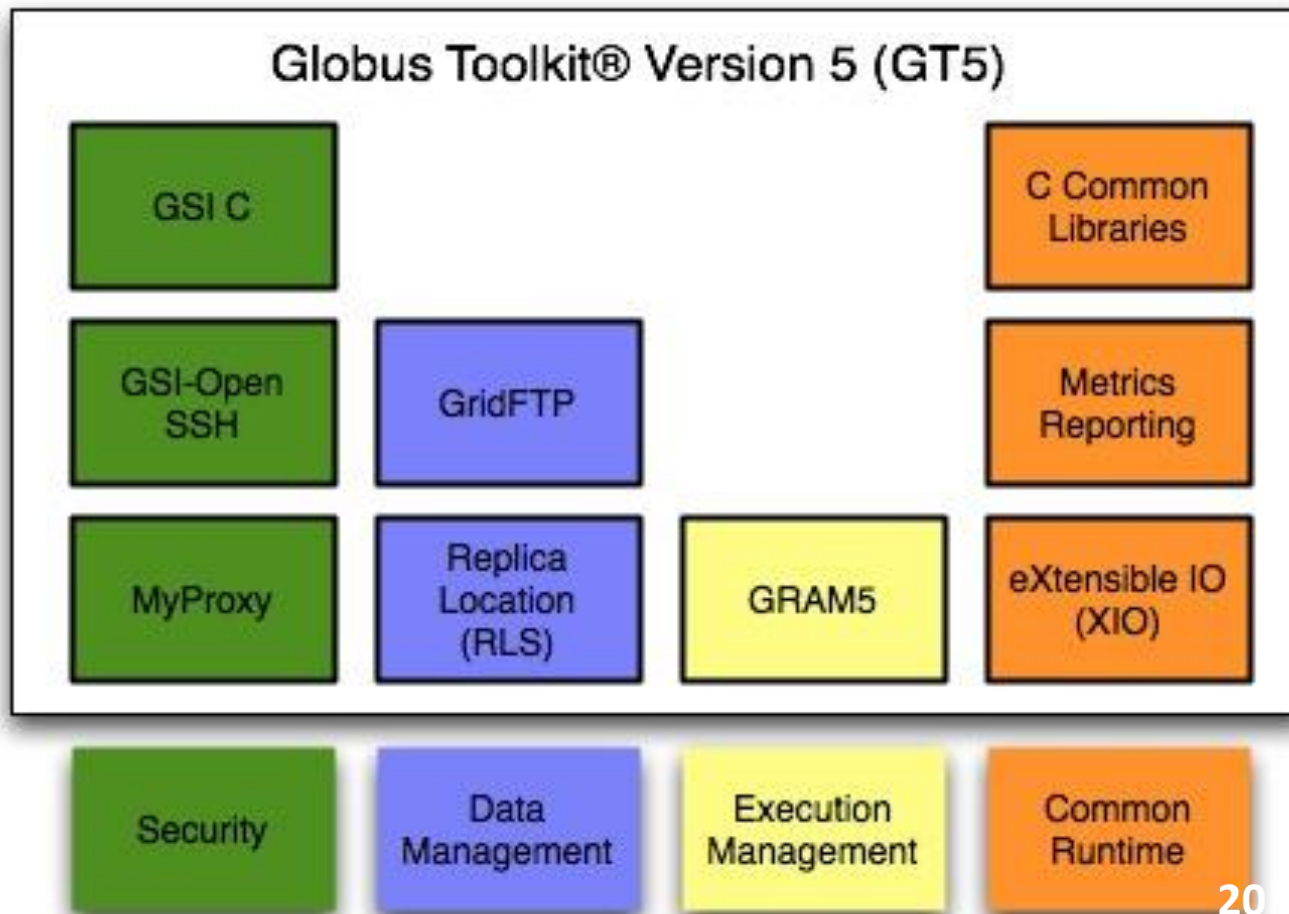
Middleware Grid

- Recursos + Middleware = **Infraestructura Grid**
 - Hace posible el grid como tal
- La infraestructura Grid es la base para proporcionar servicios Grid
 - En la analogía de la red eléctrica, sería la red eléctrica en si misma junto con los mecanismos de control y gestión
- Distintos tipos (o capas) de middleware
 - Grid fabric: SGE, Condor Hawkeye, Ganglia
 - Core Grid middleware: Unicore, Globus, gLite, XtremOS
 - User level Grid middleware: OGSA
 - Grid portals: GridSphere, Portal and Gateway Toolkit
- Estándar de facto: **The Globus Toolkit** (Core Grid middleware)

Globus toolkit

- The Globus Toolkit está considerado como el estándar de facto de la tecnología Grid (core grid middleware)
 - Construye servicios Grid middleware
 - Permite desarrollar aplicaciones Grid
 - Open source
 - Utilizado en múltiples proyectos Grid
 - Provee interfaces y protocolos que posibilita el acceso a recursos remotos como si fueran locales
 - Incluye librerías para:
 - Monitorización y búsqueda de recursos
 - Gestión de ficheros
 - Seguridad
- Basado en OGSA

Globus toolkit



OGSA: Open Grid Services Architecture

- Enfoque común propuesto por el Open Grid Forum (OGF), la Globus Alliance e IBM
- Convergencia hacia los servicios Web (pero con estado)
 - Servicios de infraestructura
 - Servicios para la gestión de la ejecución de trabajos
 - Servicios de datos
 - Servicios para la gestión de recursos
 - Servicios de seguridad
 - Servicios de auto-control
 - Servicios de información



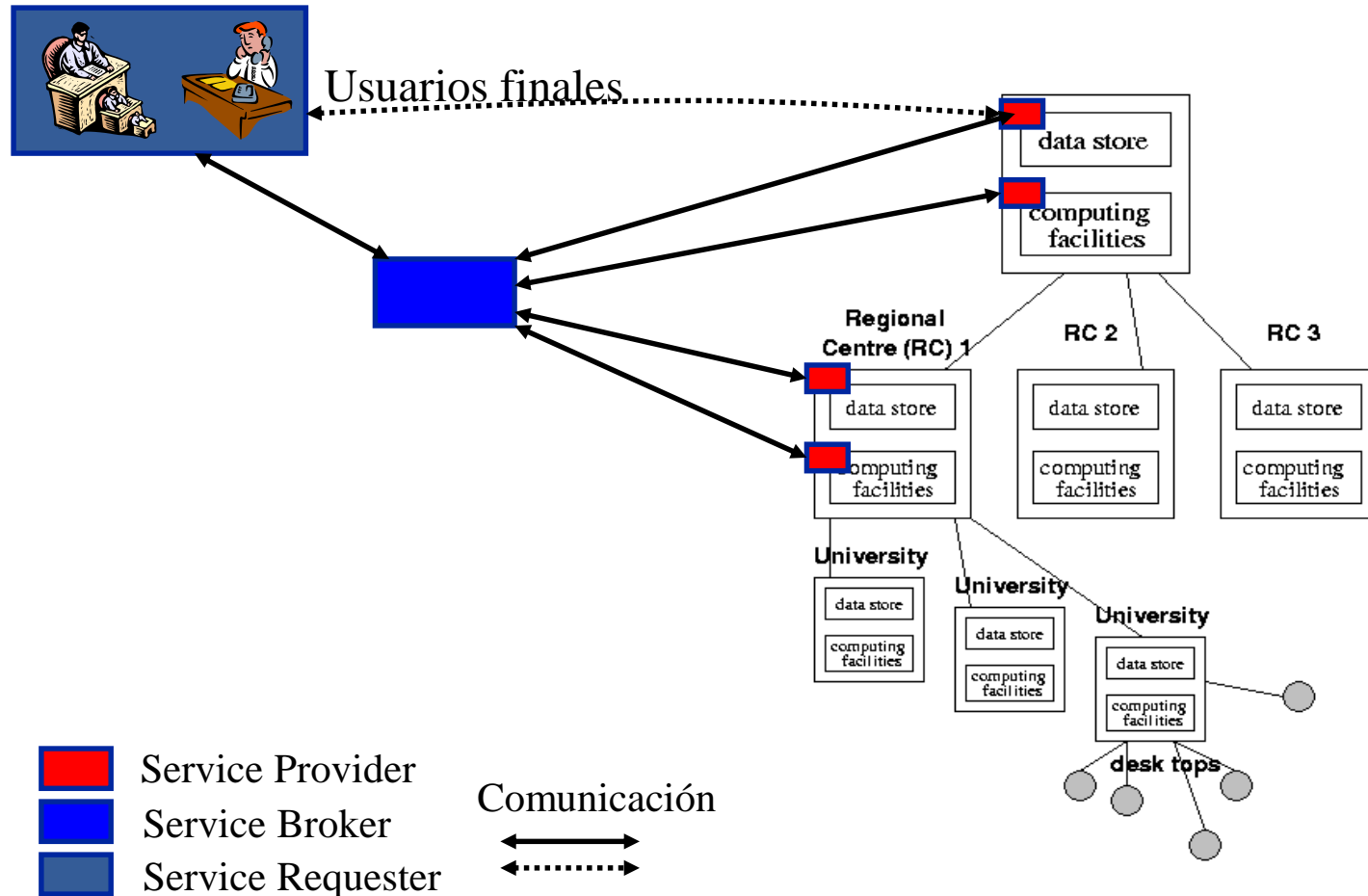
Servicios que ofrece un Grid

- **Servicios de cómputo:** Information Power Grid (IGP) de la Nasa, World LHC Computing Grid (WLCG), NSF TeraGrid
- **Servicios de datos:** European Data Grid (EDG)
- **Servicios de aplicaciones:** NetSolve/GridSolve
- **Servicios de información**

Localización de recursos

- Para poder usar los recursos que ofrece el Grid hace falta un intermediario
 - Los recursos son dinámicos (pueden entrar y salir del grid)
 - No sabemos cuáles están disponibles en cada momento
 - Ni cuáles son los más adecuados a nuestras necesidades
- Servicio de **brokering**
 - Identificación
 - Caracterización
 - Evaluación
 - Selección
 - Asignación

Servicio de Brokering



Servicio de Brokering

- Clasificación de brokers

- **Orientados a los clientes**

- Seleccionan los servicios que más se adecuan a las necesidades de los usuario
 - No tienen en cuenta al resto de usuarios del grid y sus solicitudes de recursos
 - Ejemplo: Gridway

- **Orientados al sistema**

- Visión global de todos los recursos y clientes del grid
 - Maximizan el aprovechamiento del sistema
 - Normalmente son entidades independientes
 - Un único punto de fallo y cuello de botella
 - Jerarquía de brokers
 - Ejemplo: Nimrod/G

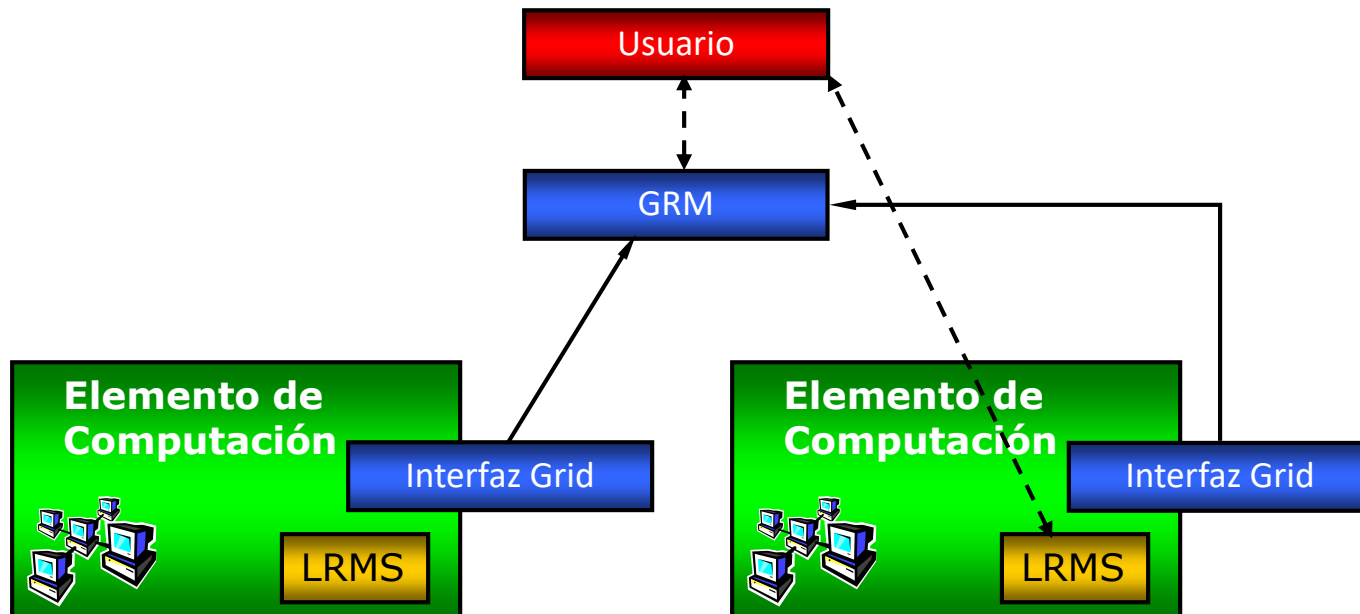
Gestión de Recursos

Gestión de recursos

- La gestión de recursos incluye el uso eficiente de recursos de almacenamiento y de computo
 - Tiempo de procesador
 - Memoria
 - Almacenamiento
 - Red
- Transparente al usuario
- Interactúa con el resto de componentes del Grid

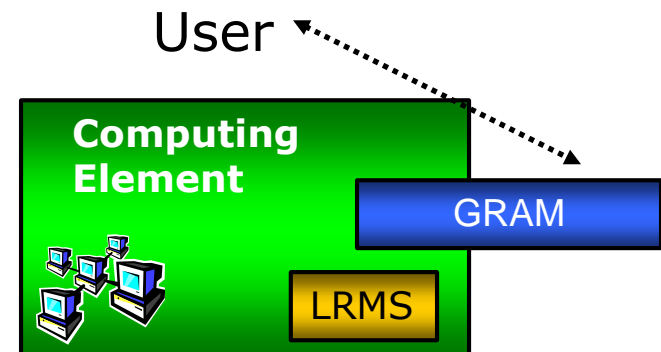
Gestión de recursos

- Local Resource Management System (LRMS) gestiona los recursos locales de computación
- Global Resource Management (GRM) gestiona múltiples elementos de computación



Grid Resource Allocation Manager

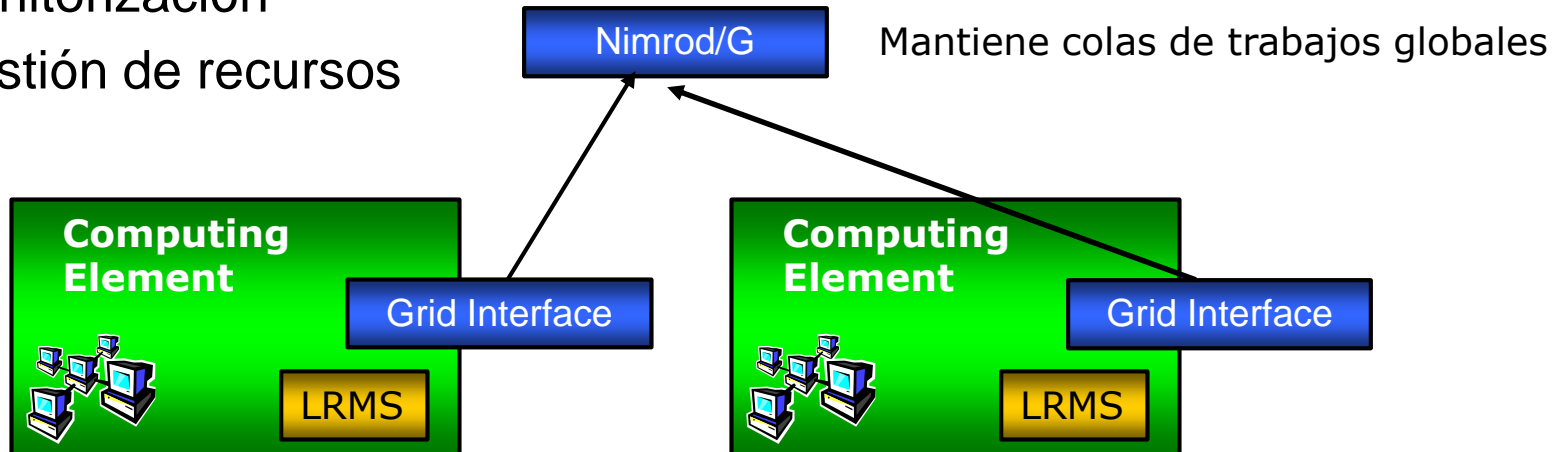
- Características
 - Provee una interfaz Grid para Local Resource Management System
 - Encargado del envío y control de trabajos
 - Simplifica el uso de sistemas diferentes (Ej: Condor, PBS, LSF) ofreciendo una interfaz común
 - Es necesario especificar la maquina de ejecución
- GRAM no es:
 - Planificador
 - Broker



Nimrod/G

■ Características

- Colas de trabajos globales
- Planificación por recursos y económica
- Descubrimiento de recursos
- Monitorización
- Gestión de recursos

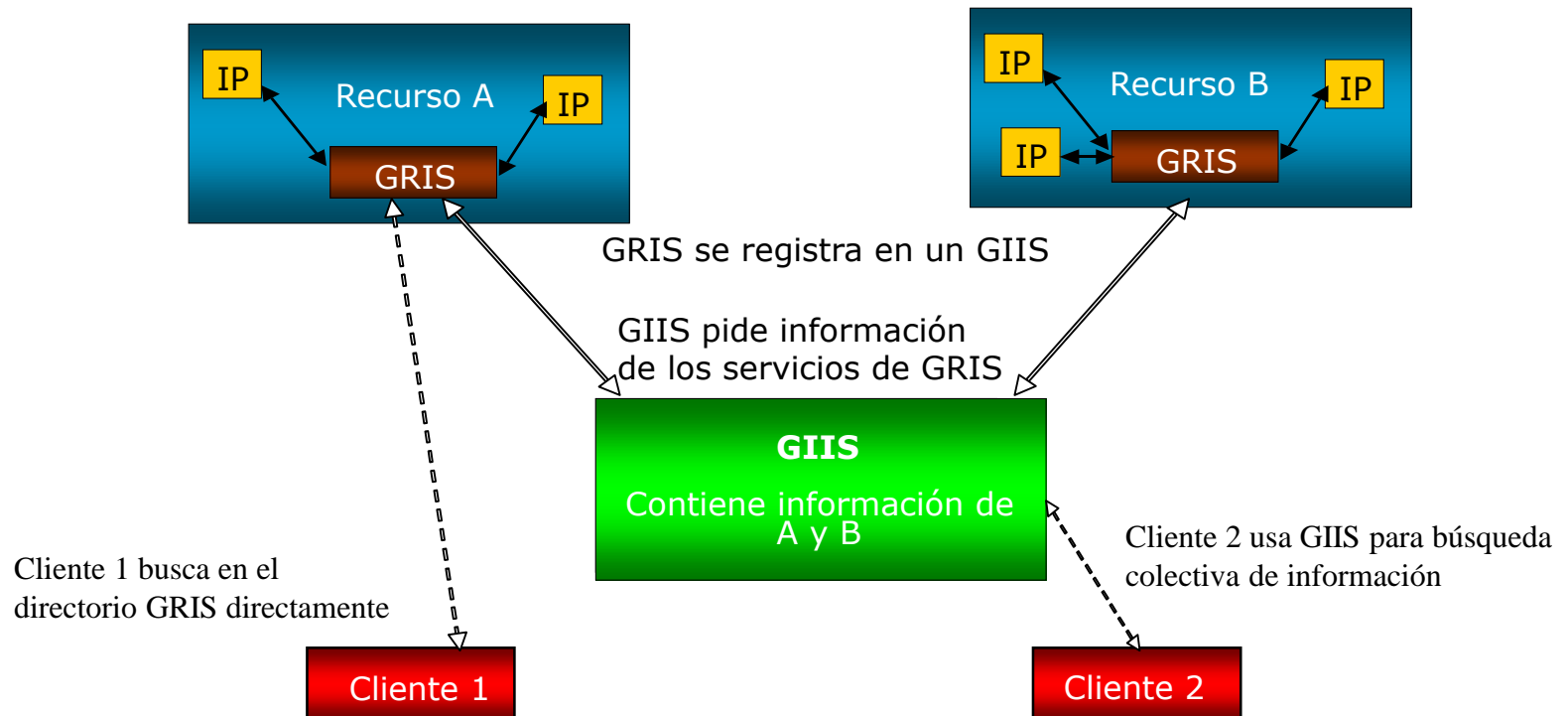


Sistemas de Información

Sistemas de Información

- Proveen información sobre:
 - El propio Grid
 - Recursos básicos
 - Servicios
 - Aplicaciones Grid
- El servicio de información registra y monitoriza servicios
- Autenticación requerida
- Los distintos proyectos Grid tienen sus propias implementaciones:
 - Globus: MDS (Monitoring and Discovery Service)
 - MDS 2 en GT2: basado en LDAP
 - WS MDS en WSRF: orientado a Web Services

MDS 2



WS MDS

- Conjunto de servicios web para la monitorización y descubrimiento de recursos de un Grid
- Dispone de los recursos para la publicación de información general de un Grid
- Permite agregar la información de las siguientes fuentes (Aggregator Framework):
 - Propiedades de recursos de servicios WSRF
 - Información específica de sistemas de monitorización

Gestión de datos

Data Grid

- Conjunto de recursos de almacenamiento y componentes de adquisición de datos que permiten a las aplicaciones acceder a los datos que necesitan a través de mecanismos de software especiales
- Necesidades:
 - Transferencia de datos
 - Localización y replicación de información

Storage Resource Management

- Los datos son almacenados en conjuntos de discos y en sistemas de almacenamiento masivo
- Storage Resource Management
 - Acceso transparente a ficheros
 - Reserva de espacio
 - Notificación de estado de ficheros
- SRM (Storage Resource Manager) es un Grid Service que provee una interfaz Grid para el almacenamiento
- Soporta políticas locales
 - Cada recurso de almacenamiento puede ser gestionado independientemente
- Provee espacio disponible y usado

Transferencia de datos

- GridFTP: Protocolo para transferencia de datos de forma segura en un entorno de tipo Grid
 - Extiende el protocolo FTP
 - Utiliza Grid Security Infrastructure (GSI)
 - Varios sistemas de almacenamiento proveen interfaces GridFTP:
 - Castor
 - EDG's SRM
- Reliable File Transfer (RFT) es un Grid Service que provee interfaces para controlar y monitorizar transferencias de ficheros usando servidores GridFTP
 - El control de la transferencia se encuentra en el propio servicio pudiendo realizarse consultas a través del servicio asociado

Localización y Replicación

- Debido a la complejidad de un entorno de tipo Grid podría ser conveniente poseer varias replicas de un mismo fichero
- Por tanto, es necesario identificar y localizar replicas idénticas
- El Replica Location Service (RLS) es un Grid Service que registra las localizaciones de replicas de datos permitiendo su posterior descubrimiento
 - Mantiene mapeados entre identificadores lógicos y físicos
 - Para el almacenamiento de los metadatos utiliza una base de datos

Bibliografía

- “The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure”. I. Foster and C. Kesselman. Morgan Kaufmann. 1998.
- “The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations”. I. Foster, C. Kessleman and S. Tuecke. International Journal of Supercomputer Applications. 2001
- “Physiology of the Grid. An Open Grid Service Architecture for Distributed Systems Integration”. I. Foster, C. Kessleman, J. M. Nick and S. Tuecke. Global Grid Forum. 2002
- “Open Grid Services Infrastructure (OGSI) version 1.0”. S. Tuecke et. at. Global Grid Forum. 2003.
- “Grid-2: Blueprint for a New Computing Infrastructure”. I. Foster and C. Kesselman. Morgan Kaufmann. 2004.