

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.

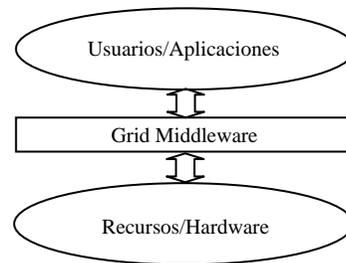


Figura 1: Ubicación del grid *middleware*.

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 EELA¹ (*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.

¹ <http://www.eu-eela.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 deber 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).

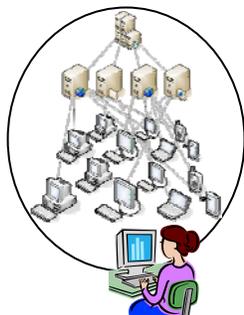


Figura 2: Un grid, una gran máquina virtual.

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 indicación que el usuario da en un ambiente grafico 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 esta a un nivel más alto y el *middleware* del que hemos estado hablando esta 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">• Equipos homogéneos.• Sistema operativo único.• Administración y manejo centralizado.• Administración única.• Los equipos están cercanos (mismo sitio).• Objetivo: mejorar el rendimiento del sistema dedicando más recursos.

Tabla 1: Aspectos relevantes de un cluster.

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

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 RedCLARA² y GÉANT³, 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.

² <http://www.redclara.net/>

³ <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 EGEE⁴ (*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 CERN⁵.

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 OGF⁶ (*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

⁴ <http://www.eu-egce.org/>

⁵ <http://www.cern.ch/>

⁶ <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 el *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 Indormation Index* o *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.

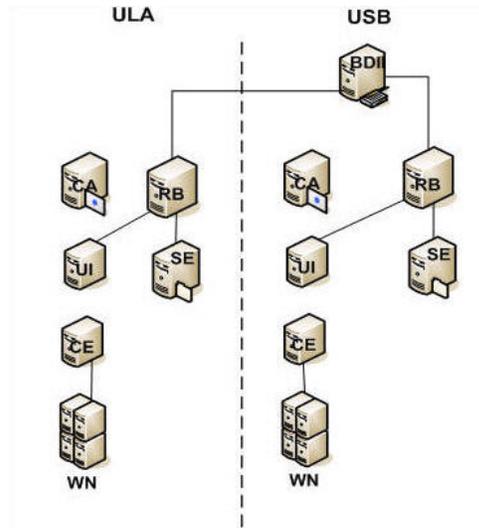


Figura 3: Grid USB-ULA.

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 *TAGPMA*)⁷. Este proceso es largo y minucioso y solo si se cumple con todos los requisitos, se otorga el reconocimiento 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 de certificados a nivel internacional.

⁷ <http://www.tagpma.org/>

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.

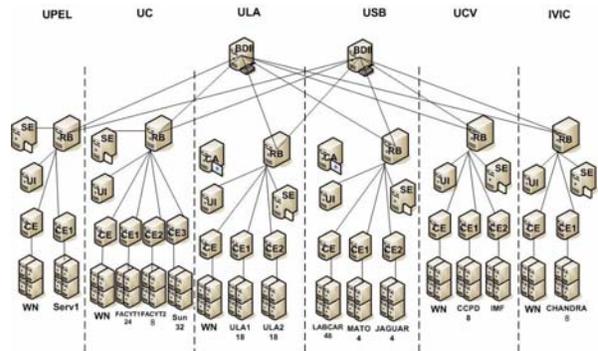


Figura 4: Grid Académico Venezolano

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 la 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 un 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.