

CONFERENCIA LATINOAMERICANA  
DE COMPUTACIÓN DE ALTO RENDIMIENTO  
2007



**(Sic)**  
Editorial  
Proyecto Cultural de  
Sistemas y Computadores S.A.

**PRIMERA EDICIÓN**

Agosto de 2007

**IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN**

**(Sic) Editorial Ltda.**

Proyecto Cultural de Sistemas y Computadores Ltda.

Centro Empresarial Chicamocha Of. 303 Sur

Telef: (97) 6343558 - Fax (97) 6455869

siceditorial@syc.com.co - www.siceditorial.com

Bucaramanga - Colombia

Universidad Industrial de Santander

Cra. 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

Tel: PBX 6344000

ISBN: 978-958-708-299-9

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra,  
por cualquier medio, sin autorización escrita del autor.

Impreso en Colombia

**CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE  
COMPUTACIÓN DE ALTO RENDIMIENTO 2007  
Santa Marta, Colombia,  
13 al 18 de agosto de 2007**

**MEMORIAS**

**LATINAMERICAN CONFERENCE OF HIGH  
PERFORMANCE COMPUTING 2007  
Santa Marta, Colombia,  
13-18 august 2007**

**PROCEEDINGS**

**Conferencia Latinoamericana de Computación de Alto Rendimiento 2007**  
**Latinamerican Conference of High Performance Computing 2007**  
Santa Marta, Colombia 13 al 18 de Agosto de 2007

Comité Académico y Editorial – Academic and Editorial Committee

**Comité Académico y Revisores – Academic committee and Reviewers**

**Afonso Sales** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG ID-IMAG, Francia)

**Claudia Roncancio** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG LSR-IMAG, Francia)

**Claudio Mendoza** (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC, Venezuela)

**Eduardo Carrillo** (Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB, Colombia)

**Gabriel Rodrigo Pedraza-Ferreira** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG LSR-IMAG, Francia)

**Harold Castro** (Universidad de Los Andes UNIANDES, Colombia)

**Jesus Verduzco** (Instituto Tecnológico de Colima ITC, México)

**Jonathan Pecero** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG ID-IMAG, France)

**Jorge Ivan Zuluaga** (Universidad De Antioquia UDEA, Colombia)

**Luis Nuñez de Villavicencio** (Centro Nacional de Cálculo Científico de la Universidad de Los Andes en Mérida CeCalcULA, Venezuela)

**Nicolas Maillard** (Universidad Federal de Rio Grande do Sul UFRGS, Brazil)

**Olivier Valentin** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG ID-IMAG, Francia)

**Oscar Gualdrón** (Universidad Industrial de Santander UIS, Colombia)

**Yves Denneulin** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG ID-IMAG, France)

**Carlos Jaime Barrios Hernández** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG -ID IMAG y Laboratoire de Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis I3S - UNSA, France)

**Revisores Externos – External Referees**

**Bruno Raffin** (Institute National de Recherche en Informatique et Automatique INRIA, France)

**Claudia Jiménez** (Universidad de Los Andes, Colombia)

**Fabrice Jouanot** (Grenoble Universités, France)

**Germán Bravo** (Universidad de Los Andes, Colombia)

**José Abásolo** (Universidad de Los Andes, Colombia)

**María del Pilar Villamil** (Universidad de Los Andes, Colombia)

**Pablo Figuero** (Universidad de Los Andes, Colombia)

**Rafael Gómez** (Universidad de Los Andes, Colombia)

**Editores – Editors**

**Versión Impresa – Book:**

**Carlos Jaime Barrios Hernández** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble, LIG ID-IMAG y Laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia Antipolis, I3S -UNSA, France)

**Versión Electrónica – Digital Version:**

**Gilberto Javier Diaz Toro** (Centro Nacional de Cálculo Científico de la Universidad de Los Andes en Mérida, CeCalcULA, Venezuela)

**Edición Gráfica – Graphic Edition:**

**Juan Sebastián Barrios Hernández** (Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia)

**Publicación – Publication**

**Sistemas y Computadores Ltda.** (Bucaramanga, Colombia)

**Afiche - Poster:**

Juan Felipe Salcedo

**Conferencia Latinoamericana de Computación de Alto Rendimiento 2007**  
**Latinamerican Conference of High Performance Computing 2007**  
Santa Marta, Colombia 13 al 18 de Agosto de 2007

**Comité Organizador – Organizing Committee**

**Comité en Colombia – Colombian Committee**

**Jorge Luis Chacón Velazco** (UIS, Bucaramanga-Colombia) (*Coordinador General*)

**Harold Castro** (UniAndes, Bogotá-Colombia) (*Coordinador General*)

**Jorge Ivan Zuluaga** (UDEA, Medellín-Colombia) (*Coordinador Comité Académico en Colombia*)

**Eduardo Carrillo** (UNAB, Bucaramanga-Colombia)

**Samuel Prieto** (UniMagdalena, Santa Marta-Colombia)

**Cesar Diaz** (Grid Colombia, Bogotá-Colombia) (*Coordinador Comité de Finanzas y Presupuesto*)

**Juan Carlos Escobar Ramírez** (UIS, Bucaramanga-Colombia)

**Ines Meriño** (UniMagdalena, Santa Marta-Colombia) (*Coordinadora Comité de Logística - Finanzas y Presupuesto*)

**Erick Ramón Meneses Cuadros** (UIS, Bucaramanga-Colombia)

**José Alfredo Jaramillo Villegas** (UTP-Sirius, Pereira-Colombia)

**Leydis Marcela Maestre Matos** (UniMagdalena, Santa Marta-Colombia) (*Coordinadora Registro*)

**Julian Sierra** (UniMagdalena, Santa Marta-Colombia)

**Julian Santoyo** (UNAB, Bucaramanga-Colombia)

**Armando Higuera** (OAN, Bogotá-Colombia)

**Comité en Venezuela – Venezuelan Committee**

**Luis Nuñez de Villavicencio** (Recalcula, Mérida-Venezuela) (*Coordinador General*)

**Claudio Mendoza** (IVIC, Caracas-Venezuela) (*Coordinador General*)

**Hebert Hoeger** (CeCalcULA, Mérida-Venezuela)

**Gilberto Javier Díaz Toro** (CeCalcULA, Mérida-Venezuela)

**Comité en México – Mexican Committee**

Jesús Verduzco (ITC, Colima-México)

**Comité Internacional – International Committee**

**Yves Denneulin** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG ID-IMAG, Grenoble-Francia)

**Jonathan Pecero-Sanchez** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG-ID-IMAG, Grenoble-Francia)

**Carlos Jaime Barrios Hernández** (Laboratoire d'Informatique de Grenoble LIG ID-IMAG, Grenoble-Francia y Laboratoire I3S-UNSA, Sophia Antipolis-Francia) (*Coordinador General*)

**Instituciones Organizadoras – Organizing Entities**

**Universidades - Universities:**

Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia

Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia

Universidad Autónoma de Bucaramanga-Colombia

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga-Colombia

Universidad del Magdalena, Santa Marta-Colombia

Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira-Colombia

Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia

**- Institutos y Centros – Insituts and Centers:**

Centro Nacional de Cálculo Científico de la Universidad de los Andes de Mérida, Mérida-Venezuela

Instituto Tecnológico de Colima, Colima-México

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas-Venezuela

Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Grenoble-Francia

Grid Colombia

## Conferencia Latinoamericana de Computación de Alto Rendimiento 2007

### Latinamerican Conference of High Performance Computing 2007

Santa Marta, Colombia 13 al 18 de Agosto de 2007

#### Patrocinadores y Agradecimientos – Sponsors and Acknowledgements

##### Patrocinadores – Sponsors

Universidad Simón Bolívar, Caracas-Venezuela  
Instituto Colombiano de Crédito Educativo y  
Estudios en el Exterior ICETEX, Colombia

Sistemas y Computadores S.A., Bucaramanga-  
Colombia.

Hewlett Packard, Colombia

Microsoft, Colombia

Nexus – Apple, Bucaramanga-Colombia

PC-MAC – Apple, Bogotá-Colombia

Hotel Sol Arhuaco, Santa Marta-Colombia

Avianca, Colombia

##### Agradecimientos – Acknowledgements

Universidad del Magdalena, Santa Marta-Colombia

Daniel Katz, (CCT-LSU, Louisiana-Estados Unidos  
de América)

Acción ECOS C07M02 comprendida entre el  
Instituto Nacional Politécnico de Grenoble (Francia),  
la Universidad de Los Andes de Bogotá (Colombia) y  
la Universidad Industrial de Santander (Colombia).

*... Y a todas las personas que nos apoyaron y  
aquellas que trabajaron por la realización de este  
evento.*

*... And to all the people who supported to us and  
those that worked by the accomplishment of this  
event.*

**Conferencia Latinoamericana de Computación de Alto Rendimiento 2007**  
**Latinamerican Conference of High Performance Computing 2007**  
Santa Marta, Colombia 13 al 18 de Agosto de 2007

Presentación - Presentation

En una parte del libro, "*The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure*"<sup>1</sup>, Ian Foster dice, palabras más, palabras menos que "el desarrollo de infraestructuras de supercomputación globalmente distribuidas, como la Grid, no sólo ampliará las posibilidades de cálculo a escalas antes sólo teóricamente imaginables, sino también permitirá un desarrollo científico más dinámico y multicultural...". Hoy en día, desde la primera edición de ese libro y las primeras experiencias en clusters realizadas años antes por Donald Becker y Tomas Sterling, sin nombrar las propuestas teóricas y desarrollos tecnológicos anteriores... y posteriores, no cabe la menor duda que la Computación de Alto Rendimiento tiene una dimensión humana trascendental que ha transformado la manera de hacer ciencia.

La Conferencia Latinoamericana de Computación de Alto Rendimiento 2007 nació de esa interacción entre especialistas de diferentes países. Es quizás la más desconocida de las cerca de 67 conferencias, seminarios, simposios y congresos relacionados que pueden encontrarse referenciadas en Internet en una primera búsqueda, pero es una iniciativa para reconocer una comunidad que existe y trabaja en Latinoamérica.

Esta publicación, es el fruto académico de todas aquellas personas que acompañaron el proceso de consolidación de esta conferencia. Desde los organizadores, comité académico, comité de acompañamiento hasta todos los participantes, ponentes o no y patrocinadores, no sólo en Colombia sino en el mundo. La producción intelectual contenida aquí representa objetivos alcanzados por los trabajos realizados en América latina y también los alcances de los trabajos realizados en América Latina con la interacción con otros países de nuestro planeta. Lo que es un ejemplo de las posibilidades de interacción y

desarrollo dinámico y multicultural ofrecidas por la Computación de Alto desempeño.

In a part of your book: "*The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure*"<sup>1</sup>, Ian Foster says, words more and word less: "The development of the global supercomputing infrastructure, the Grid, allows not only a great possibility of distributed computing. The Grid allows more dynamic and multicultural scientific environments to make the science..." Nowadays, from the first edition of your book and the first experiences in clusters by D. Becker and T. Sterling, without naming the previous studies, there is a transcendental human dimension of the high performance computing.

The Latin American Conference of High Performance Computing 2007 was born of that interaction between specialists of different countries. Perhaps, it is not known of near 67 conferences, workshops, related symposiums and congresses that can be found in Internet in a first search, but is an initiative to recognize a community that exists and works in Latin America.

This publication is the academic fruit of all people who accompanied the process by consolidation of this conference. From the organizer people, academic committee, committee of support to the participants, speakers, authors and sponsors, not only in Colombia also in the world. The intellectual production contained here represents the works made in Latin America and the works made in Latin America with the interaction with other countries of our planet. That is an example of the possibilities of interaction and dynamic and multicultural development offered by the High Performance Computing.

**Carlos Jaime BARRIOS-HERNÁNDEZ**  
Editor CLCAR 2007

<sup>1</sup> Foster, I. et Kesselman, C. *The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure*. Morgan Kaufmann Publishers, U.S.A. 1998.

# contenido

## • CONFERENCIAS

Mark BAKER (ACET UR, Reading-Reino Unido): "Java for High Performance and Distributed Computing"	1
Carlos Jaime BARRIOS-HERNANDEZ (LIG ID-IMAG *Mescal*, Grenoble e I3S-UNSA *Rainbow*, Sophia-Antipolis - Francia): "Transferencia Intensiva y Masiva de Datos en HPC"	11
Harold CASTRO (UniAndes, Bogota-Colombia): "Experiencias de la constitución y montaje del Grid UNIANDES"	18
Dean DAUGER (UCLA-AppleSeed, Los Angeles-Estados Unidos de América): "Plug and Play Cluster Computing"	25
Yves DENNEULIN (LIG ID-IMAG, Grenoble-Francia): "Sistemas de Archivos para Arquitecturas de Gran Escala"	33
Cesar Orlando DIAZ (Grid Colombia): "Grid Colombia"	35
Gilberto Javier DIAZ TORO (CeCalcULA, Mérida-Venezuela): "Plataformas Actuales para HPC"	45
Pablo Emilio GUILLÉN (Centro de Simulación y Modelos CESIMO, Universidad de Los Andes de Mérida, Venezuela): "Dinámica No Lineal en la Variabilidad del Ritmo Cardíaco"	52
Vanessa HAMAR (CeCalcULA, Mérida-Venezuela): "Plataformas Grid"	59
Emilio HERNÁNDEZ (Universidad Simón Bolívar, Caracas-Venezuela): "Sistemas de Acceso a Grids"	65
Herbert HOEGER (CeCalcULA, Mérida-Venezuela): "Grid Académico Venezolano"	74
Daniel S. KATZ (CCT-LSU, Louisiana-Estados Unidos de América): "Data-Oriented Distributed Computing for Science: Reality and Possibilities"	81
Claudio MENDOZA (IVIC, Caracas-Venezuela): "De bases de datos a espacios de datos: la nueva realidad en e-Ciencia"	84
Richard MIGUEL (CPN-SENAMHI Lima-Perú): "Aplicaciones Climáticas en Grid: Proyecto EELA"	90
Luis NUÑEZ (CeCalcULA, Mérida-Venezuela): "Aplicaciones en Altas Energías sobre el Proyecto EELA"	93
Jonathan PECERO-SANCHEZ (LIG ID-IMAG *MOAIS*, Grenoble-Francia): "Administración y Ordenamiento de Procesos en HPC"	99
Jorge Ivan ZULUAGA (UDEA, Medellin-Colombia): "Rocks and Rolls: Easily deployable HPC Systems for Everyone"	108

# contenido

## • PONENCIAS ORALES

### *PASTEUR : An Indexing And Localization System For Software Components.*

Por: A. Pomares(1)(2) y J. Morales(2)(3). (1) Pontificia Universidad Javeriana de Bogota, Colombia; (2) Universidad de los Andes, Colombia; (3) Zemoga Ltda., Colombia.

119

### *Performance Evaluation of Meta-Data Transfer and Storage in Clusters.*

Por: E. Hermann(1)(2), R. Kassick(1), R. Avila(1), C. Barrios(2)(3), M. Riveill(4), Y. Denneulin(3) y P. Navaux(1). (1) Instituto de Informatica, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Brazil; (2) Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Francia; (3) Laboratoire d'informatique, Signaux et Systèmes, Francia.

127

### *MAGOS: Simplificación del desarrollo de Aplicaciones DataGrid.*

Por: C. Jimenez, M. Canon, J. Cardona y V. Lopez Universidad de Los Andes, Colombia.

135

### *CyberBridges: A Model Collaboration Integrating Advanced Grid Infrastructure with Science and Engineering.*

Por: H. Alvarez, D. Chatfield, D. Cox, E. Crumpler, C. D'Cunha, R. Gutierrez, J. Ibarra, E. Johnson, K. Kumar, T. Milledge, G. Narasimhan, S. Sadjadi y C. Zhang. Center for Internet Augmented Research and Assesment, Florida International University, Estados Unidos de América.

144

### *Web Interface Integration with the GENIUS Grid Portal.*

Por: M. Oldenhof(1) y C. Mendoza(2). (1) Centro de Quimica, Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas, Venezuela; (2) Centro de Fisica, Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas, Venezuela.

152

*Installation and Configuration of a Cluster-room as a Low Cost Solution for the Access to Distributed Computing Technologies in Latin America.* Por: J. Zuluaga(1) y A. Ospina(2). (1) Grupo de Fisica y Astrofisica Computacional, Universidad de Antioquia, Colombia; (2) Grupo de Microelectronica, Universidad Pontifica Bolivariana, Colombia.

159

### *A Generic Infrastructure for Web Computing.*

Por: E. Carrera, P. Bustamante y F. Pasmay. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.

169

*The CGIAR global Cluster Grid of HPCs for Bioinformatics.* Por: A. Collins. International Potato Center Peru.

177

### *Experiencias al Implementar un Display Distribuido para el Servidor X Window.*

Por: A. Rodriguez, J. Verduzco, N. Farias, J. Garcia, N. Garcia. Instituto Tecnológico de Colima, Mexico.

185

*ZeBrA-Core: Una Herramienta para la Generación de Imágenes Fotorrealistas Usando POV-Ray en Ambientes de Computación Distribuida.* Por: D. Bedoya(1), C. Escobar(1) y J. Zuluaga(2). (1) Departamento de Sistemas, Facultad de Ingenieria, Universidad de Antioquia, Colombia; (2) Instituto de Fisica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Colombia.

195

**Usando Herramientas del Sistema de Colas para Acelerar y Hacer Escalables Nuestras Rutinas Seriales: Aplicaciones a Colisiones Atómicas.**

Por: M. Ciappina(1) y W. Cravero(2). (1) Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Alemania; (2) Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

201

**Algoritmo Paralelo para la Detección y Caracterización de Halos de Materia Oscura en Simulaciones Cosmológicas.**

Por: C. Vera, J. Zuluaga, J. Muñoz. Grupo de Física y Astrofísica Computacional, Universidad de Antioquia, Colombia.

208

**Computación en Malla para la Generación de Rutas de Transporte Escolar.**

Por: J. Díaz y G. Bravo. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad de Los Andes, Colombia.

217

**Propuesta de caché semántico en un sistema de interrogación P2P.**

Por: C. Prada(1), M. Villamil(2), C. Roncancio(1) y C. Labbe(1). (1) Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Francia; (2) Universidad de Los Andes, Colombia.

226

**Uso de Tecnología Grid en Algoritmos de Optimización Evolutiva.**

Por: E. Guardo(1), H. Castro(1), G. Bravo (1) y A. Medaglia (2). (1) Departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad de Los Andes, Colombia; (2) Centro de Optimización y Probabilidad Aplicada, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Los Andes, Colombia.

235

**Query and Data Caching in Grid Middleware.**

Por: L. d'Orazio, C. Labbé, C. Roncancio y F. Jouanot. Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Francia  
 Rendimiento de Estrategias de Calendarización Considerando Fluctuación de Tiempo de Ejecución de Tareas en un Grid Computacional. Por: A. Rodríguez(1), J. Ramírez(2), A. Tchernykh(3), J. Verduzco(1). (1) Instituto Tecnológico de Colima, Mexico; (2) Universidad de Colima, Mexico, (3) Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Mexico.

243

**Implementación "Out-of-Core" para Producto Matriz-Vector y Transpuesta de Matrices Dispersas.**

Por: J. Castellanos y G. Larrazabal. Centro Multidisciplinario de Visualización y Computación Científica, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo, Venezuela.

250

**Generación de números pseudo-aleatorios con autómatas celulares unidimensionales de radio 2.**

Por: N. Castillo. EmQbit Ltda., Colombia.

257

**Bio-FPGA: Una plataforma computacional masivamente paralela y fuertemente bioinspirada implementada en hardware reconfigurable.**

Por: J. Parra(1)(2). (1) Grupo de Concurrencia y Restricciones AVISPA, Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia; (2) Grupo de Bionanoelectrónica, Universidad del Valle, Colombia.

265

**Paralelización de la Factorización usando el lenguaje ZPL.**

Por: J. Castellanos, J. Ramírez y D. Rey. Universidad de Carabobo, Venezuela.

273

# contenido

## • POSTERS

Incremento de rentabilidad de equipos de sala de computo universitaria a traves de Grid Computing. Una experiencia de implementación de Grid de UTPL en plataformas Linux y Macintosh. Por: N. Piedra, M. Cabrera y M. Valarezo. Departamento de Bioinformatica, Universidad Tecnica Particular de Loja, Ecuador.

283

Analisis de implementación de aplicaciones paralelas basadas en MPICH sobre Grid basados en plataformas Linux y MacOSX. Por: N. Piedra, M. Cabrera y M. Valarezo. Departamento de Bioinformatica, Universidad Tecnica Particular de Loja, Ecuador.

291

Estudio Numérico de la Formación de Estructuras en el Universo: Un Caso de Aplicación para la Computación de Alto Rendimiento. Por: J. Munoz, C. Vera, J. Zuluaga. Instituto de Fisica, Universidad de Antioquia, Colombia.

299

Analisis de impacto de aplicaciones paralelas ejecutadas sobre infraestructura Grid Macintosh basada en Pooch en la reducción de cálculos intensivos en alineamiento de secuencias genéticas . Por: N. Piedra, C. Panamito y F. Vargas. Departamento de Bioinformatica, Universidad Tecnica Particular de Loja, Ecuador.

307

Computational Biomedical Applications: Model Parallelization. Por: R. Gutierrez, E. Crumpler y H. Alvarez. Biomedical Engineering Department, Florida International University, Estados Unidos de America.

Tecnología Grid para la Detección de Cáncer de Mama y Cuello Uterino por Medio de Procesamiento de Imágenes. Por: V. Martinez(1), C. Barrios(2)(3), A. Ramirez(4), O. Alvarez(5), O. Gualdron(4), A. Mendoza(1), Y. Denneulin(2) y M. Riveill(3). (1) Grupo de Investigacion en Ingenieria Biomedica, Universidad Industrial de Santander, Colombia; (2) Laboratoire d'Informatique de Grenoble, Equipe Mescal, Francia; (3) Laboratoire d'Informatique, Signaux et Systèmes, Equipe Rainbow, Francia; (4) Grupo de Conectividad y Procesamiento de Senal, Universidad Industrial de Santander, Colombia, (5) Grupo de Oncologia y Patolodiga de Santander, Universidad Industrial de Santander, Colombia.

318

On the Characterization of the Variable Free Memory \*. Por: M. Curiel(1), L. Maldonado(2) y L. Bravo(2) Departamento de Computacion y Tecnologias de la Informacion, Universidad Simon Bolivar, Venezuela; (2) Departamento de Computo Cientifico y Estadistica, Universidad Simon Bolivar, Venezuela.

325

Architecture for Distributed Data Mining from Multiple Situations. Por: M. Nunez. Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computacion. Universidad de Malaga, España.

333

# El Grid Académico Venezolano The Venezuelan Academic Grid

Herbert R. Hoeger

*Centro de Simulación y Modelado (CESIMO), Facultad de Ingeniería  
Universidad de Los Andes, Mérida 5101,, Venezuela*

y

*Centro Nacional de Cálculo Científico Universidad de Los Andes (CECALCULA),  
Corporación Parque Tecnológico de Mérida, Mérida 5101, Venezuela  
hhoeger@ula.ve*

## Resumen

*Este trabajo presenta una breve descripción del grid académico venezolano, apoyado previamente por una clarificación de lo que es un grid, sus objetivos, justificación y funcionalidad, además de una introducción al proyecto EELA que sirve de experiencia y base a este grid académico.*

## Abstract

*This work displays a brief description of the Venezuelan academic grid. Before that, a clarification of what is a grid, its objectives, justification and functionality is given, in addition to an introduction to the EELA project that serves as an experience and starting point for this academic grid.*

## 1. Introducción

Todo grid esta conformado por hardware y software. El hardware de un grid puede ser cualquier equipo o dispositivo con capacidades de comunicación a través de una red. Los equipos están constituidos principalmente por computadores y unidades de almacenamiento. En principio no hay requerimientos de arquitectura (Intel, AMD, Spark, etc.) ni de sistema operativo (Linux, Windows, Solaris, Irix, etc.). También es posible encontrar impresoras, plotters, escáners, equipos médicos operables a distancia y podemos ir aún lejos e incluir aires acondicionados, neveras, microondas, etc. Nuevamente, el único requisito es que elemento pueda comunicarse vía red.

El software esta compuesto por un *middleware*, bastante complejo, que sirve de enlace entre los usuarios o aplicaciones y los recursos (figura 1). Este software es la clave para la tecnología grid.

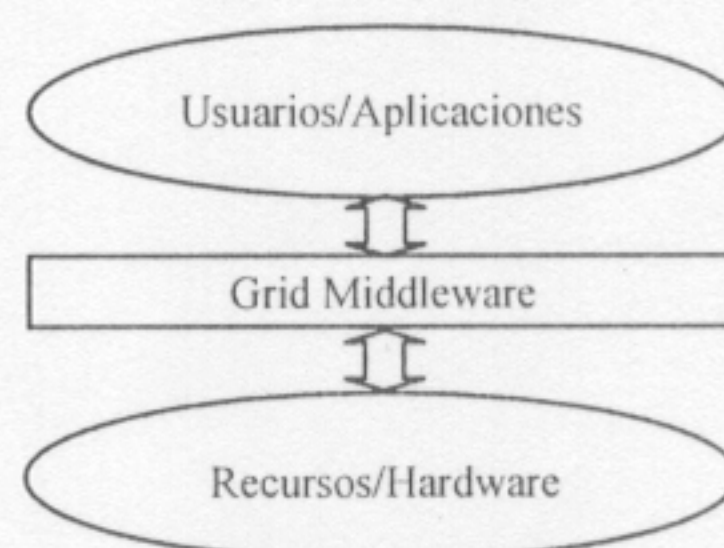


Figura 1: Ubicación del grid *middleware*.

Este trabajo continúa, en la sección 2, con una descripción más concreta de lo que es un grid con la intención de darle al lector un mejor entendimiento de esta tecnología, seguida de la sección 3 en donde expone el proyecto EELA<sup>1</sup> (*E-infrastructure shared between Europe and Latin America*) que sirve de base al grid académico venezolano, se prosigue en la sección 4 con una descripción de la estructura del grid de EELA para presentar en la sección 5 el grid académico, y finalmente concluir en la sección 6.

## 2. Los grid

Un grid es una agregación de recursos coordinados por el *middleware*. Estos recursos podrían estar geográficamente próximos, en una misma sala, o tan distantes como en distintos continentes. A su vez pueden pertenecer a una misma empresa o institución, una empresa con subsidiarias alrededor del mundo, o ser de diversas organizaciones, como por ejemplo, un conglomerado de universidades. Seguidamente se ampliará el objetivo, la justificación y las funcionalidades que debe incorporar un grid, y su diferencia con los clusters de computadoras.

<sup>1</sup> <http://www.eu-cela.org/>

## 2.1. Objetivo del *middleware*

El objetivo final del *middleware*, que es el que de hecho permite crear un grid, es el de ofrecerle al usuario los recursos disponibles en el grid como si fuera una sola gran máquina: una máquina virtual. Es decir, una vez que se acceda por algún mecanismo a un grid, sus recursos están a disposición al usuario en forma transparente. Hay múltiples computadores, unidades de almacenamiento, etc., de los cuales en ningún momento el usuario debe estar en conocimiento de su existencia particular, ubicación y características. Cuando un usuario manda a ejecutar una serie de tareas, el *middleware* se encarga de seleccionar los equipos y de que se ejecuten, después de lo cual se devuelven los resultados respectivos. Si se requieren datos almacenados, el *middleware* ubicará los datos pertinentes y los pondrá a disposición de las tareas que los requieran. En ningún momento el usuario deberá requerir saber donde corren las tareas o donde están almacenados los datos, para él simplemente corren y están en esa máquina virtual, el grid (figura 2).

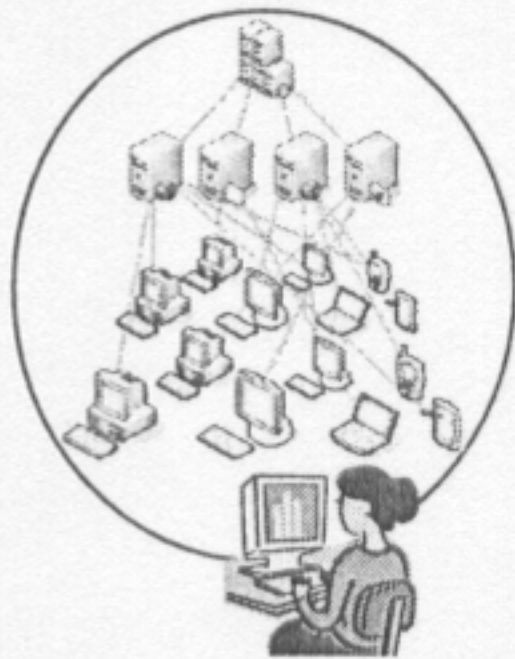


Figura 2: Un grid, una gran máquina virtual.

Para el usuarios es como si estuviera frente a un computador con mucho poder de computo (cpu) y gran capacidad de almacenamiento (disco duro), entre otras cosas. Esto es posible gracias a la velocidad y confiabilidad que proporcionan las redes hoy en día (Internet por ejemplo), y si las usamos para proveer y obtener información, también debemos poder usarlas para proveer y obtener recursos computacionales.

## 2.2. Justificación de los grid

Por un lado un grid permite compartir entre los usuarios del mismo los recursos que lo componen. Por otro lado, la agregación de estos recursos provee a los usuarios un poder de cómputo y almacenamiento que por lo general un usuario individual difícilmente o jamás podría obtener por otros medios. Nuestros entornos están repletos de recursos computacionales subutilizados. Tomemos como ejemplo un ambiente universitario en el cual existen múltiples laboratorios

de computación además de los equipos que están asignados a docentes, secretarías, etc. La fracción de tiempo que estos equipos son usados efectivamente es sumamente pequeña, por ejemplo, en las noches cuando las instalaciones están cerradas estos equipos no se utilizan, y por lo general ni siquiera cuando su "dueño" esta trabajando con el mismo ya que si alguien esta procesando un documento, diseñando una hoja de cálculo, creando una presentación, esporádicamente requiere un porcentaje significativo de cpu o de acceso a disco. Si estos equipos se pueden incorporar en un grid, permitiría que usuarios que en un momento dado estén sedientos de poder de cálculo y almacenamiento, por ejemplo, investigadores que requieren correr un número sustancial de simulaciones y manejar volúmenes significativos de datos, puedan usarlos mientras estén ociosos o escasamente usados. Dentro de una universidad o institución, esto puede significar un ahorro considerable de dinero, al usar equipos ya existentes, mientras se provee a aquellos con necesidades los recursos requeridos.

La filosofía es yo apporto mis recursos para que otros los puedan usar cuando yo no los use o los use poco (si yo los necesito activamente son míos), pero cuando yo necesite más de lo que tengo, el grid me lo ofrece.

## 2.3. Funcionalidad del grid

Un grid, a través del *middleware*, debe incorporar un conjunto de funcionalidades nada triviales de implementar en la práctica debido al uso de equipos heterogéneos, uso que debe ser transparente, y recursos que pertenecen y son administrados por personas e instituciones diferentes. A continuación se da una breve descripción de estas funcionalidades.

**Seguridad:** Este es uno de los aspectos más críticos. Dado que se están compartiendo recursos, el grid debe garantizar que sean usados adecuadamente. Se deben proveer mecanismos confiables para autenticar usuarios, comprobar que el usuario sea quien dice ser, y mecanismos de autorización de forma de restringir el acceso de un usuario solo a aquellos recursos que le fueron adjudicados y bajo las limitaciones que se le establecieron.

**Manejo de usuarios:** En concordancia con el punto anterior, un grid debe poder limitar los recursos y la forma en que ellos puedan ser utilizados por los usuarios mediante la creación de grupos, organizaciones virtuales, los cuales tienen intereses comunes: bioinformáticos, químicos, geofísicos, etc., y a los que se le da acceso a cierto hardware y aplicaciones, que requieren para sus desarrollos.

**Manejo de recursos:** El *middleware* debe ser capaz de detectar recursos que se incorporen, se desincorporen o fallen. Debe monitorear y balancear la carga de los recursos para asignar tareas a los poco ocupados y redistribuir las tareas de aquellos que estén sobrecargados. Debe ubicar los recursos adecuados de acuerdo a los requerimientos de las tareas. Debe permitir el establecimiento y garantizar el cumplimiento de políticas de uso de los recursos.

**Transparencia:** El usuario no debe estar al tanto de donde corren sus programas y de donde están almacenados sus datos, ni si los datos o tareas son migrados debido a fallas, por problemas de saturación de recursos o por razones de eficiencia. Una vez que el usuario sea autenticado por el grid, debe tener acceso a todos los recursos asignados indistintamente de si estos también implementan mecanismos de autenticación (lo cual es completamente lógico ya que estamos hablando de recursos que muy probablemente pertenecen y son administrados por distintas organizaciones); el grid en forma transparente debe interceder por el usuario en este proceso autenticación.

**Eficiencia, facilidad de uso y disponibilidad:** Si las tareas al correr en un grid lo hacen más lento que en la máquina del usuario, si el acceso a datos es tardado, si el grid es complicado de usar o la disponibilidad no es permanente, un grid difícilmente tendrá adeptos. La redundancia y cantidad de equipos disponibles son factores que permiten lograr eficiencia y disponibilidad. La facilidad de uso, que aún no es la que se desearía, se logrará en la medida que el *middleware* madure. Por los momentos la complejidad presente en el manejo de un grid se compensa a través del uso de portales que "traducen" las indicaciones que el usuario da en un ambiente gráfico a los comandos requeridos por el grid.

Un grid debe ser escalable, es decir, su comportamiento no debe verse perturbado a medida que se agreguen recursos (debería mejorar en este caso) y por lo tanto el manejo del mismo debe ser lo más descentralizado posible. Para el lector que tenga conocimiento de *Sistemas Operativos Distribuidos*, todo lo anterior debe sonarle a la misma historia. En efecto así es, solo que ahora se está a un nivel más alto y el *middleware* del que hemos estado hablando está sobre el sistema operativo; las funcionalidades no las implementa el sistema operativo, son independiente de este y a cargo del *middleware*. Por su puesto que esta alza de nivel también trae consigo más complejidad en el logro de las funcionalidades.

## 2.4. Cluster vs. grid

Usualmente se presenta confusión entre lo que es un cluster y lo que es un grid. Para aclarar esta duda se presentan las dos tablas siguientes, tabla 1 y tabla 2, indicando los aspectos relevantes de cada tecnología.

CLUSTER
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos homogéneos.</li> <li>• Sistema operativo único.</li> <li>• Administración y manejo centralizado.</li> <li>• Administración única.</li> <li>• Los equipos están cercanos (mismo sitio).</li> <li>• Objetivo: mejorar el rendimiento del sistema dedicando más recursos.</li> </ul>

Tabla 1: Aspectos relevantes de un cluster.

GRID
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos heterogéneos.</li> <li>• Múltiples sistemas operativos.</li> <li>• Administración y manejo descentralizado.</li> <li>• Administración múltiple.</li> <li>• Los equipos están dispersos (diferentes sitios).</li> <li>• Objetivo: mejorar el rendimiento del sistema compartiendo recursos subutilizados.</li> </ul>

Tabla 2: Aspectos relevantes de un grid.

La tecnología grid aún tiene camino por recorrer. Hay problemas que todavía no están resueltos satisfactoriamente, como por ejemplo la transparencia, y muchos otros en los que deben encontrarse mejores soluciones. El éxito final de esta tecnología depende de que la comunidad adopte estándares para garantizar la interoperabilidad entre componentes y grids, tal como sucedió con la Web. Quizás algún día podamos tener *El Grid* (un grid global) así como tenemos *La Web*.

Información más extensa se puede encontrar en las referencias [2], [3] y [4].

## 3. El proyecto EELA

El proyecto EELA busca crear un puente entre las e-Infraestructuras existentes en Europa y las que están emergiendo en Latinoamérica, mediante el establecimiento de un grid, usando las redes RedCLARA<sup>2</sup> y GÉANT<sup>3</sup>, para el desarrollo y el despliegue de aplicaciones avanzadas. La intención es reducir la brecha digital en Latinoamérica, proveyendo a los investigadores de una e-Infraestructura de alto rendimiento para realizar investigaciones de punta.

<sup>2</sup> <http://www.redclara.net/>

<sup>3</sup> <http://www.geant.net/>

Se plantean tres objetivos principales:

- a) Establecer una red de colaboración entre instituciones europeas y latinoamericanas en donde existen pericias de grid o estas estén emergiendo.
- b) Instalar una e-Infraestructura experimental en Latinoamérica, compatible con EGEE<sup>4</sup> (*Enabling Grids for E-science*) en Europa, que permita correr aplicaciones avanzadas y a su vez difundir el conocimiento y la experiencia de la tecnología de grid.
- c) Crear un marco sólido de colaboración en e-Ciencias entre Europa y Latinoamérica.

Las instituciones que son miembros de EELA son España, Italia y Portugal por Europa, Argentina, Brasil, Cuba, Chile, México, Perú y Venezuela por Latinoamérica y las organizaciones internacionales RedCLARA y CERN<sup>5</sup>.

Cuando el proyecto concluya en diciembre de 2007, se espera que EELA proporcione acceso fácil, rápido, seguro y económico a una gran cantidad de recursos de cómputo, de almacenamiento y de red a través de:

- a) El uso de los estándares del *middleware* de grid del OGF<sup>6</sup> (*Open Grid Forum*).
- b) El uso de las infraestructuras de redes regionales con gran ancho de banda (GEANT y RedCLARA).
- c) Compartir los conocimientos de grid entre Europa y Latinoamérica.
- d) La iniciación a los integrantes y participantes de actividades de EELA en mejores prácticas de cómputo, telecomunicaciones, etc.
- e) La interacción entre las comunidades de investigadores y las instituciones gubernamentales en Latinoamérica para sustentar las e-Infraestructuras y las e-Ciencias en el largo plazo.
- f) Estimular nuevos proyectos de colaboración en campos científicos, educativos y culturales.
- g) Estimular nuevos proyectos de grid en la región.

En el campo tecnológico, el desafío de EELA es compartir eficientemente grandes cantidad de datos a través de una red de área amplia (WAN) mediante un sistema de archivos globales. Esta plataforma integrada incrementará las capacidades computacionales en Europa y aun más en Latinoamérica, gracias a la posibilidad de redistribuir la carga de cómputo globalmente a través de la migración de trabajos, cruzando fronteras, de una manera totalmente

transparente a los usuarios. Desde el punto de vista estratégico, el proyecto EELA desplegará una infraestructura computacional y de almacenaje por medio de una alta integración de las plataformas avanzadas existentes nacionalmente, fuertemente acopladas a una red dedicada, por medio del software avanzado de grid que hemos venido llamando *middleware*. El resultado será una infraestructura con capacidades superiores a la suma de sus partes. Las ventajas de las aplicaciones avanzadas, que correrán sobre el grid de EELA, serán dobles: además de su obvia importancia científica, varios de estos usos tendrán un sensible impacto social. La posibilidad de obtener nuevos inhibidores, mediante aplicaciones bioinformáticas, para la malaria, la gripe y otras enfermedades relegadas (responsables de la muerte diaria de millares de personas), o el acceso a la educación para personas en sitios remotos a través de aplicaciones de e-educación, o predicciones climáticas de gran alcance, son buenos ejemplos.

#### 4 Estructura del grid de EELA

El grid de EELA es una colección de recursos y servicios distribuidos geográficamente. Esta compuesto por varios sistemas de los cuales los fundamentales son: el Sistema Manejador de Carga (*Workload Management System* o *WMS*), el Sistema Manejador de Datos (*Data Management System* o *DMS*), el Sistema de Información (*Information System* o *IS*) y el Sistema de Autenticación y Autorización (*Authentication and Authorization System*) [1].

El *WMS* se encarga del manejo de las tareas que han sido enviadas por los usuarios al grid. Ubica los recursos adecuados para las tareas y las manda a ejecutar, después de lo cual las monitorea y le permite al usuario recuperar las salidas de las mismas.

El *DMS* permite el movimiento de archivos desde el grid, hacia el grid y dentro del grid, replicarlos en diferentes sitios y localizarlos.

El *IS* provee información acerca de los recursos y su estado. La información es proporcionada por cada recurso individual y recopilada en bases de datos. Esta información es usada por el *WMS* y el *DMS* para seleccionar los recursos adecuados.

El *Authentication and Authorization System* permite establecer si un usuario efectivamente es quien dice ser y de esta forma determinar que recursos del grid y en que medida puede usarlos.

El grid de EELA esta conformado por una aglomeración de sitios, en donde cada sitio es en si mismo un grid. Los componentes con los que debe

<sup>4</sup> <http://www.eu-egee.org/>

<sup>5</sup> <http://www.cern.ch/>

<sup>6</sup> <http://www.ogf.org/>

contar un sitio y que están relacionados con los sistemas indicados anteriormente, se listan a continuación.

#### 4.1. Workload Management System

Está desplegado en las siguientes máquinas:

**Interfaz de Usuario (User Interface o UI):** le permite al usuario usar las funcionalidades del WMS. Usualmente se instala en la máquina que el usuario usa para acceder al grid. Provee una lista de recursos compatibles con un conjunto de requerimientos, permite enviar trabajos al grid, chequear su estado, cancelar trabajos y obtener los resultados.

**Gestionador de Recursos (Resource Broker o RB):** esta compuesto por los siguientes servicios instalados usualmente en la misma máquina. El **Servidor de Red (Network Server o NS)** acepta las solicitudes de una UI, autentifica al usuario, copia archivos de entrada y salida entre la UI y el RB, y pasa la solicitud al **Manejador de Carga (Workload Manager o WM)**. El WM se encarga de buscar recursos adecuados de acuerdo a los requerimientos de las tareas, después de lo cual un despachador eventualmente las envía a ejecutar en los recursos seleccionados. El servicio de **Registro y Contabilidad (Logging and Bookkeeping o LB)** se encarga de recoger y almacenar en un base de datos el estado de las tareas proporcionado por los diferentes componentes en donde corren.

**Elemento de Computo (Computing Element o CE):** sirve de interfase a los elementos de cálculo o clusters de cómputo. Recibe las solicitudes del despachador de tareas y las envía a ejecutar o cancela.

**Nodo de Trabajo (Worker Node o WN):** es una máquina que ejecuta tareas. Un cluster de cómputo es conjunto de WNs administrados por un CE.

#### 4.2. Data Management System

Depende de los dos servicios siguientes:

**Servicio de Localización de Replicas (Replica Location Service o RLS):** es el catalogo oficial del grid y permite ubicar en que recursos de encuentra un archivo y/o sus replicas.

**Elemento de Almacenaje (Storage Element o SE):** provee y controla el acceso a grandes espacios de almacenamiento como arreglos de discos y sistemas de almacenamiento jerárquicos.

#### 4.3. Information System

Su estructura esta compuesta de los servicios que se presentan a continuación:

**Servicio de Información de Recursos del Grid (Grid Resource Information Service o GRIS):** todo recurso del grid corre un GRIS que obtiene información estadística y dinámica del recurso.

**Servicio del Índice de Información del Grid (Grid Information Index Service o GIIS):** hay uno por cada sitio. Los GRIS locales están registrados con GIIS. Cuando se consulta un GIIS este consulta cada GRIS y devuelve la información recopilada.

**Base de Datos del Índice de Información Berkeley (Berkeley Database Information Index BDII):** esta en el nivel tope del IS. Periódicamente consulta los GIIS y/o GRIS. Cada organización virtual (VO) puede configurar sus DBIIs para que solo consulte los sitios relevantes a la misma.

#### 4.4. Authentication and Authorization System

La autenticación esta basada en certificados digitales emitidos por una Autoridad de Certificación (Certification Authority o CA). En un grid puede haber una o más CAs y todo usuario del grid debe tener un certificado. Este certificado permite y restringe el acceso a los recursos de acuerdo a las políticas establecidas para los distintos usuarios. Existe una base de datos central por cada organización virtual que contiene los certificados de los usuarios. Esta base de datos es consultada por los RBs, CEs y SEs para construir listas locales de usuarios autorizados. Cada vez que un usuario trata de hacer uso de un recurso, se verifica que se cumpla con las políticas de uso locales.

### 5. El grid académico venezolano

El software, la estructura y la pericia recolectada con el proyecto EELA, además de los diversos talleres de divulgación y entrenamiento que se han dado a nivel venezolano y regional bajo su auspicio, sirven de base y animan el desarrollo del grid académico venezolano.

Los propósitos de este grid son varios. Debido a la naturaleza misma de lo que es un grid, compartir recursos, se espera un mayor acercamiento y cooperación entre los participantes, ganar y difundir conocimiento y experticia en esta tecnología, además de compartir recursos particulares, como clusters, con el objeto de incentivar y facilitar aquellas investigaciones con requisitos importantes de cómputo.

El grid se desarrollará en varias fases. Inicialmente se integraran pocas instituciones y en la medida que se resuelvan inconvenientes y se domine el problema, se agregaran otras instituciones.

### 5.1. Primera fase del grid

En la primera fase se logro la integración de los grids locales de la Universidad Simón Bolívar (USB) y la Universidad de Los Andes (ULA), con una estructura como la que se muestra en la figura 3.

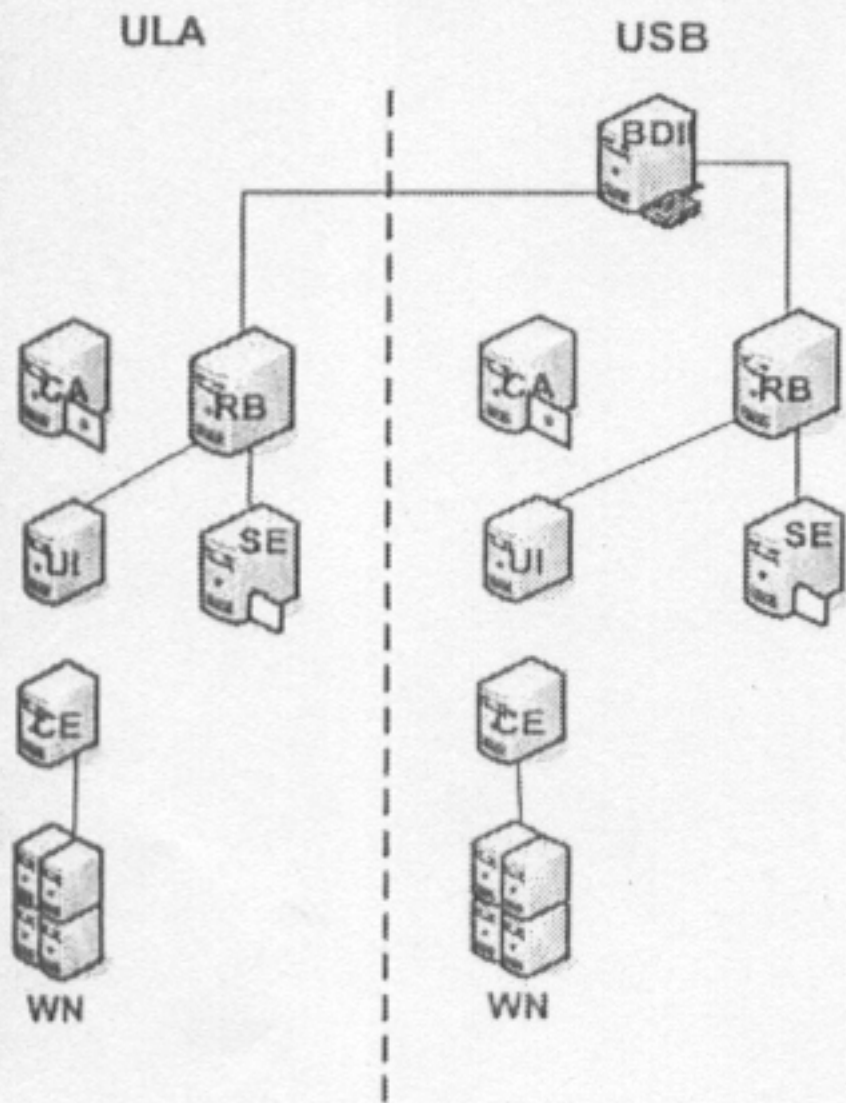


Figura 3: Grid USB-ULA.

### 5.2. La autoridad de certificación

Para fines de seguridad y autenticación, una autoridad de certificación es clave en un grid. En la figura 3, cada grid local tiene su propia CA. Estas CAs son estrictamente locales y sus certificados no tienen validez fuera de este contexto. Para que los certificados emitidos por una CA sean reconocidos internacionalmente, una CA en Latinoamérica debe pasar un riguroso y celoso escrutinio de La Autoridad de Gerencia de Políticas de de Grid de Las Américas (The Americas Grid Policy Management Authority o (AGPMA)<sup>7</sup>. Este proceso es largo y minucioso y solo se cumple con todos los requisitos, se otorga el conocimiento a la CA. Actualmente la ULA ha pasado por varias etapas de reuniones y revisiones y se espera que dentro de poco se apruebe su CA. Como miembro de EELA, la ULA actualmente usa certificados emitidos por otras CAs del consorcio y que están reconocidas internacionalmente. Una vez aprobada la CA de la ULA, esta podrá emitir certificados que serán reconocidos por todos los sitios que integran EELA y por otros servicios que requiera certificados a nivel internacional.

### 5.3. Segunda fase del grid

La segunda fase consistió en integrar el sitio del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) y un elemento de computo (un cluster) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) al grid USB-ULA. Se quiere resaltar aquí que para usar un grid no es necesario tener un sitio. La entrada a un grid es a través de una UI. Una institución que en un momento dado no cuente con recursos o no disponga de la capacidad técnica para montar un sitio, pueden acceder a un grid montando solo una UI o a través de una UI de otra institución.

### 5.4. Tercera fase del grid

En esta fase se irán integrando las demás instituciones al grid académico venezolano.

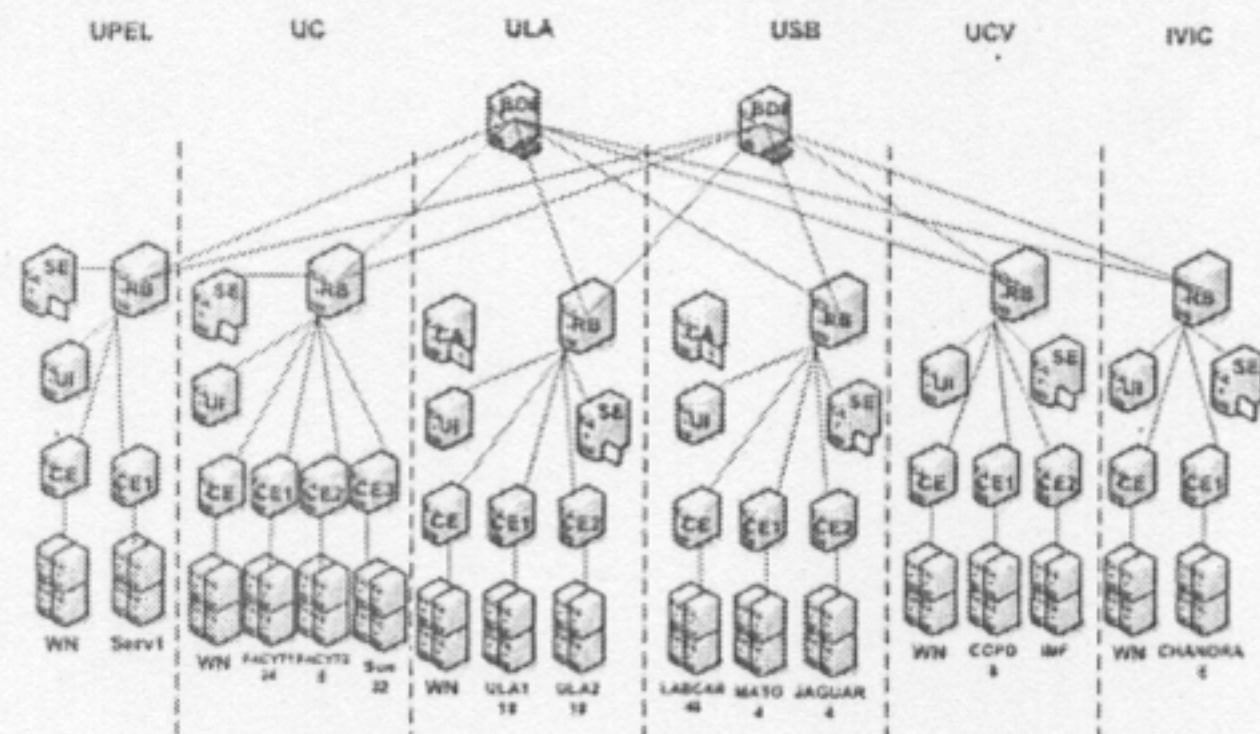


Figura 4: Grid Académico Venezolano

En la figura 4 presenta una posibilidad de integración además de que solo lista, a manera de ejemplo y por limitaciones graficas, algunas las instituciones.

En esta fase hay que tomar decisiones, en su debido momento y a medida que se agreguen instituciones, sobre las estructura final que se le ira dando al grid. Entre las decisiones que habrá que tomar se puede mencionar: una institución montará un sitio, solo una UI o accederá al grid a través de otra institución; que servicios implementara; como será estructurado el sistema de información del grid; como se implementara la seguridad y las respectivas políticas, que recursos se aportarán, y las aplicaciones a instalar. Todo esto debe ir en paralelo con planes de diseminación y entrenamiento.

### 5.5. Iniciativa de grid de PDVSA

Existe una iniciativa de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), la corporación estatal que se encarga de la exploración, producción, manufactura, transporte y mercadeo de los hidrocarburos, para desarrollar la experticia en el país sobre temas relacionados con

TICs aplicadas a las áreas de petróleo y energía. La plataforma computacional para el impulso de esta iniciativa será un grid, que recibirá apoyo financiero de PDVSA y está orientado a instituciones académicas y de investigación del país así como a empresas de base tecnológica. Este grid tiene como objetivo la promoción, difusión y apropiación del uso de tecnologías de cómputo intensivo y almacenamiento masivo de datos, aplicadas a las áreas relacionadas con la industria petrolera y al desarrollo de la ciencia y la tecnología en general. Esta iniciativa reforzará y ampliará el grid académico venezolano.

## 6. Conclusiones

Se ha realizado una descripción de lo que es la tecnología grid con el fin de darle bases al lector que desconoce del tema para que pueda percibir la importancia y alcance del proyecto EELA y del grid académico venezolano. Se describe en términos generales en que consiste EELA y cual es la estructura de su grid. EELA es la base y la inspiración del grid académico venezolano que se describe justo antes de estas conclusiones.

## 7. Referencias

- [1] <http://www.grid.org.tr/servisler/dokumanlar/LCG-mw.pdf>
- [2] Foster, Ian. *What is the grid? A three point checklist*. Argonne National Lab & University of Chicago. <http://www.gridtoday.com/02/0722/100136.html>
- [3] Foster, Ian; Kesselman, Carl. *The grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 1998
- [4] Foster, Ian; Kesselman, Carl; Tuecke, S. "The Anatomy of the grid: Enabling Scalable Virtual Organizations", Euro-Par 2001 Parallel Processing, Springer-Verlag, Berlin, 2001, pp 1-4.