



Tema 1: Introducción a la eCiencia

Conceptos de la Computación en
Grid y Cloud

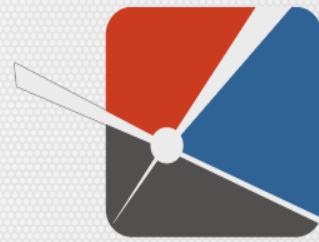


- Justificar la Necesidad de Sistemas de Cálculo Avanzado.
- Describir Algunos de los Problemas de Mayor Envergadura en el Ámbito de la Investigación.
- Introducir el Concepto de la “e-Ciencia”.
- Presentar los Computadores Más Potentes en la Actualidad.

- E-Ciencia y conceptos asociados
- Panorama Europeo
 - Infraestructuras Computacionales: EGI, PRACE, GEANT, HelixNebula
 - Marco Horizonte 2020
- Posición Española
 - E-Infraestructuras: IBERGRID, RES, RedIRIS, Centros Autonómicos.
 - Usuarios: La Red de e-Ciencia
- Conclusiones

El cuarto paradigma

El Concepto de la e-Ciencia

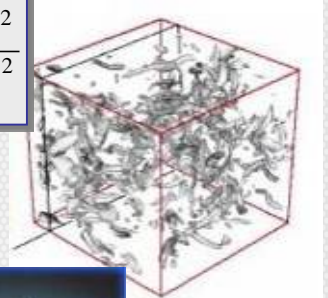


Red Española de
e - Ciencia

- En el milenio pasado, la ciencia era empírica:
 - Descripción de fenómenos naturales.
- Hace unos pocos siglos se inicia la aproximación teórica
 - Uso de modelos, fórmulas y generalizaciones.
- En las últimas décadas aparece la rama computacional
 - Simulación de fenómenos complejos
- En la actualidad se centra en la exploración de los datos: (e-Ciencia)
 - Unificación de teoría, experimentación y simulación
 - Captura masiva de datos mediante instrumentos o generada mediante simulación y Procesada por computador.
 - Conocimiento e información almacenada digitalmente.
 - Científicos analizando bases de datos y ficheros en infraestructuras de datos.



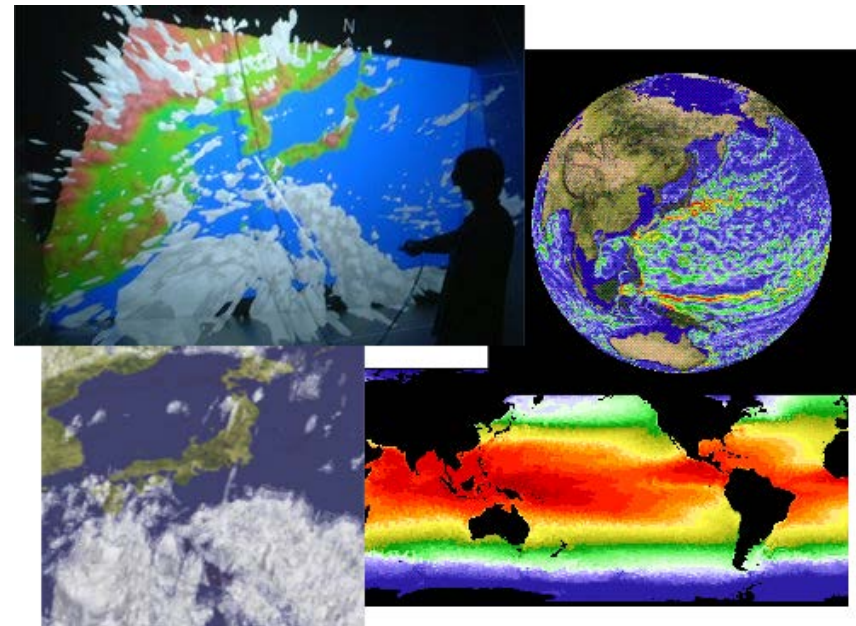
$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{4\pi G\rho}{3} - K\frac{c^2}{a^2}$$



- Muchas áreas científicas producen grandes cantidades de datos que son comunes y relevantes a otras disciplinas.
- La e-Ciencia se puede entender como un paradigma para cohesionar toda esa información.
- Importante tendencia en el uso de e-Infraestructuras para los Datos.
- Objetivo puesto en acelerar la producción científica y mejorar su calidad.



- **Grandes Retos: Simulación**
 - La Simulación es una Herramienta Científica Capaz de Abrir Nuevos Horizontes Científicos y Tecnológicos No Alcanzados Anteriormente Mediante el Uso del Análisis Matemático.
 - La Simulación es la Única Herramienta que Permite Predecir la Evolución el Resultado Futuro de Procesos Basados en Leyes y Principios Científicos.

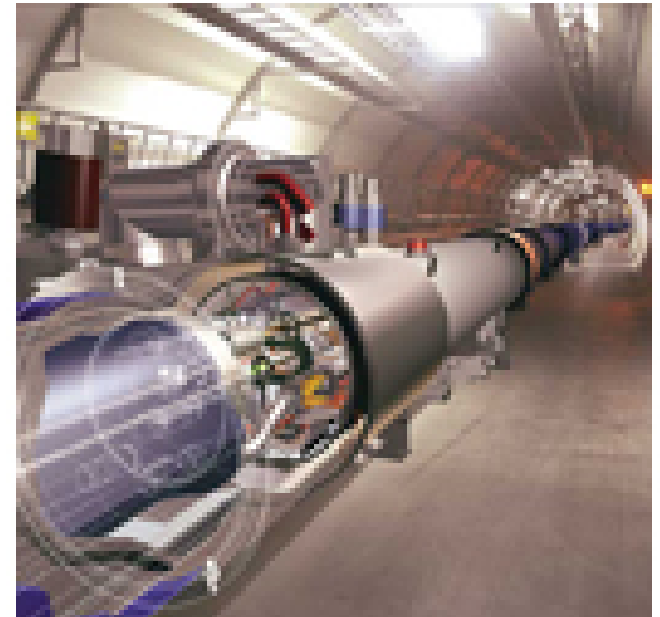


Virtual Physiological Human

- La simulación del comportamiento fisiológico de órganos, tejidos y células (VPH: *Virtual Physiological Human*).
- Visión a largo plazo: Simular el completo comportamiento fisiológico de un cuerpo humano.
- Ejemplo: Alya-Red es un simulador computacional del corazón que modela el comportamiento eléctrico, visco-elástico, de dinámica de fluidos y físico-químico de un corazón completo.
- Ha recibido el primer premio de videos científicos divulgativos de la National Science Foundation en 2012.
 - www.youtube.com/watch?v=tKD2hF27rM

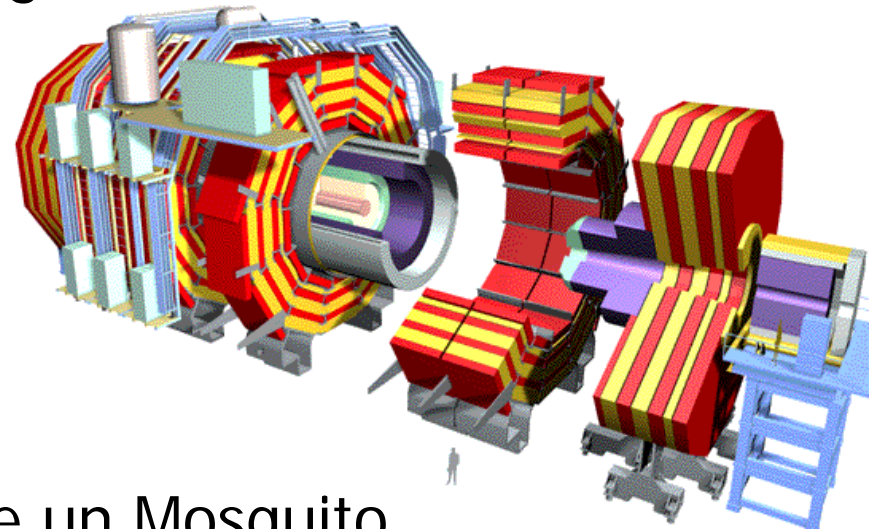


- Grandes Retos: Análisis
 - El Estudio de Disciplinas como la Física de Altas Energías, la Astrofísica o la Biotecnología Implica la Captación, Almacenamiento y Proceso de Grandes Cantidades de Datos.
 - Datos como los Procedentes de Radiotelescopios, Aceleradores de Partículas o el Genoma Humano.



- Física de Altas Energías

- Desde hace un Siglo se Está Buscando la Partícula Elemental de la que Rayos X, Rayos Catódicos, Rayos Alfa y Beta, etc, se Compone.
- Esta Partícula fue Formulada Teóricamente y se Denomina el Bosson de Higgs.
- Buscada por los Físicos desde hace Años de Forma Experimental: Large Hadron Collider, Capaz de Detectar Energías Miles de Veces Inferiores a las del Vuelo de un Mosquito.



El concepto de e-Ciencia

Dos visiones

E-Science as “enhanced” Science

El Concepto de la e-Ciencia

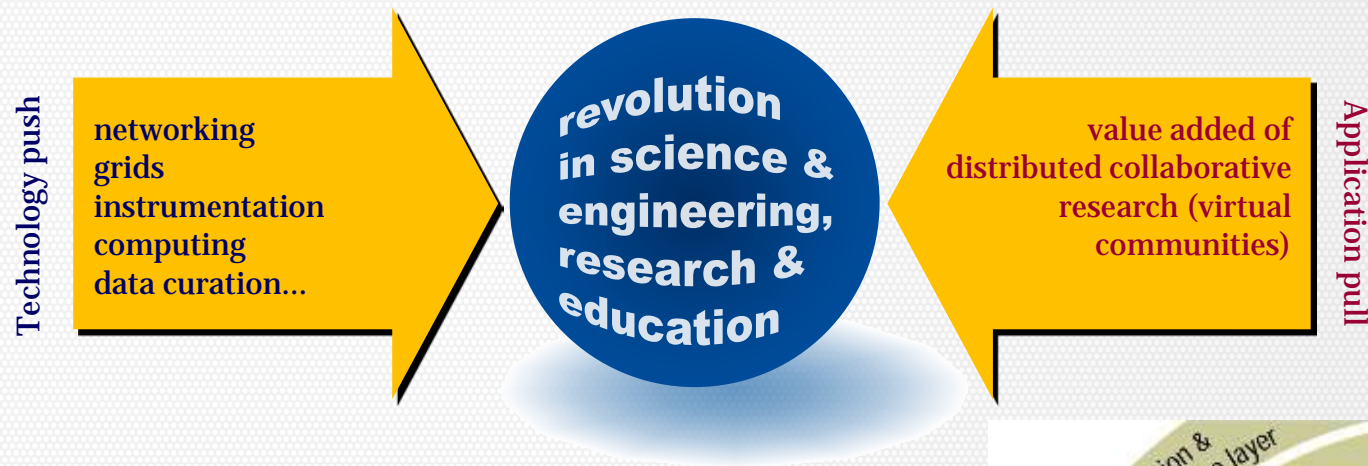


- "e-Science is about global collaboration in key areas of science, and the next generation of infrastructure that will enable it."
- "e-Science will change the dynamic of the way science is undertaken."

*John Taylor
Director General of Research Councils
Office of Science and Technology*

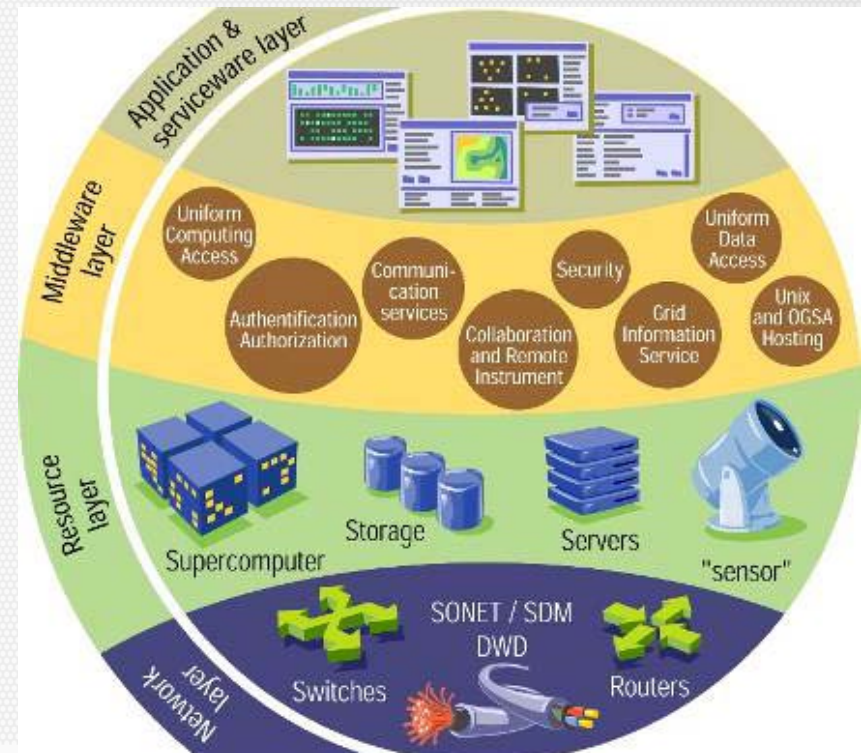
e-Ciencia como una nueva visión de la Ciencia

El Concepto de la e-Ciencia

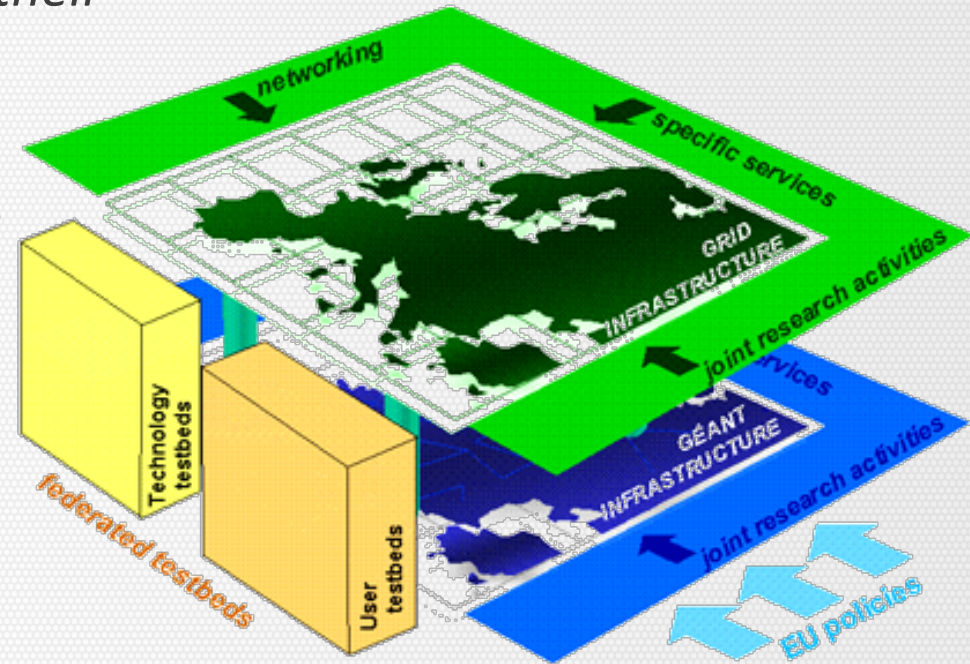


- Large challenges with large social impact
- The famous “Data deluge”
- Interdisciplinarity.
- Virtual Research Communities.

Source: Mario Campolargo, Former Head of Unit on e-Infrastructures, European Commission



- Según el e-IRG: *“The term e-Infrastructure refers to this new research environment in which all researchers - whether working in the context of their home institutions or in national or multinational scientific initiatives - have shared access to unique or distributed scientific facilities (including data, instruments, computing and communications), regardless of their type and location in the world.”*
- En este modelo encontramos sistemas para el descubrimiento de recursos, la gestión de datos distribuida, la monitorización de recursos y aplicaciones, la gestión eficiente de los recursos y la seguridad.



Plataformas Computacionales

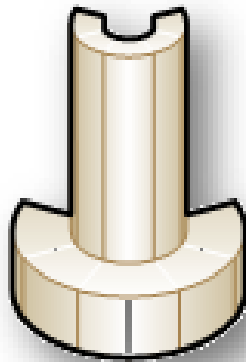
Centralizada y Acoplada

- Redes de Interconexión
- Administración
- Homogeneidad

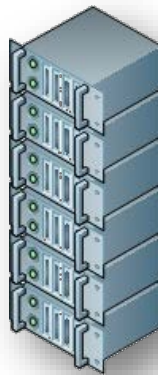
Descentralizada y
Desacoplada



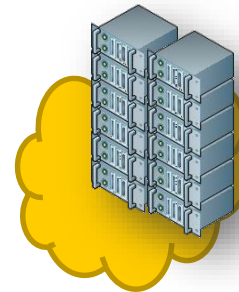
SMP



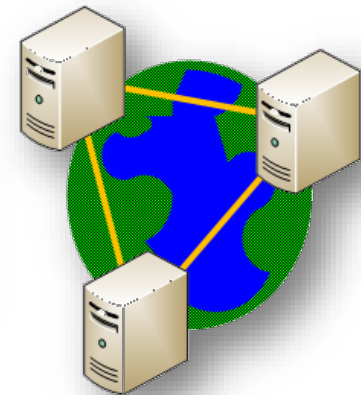
MPP



cluster



cloud



Grid

← Computación de Altas Prestaciones →

← Computación de Alta Productividad →

Cambio de Perspectiva

Pasado



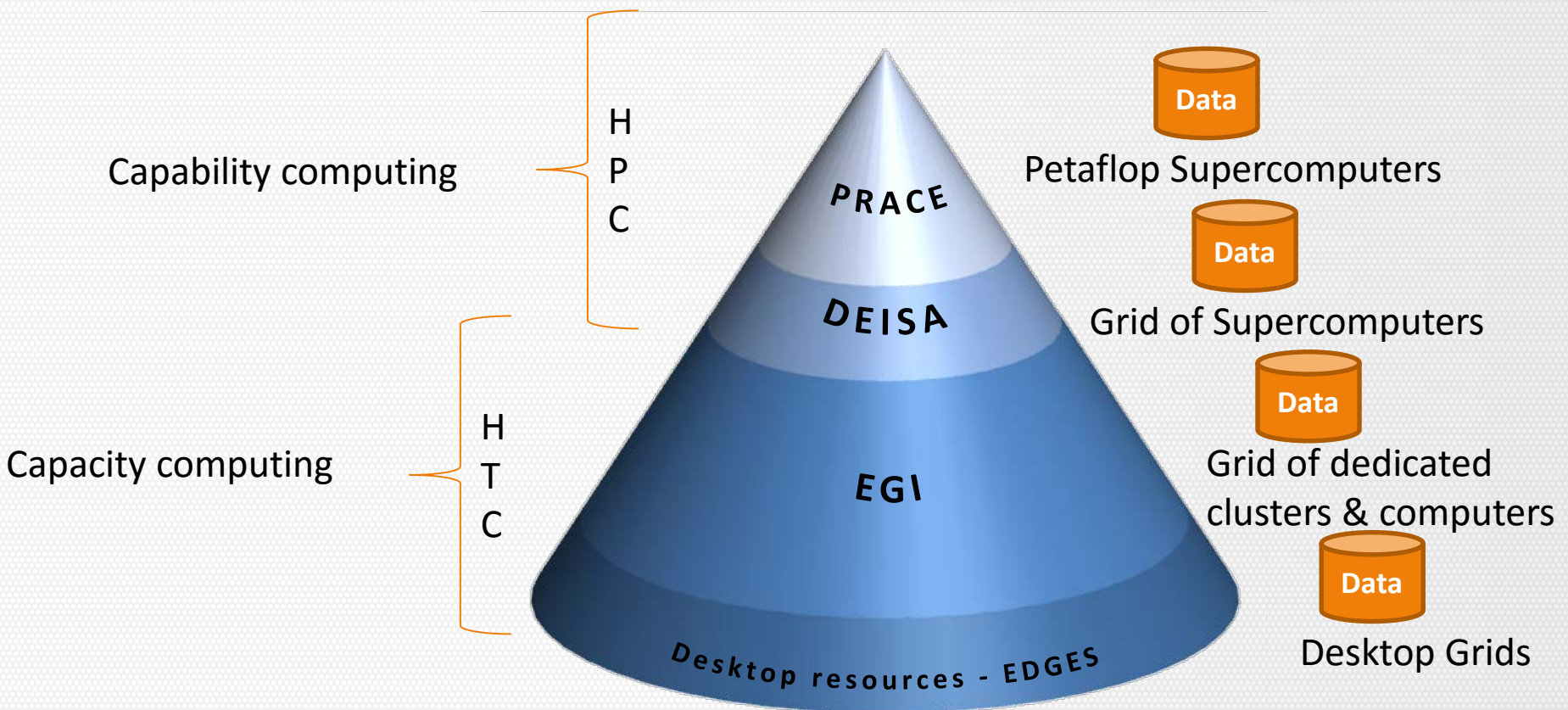
- Los grupos de investigación gestionaban infraestructuras con unos pocos servidores
 - Nos pasabamos días eligiendo el nombre.
 - Un fallo paralizaba la actividad.
 - Se reparaba cada pieza individual.
- Teníamos “Gatitos”

Presente

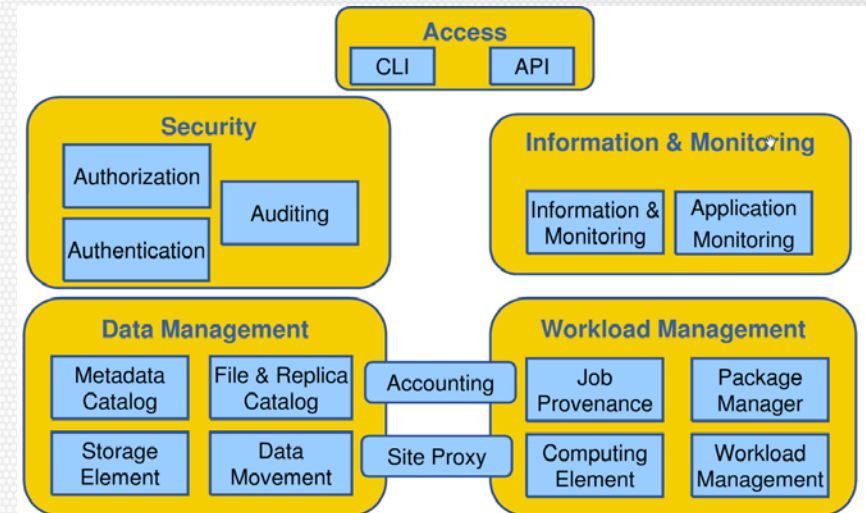


- Los investigadores usan miles de recursos
 - Nombres secuenciales o dinámicos.
 - Normalmente nunca alcanzan el 100% de operación.
 - Se reemplazan equipos completos.
- Tenemos granjas de Pollos

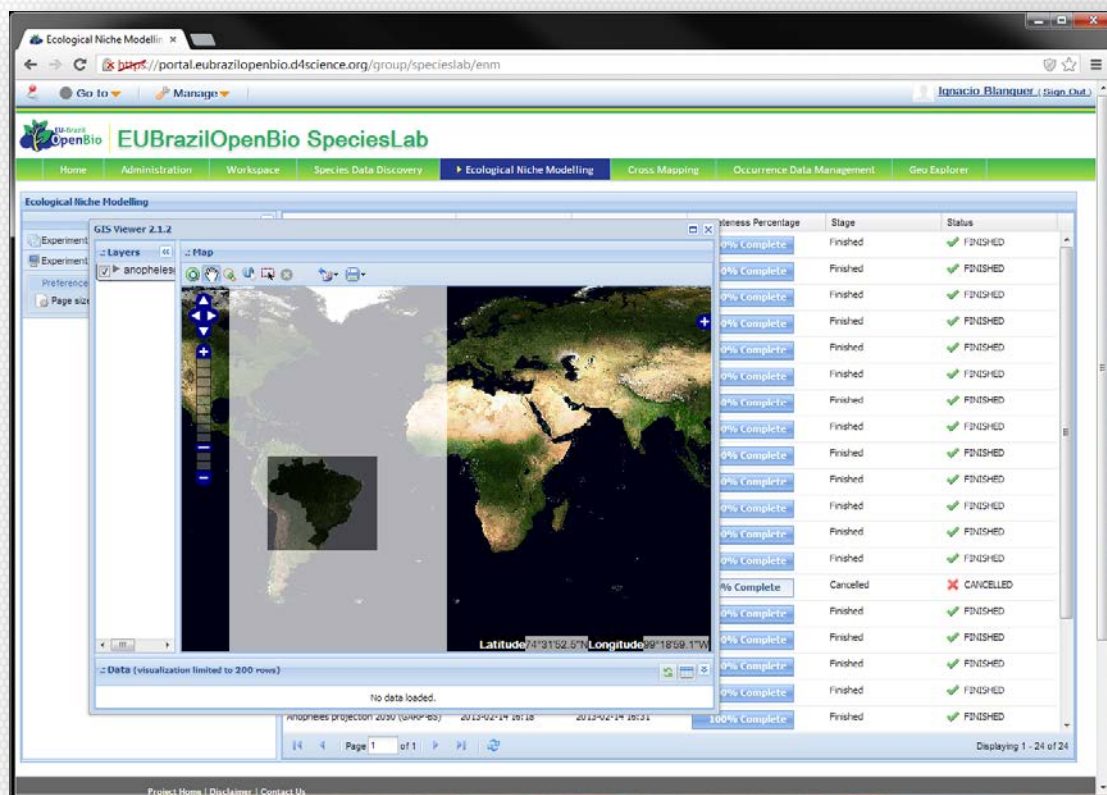
- Diferenciación de infraestructuras en e-ciencia



- Conjunto de aplicaciones y servicios que permiten utilizar de forma coordinada y eficiente las e-Infraestructuras
 - Se sitúa entre el sistema operativo y las aplicaciones.
 - Federa identidades
 - Gestiona el acceso remoto
 - Equilibra la carga
 - Indexa los datos
 - Federa los recursos
 - Monitoriza el sistema
 - Virtualiza los recursos
 - Autoriza el acceso
 - Facilita la programación de aplicaciones



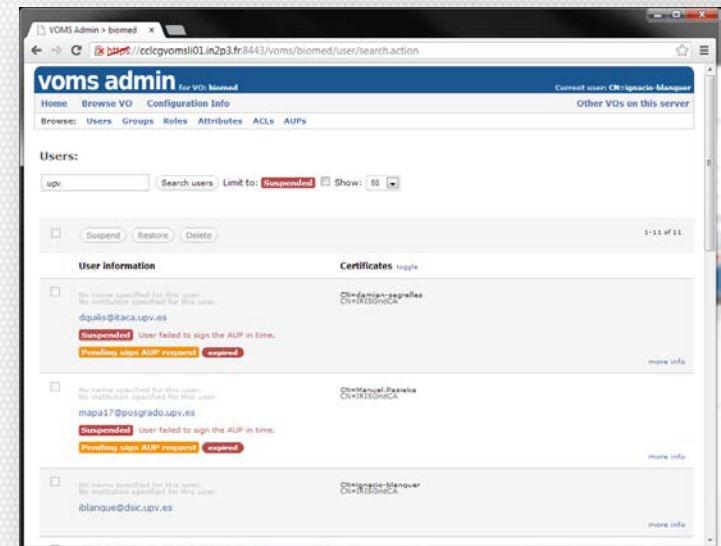
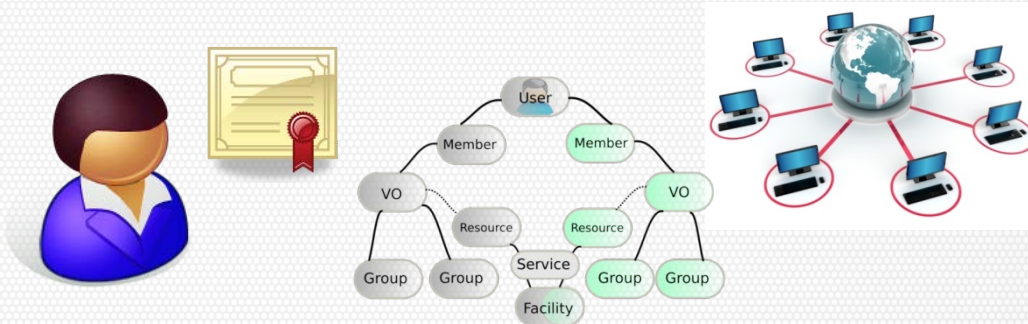
- Las e-Infraestructuras a veces ofrecen interfaces complejos o poco amigables
 - La adaptación de las aplicaciones requiere un conocimiento de los recursos y del middleware.
- Los *Scientific Gateways* facilitan el acceso y uso de las e-infraestructuras automatizando procesos y ofreciendo interfaces amigables
 - Como consecuencia se puede perder flexibilidad.



Organizaciones Virtuales - Virtual Organizations

Conceptos Asociados

- Conjunto de usuarios de diferentes organizaciones reales que colaboran
 - Técnicamente son listados de identificadores de usuarios y los roles asociados .
- Internacionales
 - Atlas, biomed, embrace, compchem, auger, planck,...
- Nacionales
 - ict.vo.ibergrid.eu, life.vo.ibergrid.eu, earth.vo.ibergrid.eu,...
- La pertenencia a una VO define grosso modo los recursos a los que un usuario puede acceder.



Breve Análisis de la e-ciencia en Europa

La e-Ciencia como una apuesta internacional

Situación en Europa



- El Consejo de Liubliana de 2008 definió una nueva visión del Espacio Europeo de Investigación (ERA - <http://ec.europa.eu/research/era>) basada en la libre circulación del conocimiento (la «quinta libertad»).
- El informe Aho de mayo de 2008 subrayaba la importancia de desarrollar unas infraestructuras que permitan divulgar la ciencia por medios electrónicos (la e-ciencia).
- Infraestructuras y retos científicos a gran escala que trascienden la capacidad individual de los países
- En 2008 se crea el e-IRG (e-Infrastructure Reflection Group - <http://www.e-irg.eu>), para crear un marco político, tecnológico y administrativo para el uso compartido y eficiente de infraestructuras electrónicas distribuidas en Europa
 - A finales de 2012 publica la 4ª versión de su roadmap.



- La “Communication from the European Commission on ICT Infrastructures for e-Science (COM (2009)” de la Unión Europea define un plan para alcanzar el liderazgo en e-Ciencia a través del desarrollo de un conjunto de e-Infraestructuras y su explotación para promover la innovación.
 - La inversión en infraestructuras electrónicas representa una oportunidad para fomentar el crecimiento y el empleo, así como para impulsar un nuevo renacimiento científico.
 - El crecimiento en el rendimiento de los equipos informáticos permite responder a las nuevas necesidades de modelización y simulación informáticas de ciertos sectores, tales como la investigación sobre el cambio climático o la asistencia sanitaria selectiva.
- Sus conclusiones fueron:
 - GÉANT debe seguir aumentando su rendimiento,
 - Se anima a las empresas a que utilicen los Grids de e-ciencia europeos.
 - Impulso de las iniciativas Grid nacionales creadas por los estados miembros e interacción a nivel internacional.
 - Mejora del acceso a la información científica.
 - Nueva generación de servicios de supercomputación en la escala exa en 2020.
 - Impulsar la explotación de las infraestructuras por los Estados Miembros con el objetivo de alojar a las comunidades científicas virtuales mundiales.

Computación en Internet: Tecnologías Grid

- Unión de los Computadores de Diferentes Centros / Usuarios Conectados a Través de Internet Como si se Tratara de Un Ordenador Único.
- Factor de Escala: Miles de Computadores Distantes Hasta Miles de Kilómetros.
- Se Establece el Concepto de Organización Virtual, como la Comunidad de Usuarios que Dispone de Estos Recursos en su Conjunto y los Utiliza Para la Resolución de un Problema Común.
- Recursos Informáticos Bajo Demanda.



Grid Computing – Iniciativa Europea de Grid (EGI)

Situación en Europa



- Participan 332 Organizaciones de 58 Países.
- Alcanza los 320.000 Cores y 152 PBytes.
 - VOs para la Resolución de Grandes Problemas en las Áreas de Física de Altas Energías, Biocomputación, Geofísica, Astrofísica.
- 1.700.000 trabajos diarios y 20.000 usuarios registrados.
- España participa a través de la Iniciativa nacional de Grid.



PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe)

Situación en Europa



- PRACE es una iniciativa dirigida a fortalecer el uso de infraestructuras de supercomputación para alcanzar un impacto importante en la investigación básica y aplicada.
- PRACE se estructura en varios niveles (tiers) siendo el tier 0 el que aporta los recursos de mayor envergadura.
- En PRACE participan 25 países miembros y el tier 0 está formado por 4 países y seis equipos.
 - BSC (España), CINECA (Italia), GCS (Alemania) y GENCI (Francia).
- Conjuntamente aportan una potencia sostenida de más de 14,7 Pflops y casi 1M de cores (990.736) mediante 6 computadores en las posiciones 9 (Juqueen), 20 (SuperMUC), 23 (Hornet), 32 (Fermi), 44 (Curie) y 77 (Mare Nostrum) de la lista TOP500.



- Existe la Lista TOP500 Donde Se Encuentran los 500 Computadores Más Potentes del Mundo.
- www.top500.org
- Se Actualiza 2 Veces al Año.
- Los Computadores se Clasifican Atendiendo a Su Potencia Sostenida.



Top 10 (2014)

Rank	Rank 2013	Site	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	1	National University of Defense Technology China	Tianhe-2 (MilkyWay-2) - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 31S1P NUDT	3120000	33862.7	54902.4	17808
2	2	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	Titan - Cray XK7, Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.	560640	17590.0	27112.5	8209
3	3	DOE/NNSA/LLNL United States	Sequoia - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom IBM	1572864	17173.2	20132.7	7890
4	4	RIKEN AICS Japan	K computer , SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect Fujitsu	705024	10510.0	11280.4	12660
5	5	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	Mira - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom IBM	786432	8586.6	10066.3	3945
6	New	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	Piz Daint - Cray XC30, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Aries interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.	115984	6271.0	7788.9	2325
7	6	Texas Advanced Computing Center/Univ. of Texas United States	Stampede - PowerEdge C8220, Xeon E5-2680 8C 2.700GHz, Infiniband FDR, Intel Xeon Phi SE10P Dell	462462	5168.1	8520.1	4510
8	7	Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	JUQUEEN - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.600GHz, Custom Interconnect IBM	458752	5008.9	5872.0	2301
9		DOE/NNSA/LLNL United States	Vulcan - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.600GHz, Custom Interconnect IBM	393216	4293.3	5033.2	1972
10		Government United States	Cray XC30 , Intel Xeon E5-2697v2 12C 2.7GHz, Aries interconnect Cray Inc.	225984	3143.5	4881.3	

Top 10 (2014)

#	2013	Site	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	1	National Super Computer Center in Guangzhou China	Tianhe-2 (MilkyWay-2) - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz , TH Express-2 , Intel Xeon Phi 31S1P NUDT	3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808
2	2	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	Titan - Cray XK7 , Opteron 6274 16C 2.200GHz , Cray Gemini interconnect , NVIDIA K20x Cray Inc.	560,640	17,590.0	27,112.5	8,209
3	3	DOE/NNSA/LLNL United States	Sequoia - BlueGene/Q , Power BQC 16C 1.60 GHz , Custom IBM	1,572,864	17,173.2	20,132.7	7,890
4	4	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan	K computer , SPARC64 VIIIfx 2.0GHz , Tofu interconnect Fujitsu	705,024	10,510.0	11,280.4	12,660
5	5	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	Mira - BlueGene/Q , Power BQC 16C 1.60GHz , Custom IBM	786,432	8,586.6	10,066.3	3,945
6	6	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	Piz Daint - Cray XC30 , Xeon E5-2670 8C 2.600GHz , Aries interconnect , NVIDIA K20x Cray Inc.	115,984	6,271.0	7,788.9	2,325
7	Nuevo	King Abdullah University of Science and Technology Saudi Arabia	Shaheen II - Cray XC40 , Xeon E5-2698v3 16C 2.3GHz , Aries interconnect Cray Inc.	196,608	5,537.0	7,235.2	2,834
8	7	Texas Advanced Computing Center/Univ. of Texas United States	Stampede - PowerEdge C8220 , Xeon E5-2680 8C 2.700GHz , Infiniband FDR , Intel Xeon Phi SE10P Dell	462,462	5,168.1	8,520.1	4,510
9	8	Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	JUQUEEN - BlueGene/Q , Power BQC 16C 1.600GHz , Custom Interconnect IBM	458,752	5,008.9	5,872.0	2,301
10	10	DOE/NNSA/LLNL United States	Vulcan - BlueGene/Q , Power BQC 16C 1.600GHz , Custom Interconnect IBM	393,216	4,293.3	5,033.2	1,972

#1 Thiane-2, National University of Defense Technology

- Tianhe-2 (MilkyWay-2) es una máquina que integra 16000 nodos basados en Intel Xeon E5-2692 de 12C y 3 aceleradores Intel Xeon Phi 31S1P por nodo unidos mediante una red propietaria llamada TH Express-2.
- Alcanza un total de 3.120.000 cores y 1PB de RAM, capaces de alcanzar más de 30 Pflops sostenidos (casi 55TFlops de pico).

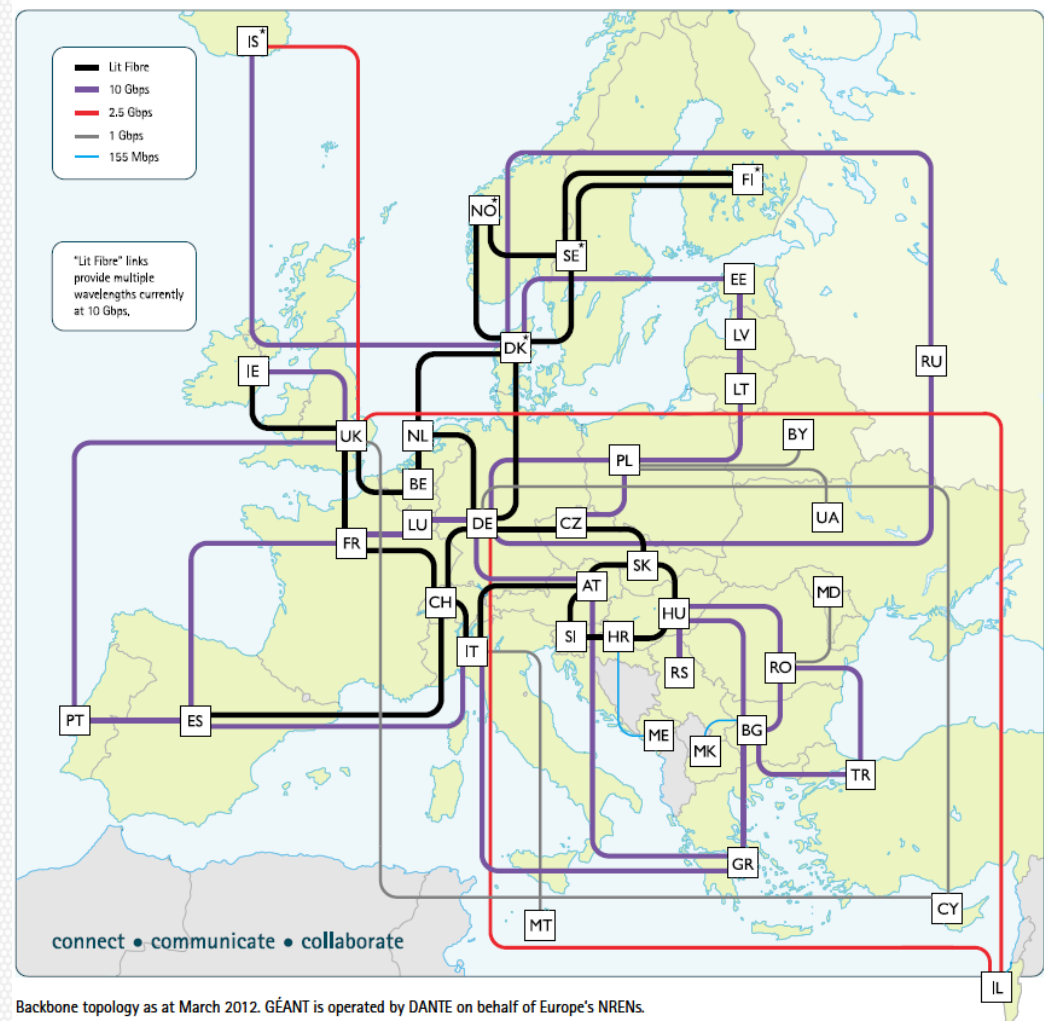


Redes de Comunicaciones - GEANT

Situación en Europa



- GÉANT es la red de investigación y educación paneuropea que conecta las redes nacionales europeas de investigación y educación (NRENs).
- GEANT une más de 40 millones de investigadores y estudiantes en Europa y permite el acceso de banda ancha a diferentes recursos singulares para física de altas energías, radio astronomía, biomedicina, cambio climático, observación de la tierra, arte, etc.
- GÉANT está parcialmente fundada por la Comisión Europea.



Un ecosistema de soluciones

Situación en Europa



La situación española de la e-ciencia

Visión, Misión y Objetivos

ES-NGI: Infraestructura Nacional de Grid



- ES-NGI es la Infraestructura Nacional de Grid en España (www.es-ngi.es).
- La componen actualmente 28 centros, aportando 17.690 cores y con más de 100 usuarios registrados.
- La NGI española opera desde 2010
 - Misión
 - Dar soporte a los investigadores a través a infraestructuras de computación distribuídas, y que provea de acceso uniforme a recursos de computación, almacenamiento y datos.
 - Objetivo
 - Conectar a investigadores de todas las disciplinas con servicios ICT innovativos que les ayuden a llevar a cabo sus proyectos de investigación.
 - Promueve la internacionalización
 - Formando parte de una Federación Europea de recursos digitales, EGI, formada por más de 350 centros de recursos.
 - Opera de forma federada con la iniciativa Portuguesa de Grid.



- IBERGRID es la federación de las iniciativas de grid nacionales Española y Portuguesa.

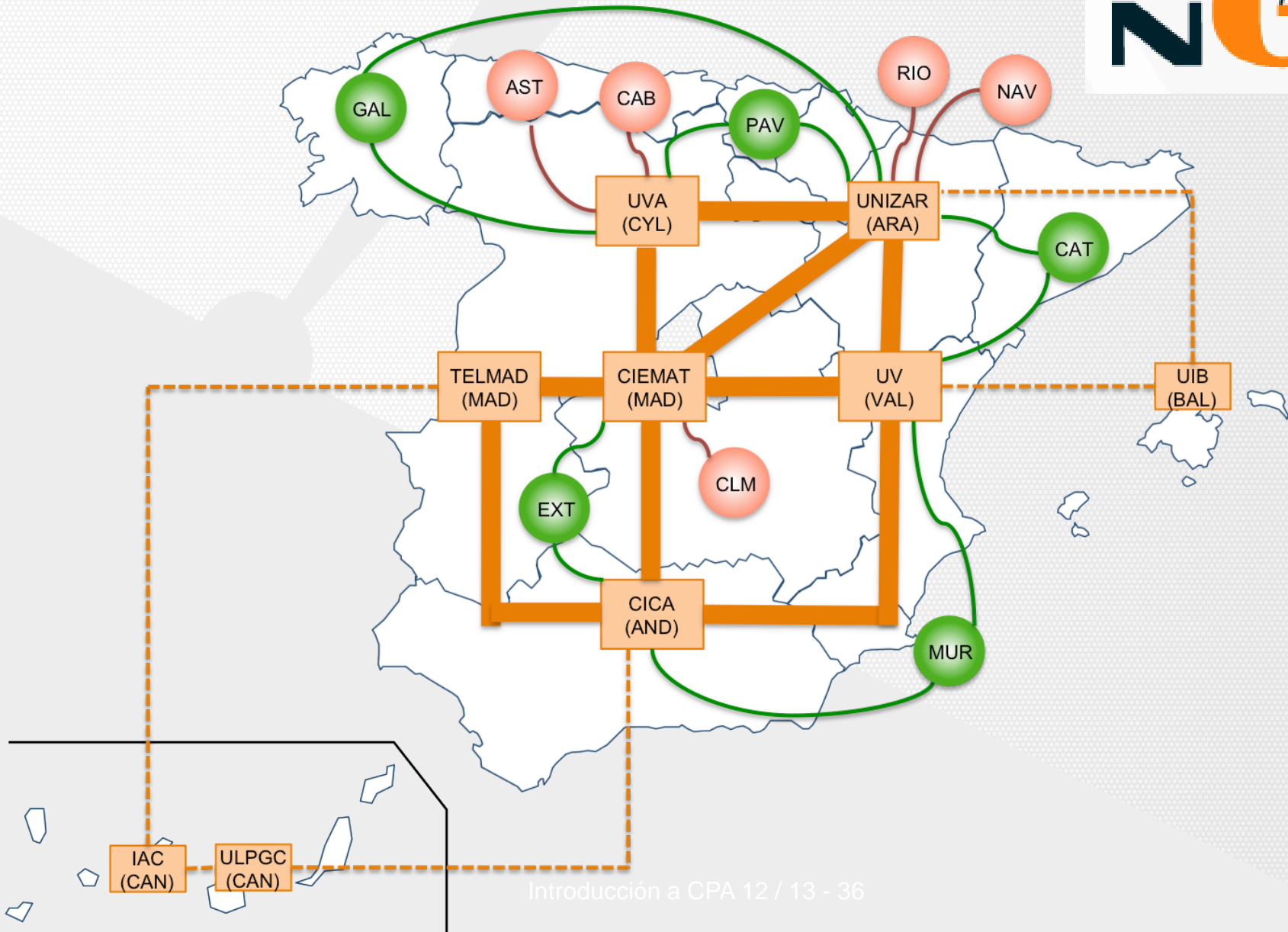
EN IBERGRID HAY MÁS DE
24,000 CORES DE EJECUCIÓN Y
20 PETABYTES DE
ALMACENAMIENTO ONLINE
DEDICADOS A DAR SOPORTE A
COMUNIDADES DE USUARIOS EN
EL GRID



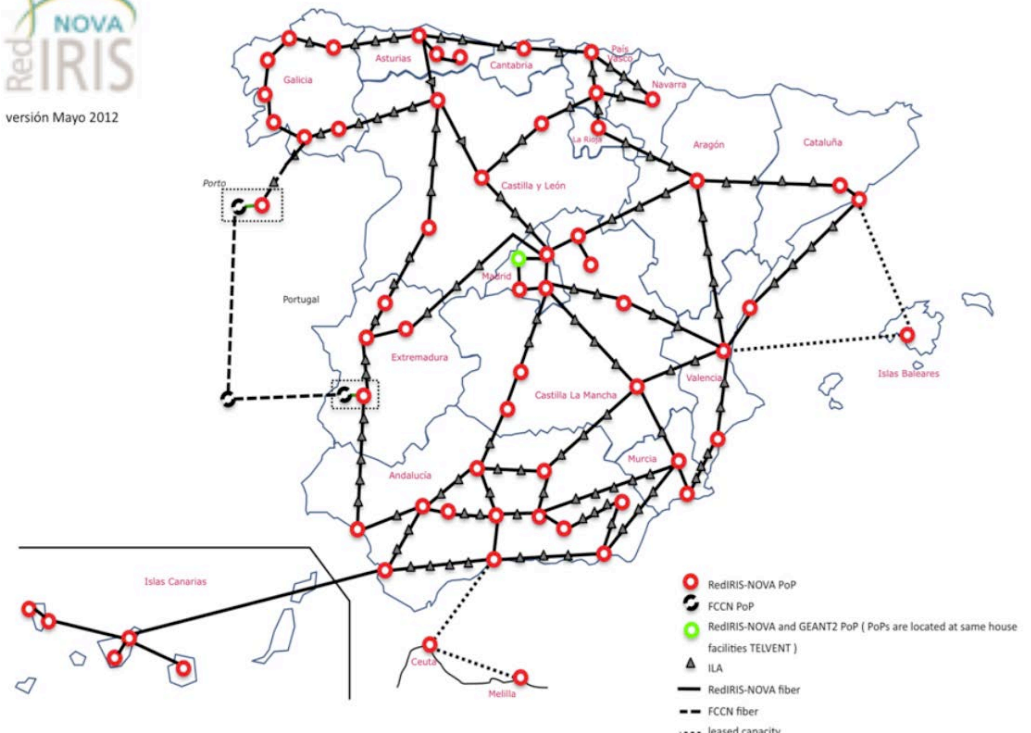
- Sistema Bullx R424 con 2 chasis que integran 8 procesadores Intel E5 2683V3 cada uno.
- En total 224 cores y 512 GB RAM.
- Interconexión con 10GBit.



Red IRIS

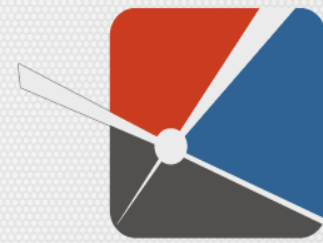


- 10.000 Km de fibra Oscura (G.652) que puede configurarse para soportar diferentes anchos de banda
 - 80x10G, 60x40G, 60x100G...
- Se alquila directamente la fibra en lugar de los circuitos.
- No hay circuitos prefijados y pueden definirse varias topologías implícitas.

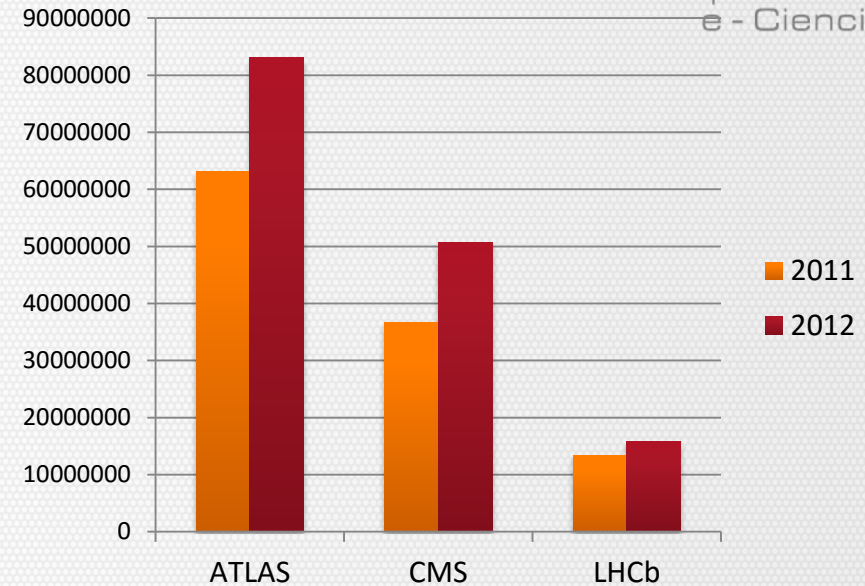
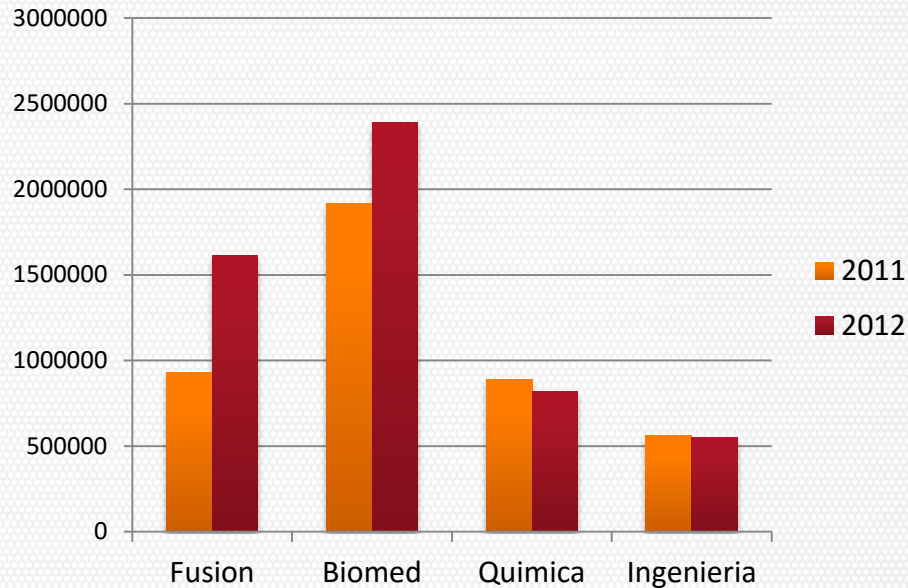


Utilización: Areas Genéricas

ES-NGI



Red Española de
e - Ciencia



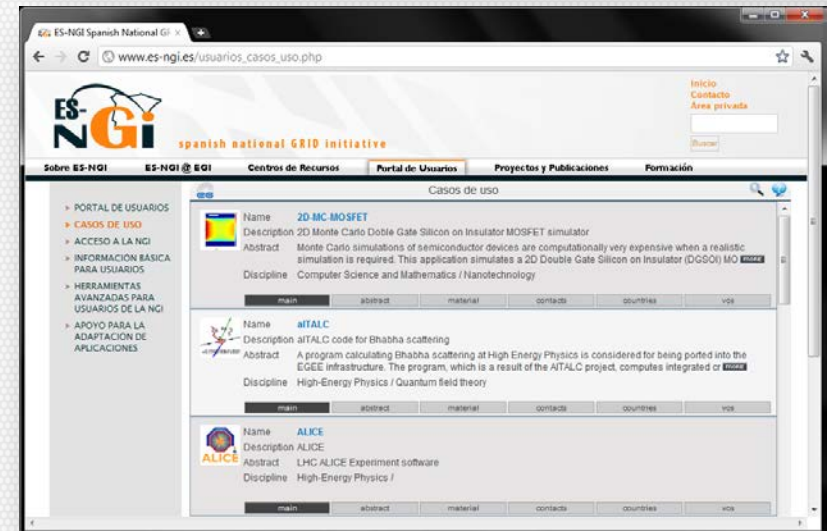
- 177 Millones de horas de CPU en el año 2012
 - 18% en soporte a áreas de investigación ajenas al LHC
- Equivalente a 20,000 CPUs constantemente ejecutando durante todo el 2012
 - 65% de la infraestructura está provista por centros Tier del LHC
 - 35% es infraestructura genérica.

- Usuarios de colaboraciones en VOs internacionales

- Acceso a través de su propio mecanismo de acceso a la VO
 - ATLAS, CMS, COMPCHEM, FUSION, BIOMED,...

- Usuarios nacionales

- Formulario de acceso a recursos con descripción de necesidades
- Información en: http://www.es-ngi.es/usuarios_acceso_ngi.php
- Acceso automático para proyectos de investigación financiados en convocatorias competitivas.
 - En otro caso, se evalúa según los recursos existentes
- Con el objetivo de hacer seguimiento más que limitar el acceso de usuarios (no se ha denegado el acceso a nadie).

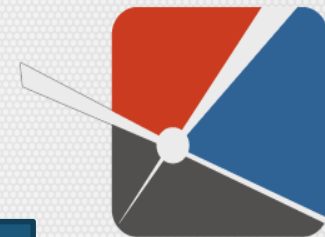


La Red Española de Supercomputación y los Centros Autonómicos

- Peak Performance of 1 Petaflops.
- 48,448 Intel SandyBridge-EP E5-2670 cores at 2.6 GHz (3,028 compute nodes).
- 94.625 TB of main memory (32 GB/node).
- 1.9 PB of disk storage.
- Interconnection networks:
 - Infiniband and Gigabit Ethernet.
- Operating System: Linux - SuSe Distribution.



El Resto de la RES



Red Española de
e - Ciencia

Altamira

3840 procesadores x86
(Intel E5-2670) y 15TB de
RAM con un rendimiento de
74 TFlops

Caesaraugusta

512 procesadores PPC64
(IBM PowerPC 970) y 1TB de
RAM y con un rendimiento
de 3Tflops

Marguerit2

3920 Procesadores PC64
(IBM POWER7) y 7840 GB
RAM, con un rendimiento
de 72 Tflops

Tirant

2048 procesadores PPC64
(IBM PowerPC 970MP)
y 4086 GB de RAM con un
rendimiento de 13 TFlops

LaPalma

512 procesadores
PPC64 (IBM PowerPC
970) y 1TB de RAM y
un rendimiento de
3Tflops

Atlante

336 procesadores
PPC64 (IBM PowerPC
970) y 672 GB RAM,
con un rendimiento
de 2 Tflops.

Picasso

512 procesadores PPC64
(IBM PowerPC 970) y 1TB
de RAM y con un
rendimiento de 3Tflops

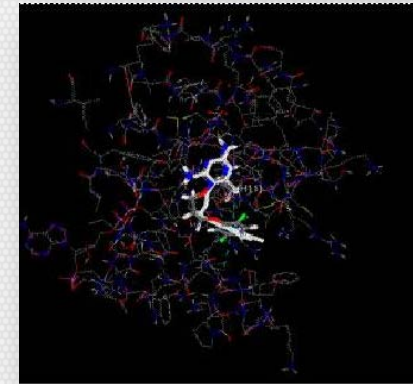
Centros Autonómicos de Supercomputación



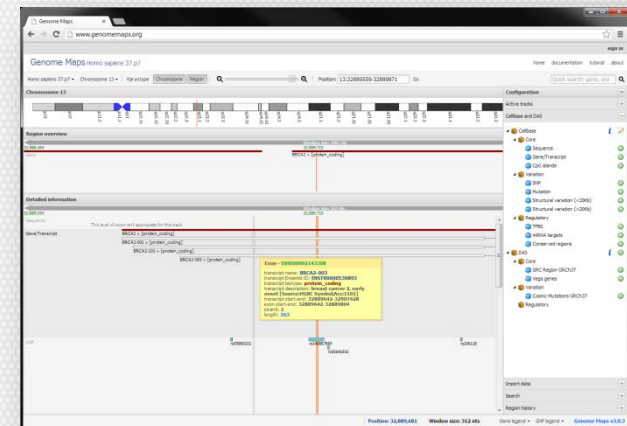
- CESGA, Centro de Supercomputación de Galicia.
 - Finis Terrae: 2,580 Procesadores Itanium, con una Sostenida de 16 Tflop/s en 147 Nodos NUMA con 20 TB de Memoria Compartida.
- CESCO, Centro de Supercomputación de Cataluña.
 - Diversos equipos hasta 5 Tflops.
- FCSCCL, Fundación Centro de Supercomputación de Castilla y León
 - Caléndula, 304 nodos blade bi Xeon Qcore y 33TF.
- CénitS, Centro Extremeño de investigación, Innovación Tecnológica y Supercomputación
 - Lusitania, 128 procesadores Itanium dual-core.
- FPCMUR, Fundación Parque Científico de Murcia
 - Ben Arabi, 192 nodos blade Xeon quad-core y 18 Tflops



- Gran impacto en el análisis genómico y proteómico y la simulación bioquímica
 - Colaboración en la iniciativa WISDOM (Wide in Silico Docking in Malaria)
 - 80 años de CPU en 6 semanas.
- Clave en la Bioinformática moderna
 - P.e. ELIXIR ESFRI
 - Compuesto por actores clave en el análisis de datos (CNIO, CRG, CIPF, IRB, UMA, BSC, CNB, IMIM, UPF, CNAG)
 - Interés en el desarrollo y transferencia a la comunidad de servicios de alto nivel MoDEL, CellBase, CentrosomeDB, ABS, HCAD, etc. y en el alojamiento del European Genome-phenome Archive.

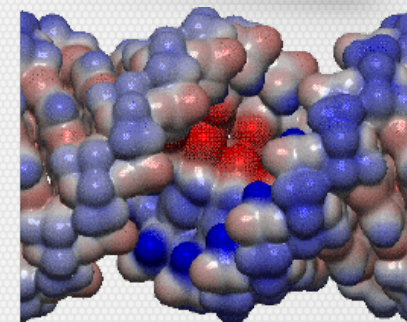


WISDOM

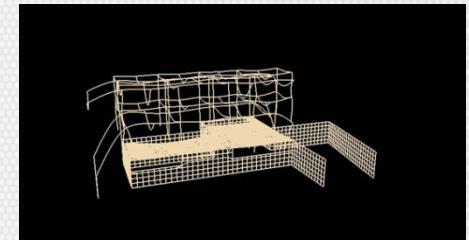
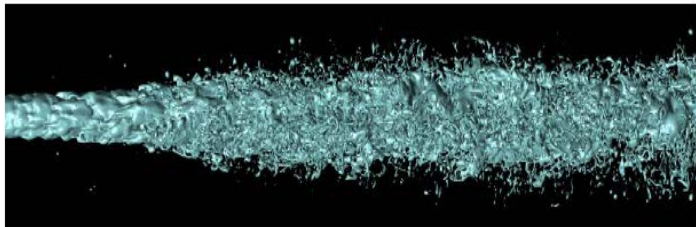
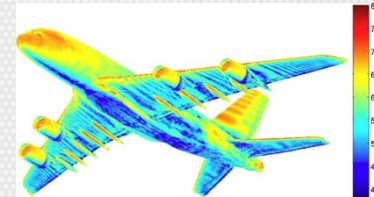


cellBase / genomemaps - CIPF

- La comunidad Virtual “compchem” supone el 5% de toda la actividad no LHC de EGI (con 13.000M de horas normalizadas SI2K).
 - 7% se ha ejecutado en España y Portugal.
- Grid Empowered Molecular Simulator (GEMS)
 - Toolkit desarrollado en la EHU, con un uso sostenido de 5M de horas anuales.
- Spanish Initiative for Electronic Simulations with Thousand of Atoms (SIESTA)
 - Método y código para resolver numéricamente las ecuaciones mecanocuánticas que gobiernan el comportamiento de los electrones.
 - Diseñado para explotar recursos HPC.
 - The SIESTA method for ab initio order-N materials simulation (3608 citas)



- Modelado de flujos turbulentos
 - Base de datos de Turbulencia de la UPM.
- Aplicaciones aeroespaciales y en motores
- Simulación de inyección en motores diesel (CMT)
 - OpenFOAM, openWAN
 - En 2D, 98% tiempo de cálculo es la química.
- Simulación del campo electromagnético de gran escala
 - PRACE Award 2009 – “High scalability multipole method. Solving half billion of unknowns”.
 - CESGA – UEX – UVIGO.
- Análisis estático y dinámico en la simulación de estructuras de edificación
- Integración en un código existente (Architrave) de servicios Grid y cloud:
 - Reducción en 25 veces del tiempo de proceso.
 - Decremento del coste constructivo.
- Innovación:
 - Se transfiere el servicio a una plataforma cloud pública
 - Un análisis completo supone un coste de 3.38 €.



- España se encuentra excelentemente posicionada en la e-Ciencia a nivel internacional tanto en infraestructuras como en aplicaciones
 - Existe una gran comunidad de técnicos y usuarios dispuestos a apoyar a nuevos usuarios.
- El acceso está abierto en todos los casos
 - Convocatorias RES y propias de los centros de Supercomputación Autonómicos.
 - A través de ES-NGI.
 - A través de PRACE.
- El acceso a infraestructuras internacionales es una oportunidad para el desarrollo especialmente en la situación actual.