



INFORME DE GESTIÓN 2018

Director: Oscar A. Reula

Secretario Técnico: Carlos S. Bederián

Secretario Administrativo: Federico A. Stasyszyn

1 Presentación

El Centro de Computación de Alto Desempeño de la Universidad Nacional de Córdoba (CCAD-UNC) fue creado por RHCS 830/2013 como un consorcio de Facultades, el Observatorio Astronómico y el Centro Científico Tecnológico de CONICET en Córdoba con los siguientes objetivos:

- Desarrollar y proveer recursos transversales en el área de la computación de alto desempeño y otras tecnologías emergentes asociadas.
- Contribuir a la formación de recursos humanos altamente calificados.
- Asistir a los investigadores en la utilización y el desarrollo de programas de simulación computacional de alto desempeño, en adecuación con las infraestructuras de cálculo disponibles.
- Participar en los sistemas nacionales de computación de alto desempeño promoviendo la utilización de estándares que faciliten las colaboraciones interdisciplinarias a nivel regional e internacional.

El CCAD-UNC posee una página web (<http://ccad.unc.edu.ar/>) con información detallada de sus equipos y actividades.

2 Actividades

Durante el año 2018 el Centro de Computación de Alto Desempeño realizó las siguientes tareas:

1. Puesta en funcionamiento de equipamiento:

- a) Lanzamiento del cluster *Eulogia*. El cluster *Eulogia* surge a partir de gestiones realizadas ante el Rector Hugo Juri a fin de reemplazar el cluster *Cristina*, que presentaba una relación desfavorable entre su potencia de cálculo y su consumo eléctrico. *Eulogia* se compone de 3 módulos, el primero fue adquirido con fondos provenientes del Rectorado y los siguientes dos con fondos del MinCyT de la Nación. Cada módulo tiene cuatro servidores con procesadores Intel Xeon Phi 7210 y 96 GB de memoria DDR4-2400, montados sobre placas madre Intel S7200AP. Este equipamiento provee al CCAD una potencia de cálculo pico de 32 TFLOPS. Esto significa 5 veces mayor poder de cómputo que Cristina, consumiendo 5 veces menos energía, es decir representa un ahorro de un factor 25 en energía. Este es un ejemplo de lo imperioso que resulta para nuestra Universidad centralizar su poder de cómputo en una única dependencia, que permita hacer un uso mas racional de los recursos de cómputo actualmente

dispersos en nuestra Universidad.

- b) Puesta en funcionamiento del cluster *Muladona*. Este equipamiento fue adquirido mediante la colaboración entre el CCAD y el Instituto de Astronomía Teórica y Experimental (IATE, Conicet-UNC). Mediante el subsidio PICT-E N° 033/2014 dirigido por el Dr. Mario Abadi, se adquirieron los nodos de cómputo de este cluster. El CCAD aportó, además del asesoramiento en la compra del equipamiento, la infraestructura de conectividad InfiniBand, el rack de montaje, y el sistema de refrigeración. El cluster se compone de 7 nodos cada uno con dos procesadores Intel Xeon E5-2683v4 de 16 cores cada uno, con 128 GB de memoria DDR4-2400 montados sobre placas madre Intel S2600CW. Este equipamiento es el primero que se adquiere en esta modalidad de colaboración entre el CCAD y un grupo de investigación. La ventaja de este tipo de convenios, radica en que el grupo puede destinar la totalidad de sus fondos a adquirir el hardware de cómputo, mientras que la infraestructura y administración son facilitadas por el CCAD. De esta manera el grupo de investigación dispone de un uso preferencial del equipamiento y lo comparte con el resto de los usuarios del CCAD cuando no lo está utilizando a toda su capacidad. Esto asegura un uso racional de los recursos, minimizando el tiempo ocioso del equipamiento.
- c) Armado de la computadora para desarrollo de machine learning *Nabucodonosor*. La iniciativa Nabucodonosor surge de una propuesta del CCAD con el objetivo de desarrollar hardware que potencie el uso de tecnologías basadas en el Aprendizaje Automático mediante Computadoras (en inglés, machine learning – ML) mediante la colaboración de la Universidad con empresas de base tecnológica del país. Durante una reunión entre representantes del CCAD-UNC y empresas locales de TIC, el 16 de agosto de 2017, se decidió armar una computadora mediante la colaboración del CCAD y las empresas. El CCAD aportó la máquina base, en este caso nodos del cluster *Mendieta* y las empresas aportaron las placas GPU y discos de estado sólido. Gracias a la colaboración del Laboratorio de Electrónica de FAMAF, pudieron realizarse las modificaciones necesarias en el nodo para la instalación de las placas. A partir de este acercamiento, las empresas y la comunidad académica pudieron canalizar otras necesidades de vinculación, como por ejemplo el inicio de la Diplomatura en Ciencia de Datos y del convenio de vinculación entre FAMAF y el Córdoba Technology Cluster.
- d) Participación en el diseño del nuevo Data Center de la Universidad. En coordinación con personal de la Prosecretaría de Informática se discutieron y detallaron las especificaciones

necesarias para la construcción de un centro de datos con homologación internacional. Una vez finalizada su construcción será capaz de alojar con total seguridad y comodidad todos los sistemas informáticos de la UNC más una supercomputadora de gran porte.

- e) A fin de poner en funcionamiento los clusters *Eulogia* y *Mulatona*, fue necesaria la ampliación del tablero eléctrico y la instalación de nuevas líneas eléctricas que alimentan dicho equipamiento, alojado en el Data Center de la Prosecretaría de Informática de la UNC. La tarea de diseño e instalación de dicha infraestructura estuvo a cargo del personal técnico del IATE. La intervención implicó la instalación de un nuevo gabinete estanco con los disyuntores y llaves térmicas ya instaladas, al cual se le agregó las necesarias para las fases nuevas que se instalaron, además del tendido de cable. Finalmente en el rack se colocaron los zócalos eléctricos necesarios para la conexión de todo el equipamiento.
- f) Se incorporó un nuevo nodo en *Mendieta* por donación de la empresa Arris. Dicho nodo es muy similar a los nodos *Mendieta* fase 1, pero cuenta con el cúadruple de memoria RAM (256 GiB) lo que permite ampliar el tipo de trabajos realizados con este *fatnode*.

2. Asistencia a Investigadores:

- a) Asistencia al investigador Carlos Ruestes, adjudicatario de 500.000 horas core en Mendieta a través de IPAC/PAD del MinCyT.
- b) Optimización y mejoras en el paralelismo de los códigos de cálculo más utilizados.
- c) Eliminación de cuentas inactivas e inscripción de oficio en las listas de distribución de los usuarios activos.

3. Incorporación y Capacitación de Recursos Humanos:

- a) Incorporación al equipo de trabajo del CCAD del Lic. Marcos Mazzini, profesional asistente de la carrera de personal de apoyo del CONICET. En el centro desarrollará tareas de mantenimiento y puesta a punto de los sistemas de cómputo.
- b) Participación de Carlos Bederián y Nicolás Wolovick en la conferencia internacional *High Performance Computing Networking, Storage, and Analysis - Supercomputing 2017* celebrada en noviembre de 2017 en la ciudad de Denver (Estados Unidos).
- c) Estadía de Trabajo en la empresa *Électricité de France* con sede en París (Francia) para los investigadores del Centro de Investigación de Métodos Computacionales de Santa Fé (CIMEC) Mario Storti y Luciano Garelli.
- d) Estadía de Trabajo en el *Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS)* con sede en Lugano

(Suiza) para el ingeniero Juan Pablo Dorsch del CIMEC.

- e) Estadía de Trabajo en la empresa *Électricité de France* con sede en París (Francia) para Gustavo Krause, investigador del IDIT-CONICET.

4. **Transferencia Tecnológica:**

- a) Contribución al código Open MPI con mejoras de desempeño a cargo del Lic. Carlos Bederián.
- b) Asesoramiento en la instalación, puesta a punto y mantenimiento de servidores de cálculo a la empresa de automovilismo deportivo MA Competición.
- c) Análisis técnico de la forma de distribución de las horas/core en los proyectos IPAC del MinCyT-Nación.
- d) Investigadores del CCAD-UNC recibieron un premio a la Transferencia Tecnológica por parte del MinCyT de la Provincia de Córdoba.

5. **Divulgación y Relaciones Institucionales:**

- a) Encuentros con el Ministro de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba, Dr. Walter Robledo.
- b) Reunión con el Presidente y el Vicepresidente de Asuntos Tecnológicos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Dr. Alejandro Ceccatto y Dr. Miguel Ángel Laborde.
- c) Creación del Nodo de Inteligencia Artificial, compuesto por docentes de varias Facultades y empleados de empresas del sector en la región. A partir de esta interacción se inició la creación de la Diplomatura en Inteligencia Artificial en la FaMAF-UNC y la construcción de una nueva computadora con hardware específico para la disciplina.
- d) Creación de un grupo de usuarios de los códigos open source de la empresa *Électricité de France*.
- e) Incorporación a la iniciativa OpenPOWER como socios académicos.
- f) Entrevistas de divulgación a usuarios destacados de los Clusters de CCAD, mostrando cómo utilizan los recursos computacionales.
- g) Charla invitada en el Séptimo Encuentro "Friends of Friends" del OAC, a cargo del Ing. Antonio Russo y el Dr. Nicolás Wolovick.
- h) Visita de los técnicos de Radiodifusora del Centro S.A. a las instalaciones de los Clusters.

6. **Otras Gestiones:**

- a) Se realizaron reuniones con el CCT de CONICET para la incorporación de un integrante a

causa de la salida de la Dra. Andrea Costa.

- b) Se realizaron las gestiones para el cobro de las cuotas de los participantes del CCAD a través de servicios o personal de apoyo.

3 Finanzas

Cuadro 1: Estado de resultados del CCAD-UNC. Ejercicios 2017 y 2016.

	2017		2016	
	Ingresos	Gastos	Ingresos	Gastos
Saldo Inicial	319.347,07		37.893,23	
Aporte Socios	76.500,00		64.588,04	
Aporte Rectorado UNC	75.000,00		60.000,00	
Contribución Rectorado UNC (SGI)	600.000,00		530.500,00	
Mantenimiento sala y equipos		58.551,95		35.010,65
Gastos Administrativos		43.911,00		5.995,51
Compra de bienes		576.678,29		319.347,07
Saldo	\$ 391.705,83		\$ 332.628,04	

El resultado del ejercicio del año 2016 muestra un saldo positivo de \$ 332.628,04 de los cuales se han comprometido \$ 320.000,00 para la compra de 4 nodos ARM 2408 equipados con un procesador Xeon Phi 7210 de 64 cores cada uno.

El estado general de las finanzas ha mejorado sensiblemente respecto a los periodos precedentes. En 2014, se contabilizaron ingresos por \$ 179.302,76 y gastos por \$ 116.712,07, en 2015 los ingresos correspondieron a \$ 40.000,00 y los gastos a \$ 64.697,46, mientras que en 2016 los ingresos sumaron \$ 655.088,04 y los gastos \$360,353.23.

Este aumento se debe en gran parte a la participación del Rectorado a través de dos (2) contribuciones extraordinarias que han posibilitado, en primer lugar la transferencia de los equipos al Data Center de la Prosecretaría de Informática (PSI), y en segundo lugar la renovación de los equipos obsoletos que tendrá lugar en el ejercicio 2018. Se espera que en 2018 podamos nuevamente contar con fondos del Sistema Nacional de Computación de Alto Desempeño (SNCAD) ya que estaremos completando las rendiciones de lo adquirido con la remesa anterior.

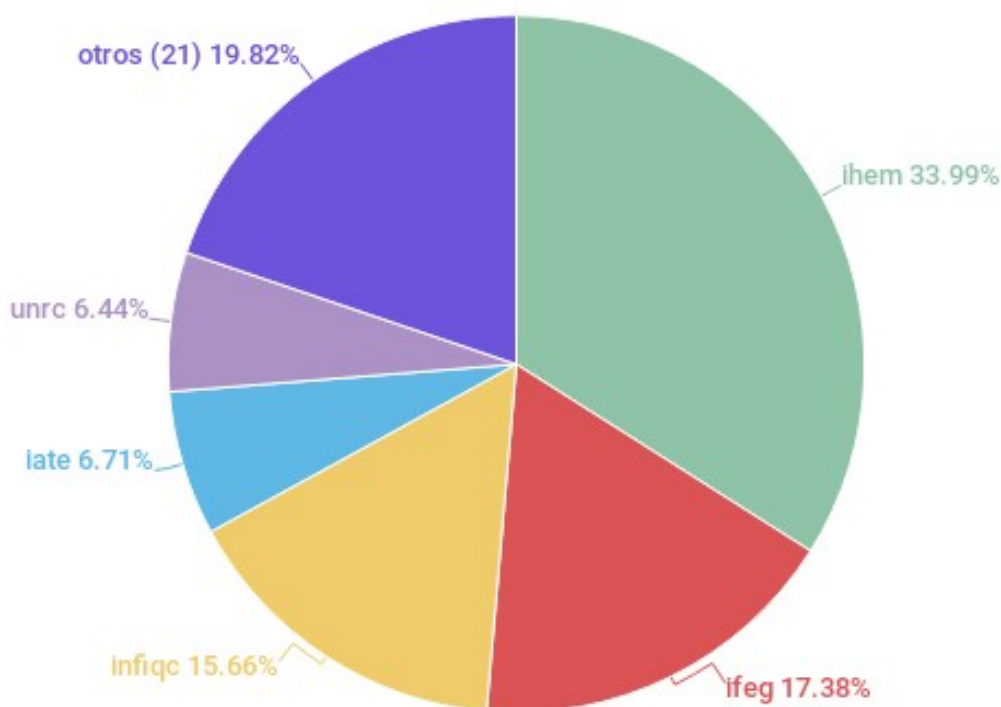
4 Uso de los recursos computacionales

El CCAD-UNC administra los clusters computacionales *Mendieta*, *Eulogia* y *Mulatona*, adquiridos con fondos diversos de la UNC, el CONICET y el MinCyT-Nación, a través del SNCAD, los cuales se encuentran en uso de manera permanente. En la actualidad el CCAD-UNC brinda servicios computacionales a 10 Universidades Nacionales y a más de 50 grupos de investigación de todo el país.

Durante el período 2017 se efectuaron en el cluster *Mendieta* simulaciones computacionales por un total de **6.327.816 horas de CPU**, es decir 1.959.888 horas más que en 2016, **equivalentes a un incremento del 44,8 %**. Este incremento se debe en gran parte al uso intensivo de 14 co-procesadores Intel Xeon Phi 31S1P instalados en septiembre de 2016. El valor de mercado del total de las horas de cálculo equivale aproximadamente a 16.000.000 de pesos (US\$ 0,09 core/hora, \$28=US\$ 1). Los otros dos clusters, *Eulogia* y *Mulatona*, han comenzado recientemente su operación en fase de producción y, por lo tanto, no se dispone de estadísticas representativas de uso por parte de los usuarios.

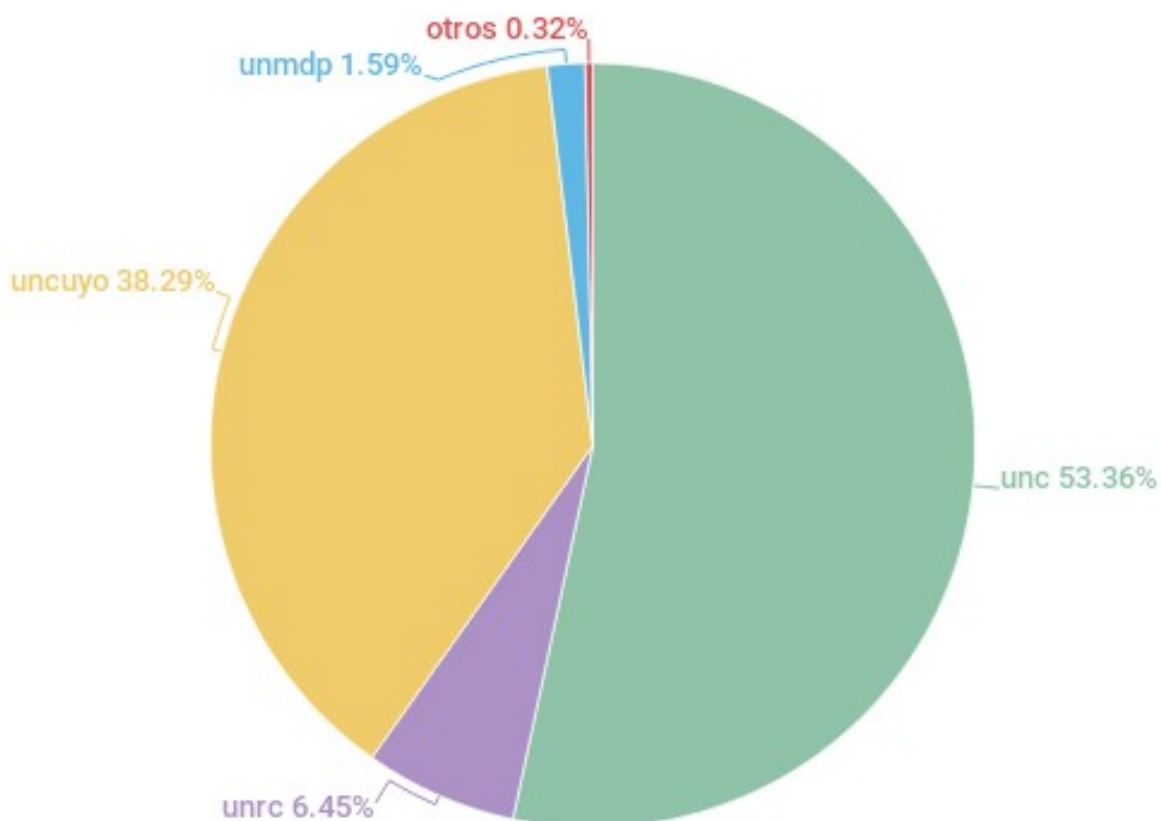
En los siguiente gráficos se muestra el uso del cluster *Mendieta* durante el año 2017 de acuerdo a la pertenencia institucional de los investigadores. El primer gráfico reporta las principales unidades ejecutivas (la mayoría de doble dependencia CONICET-UNC) y las Universidades de manera agregada. Mientras que en el segundo gráfico se reporta el consumo por Universidades, es decir haciendo abstracción de los respectivos institutos.

Figura 1: Utilización del cluster *Mendieta* por Institutos



Al igual que el año anterior, el Instituto de Histología y Embriología, (IHEM) «Dr. Mario H. Burgos», una Unidad Ejecutora de doble dependencia (CONICET-UNCuyo) que se encuentra dentro del Centro Científico Tecnológico de Mendoza (CCT-Mendoza), es el primer usuario del cluster en términos de horas de CPU. Ello se debe al uso intensivo de las tarjetas Xeon Phi que realizan los investigadores de dicho centro. Al tratarse de tarjetas con cores de inferior rendimiento que los de los CPU normales de los nodos, el porcentaje de uso efectivo es bastante menor que el manifestado en el gráfico. Luego, en horas CPU, siguen el IFEG y el INFICQ con 17 % y 16 % respectivamente, luego la Universidad Nacional de Rio Cuarto (UNRC) y el Instituto de Astronomía Teórico y Experimental (IATE) con 6 % y 7 % respectivamente. Estos últimos 4 grupos se reparten casi la mitad de los recursos del cluster.

Figura 2: Utilización del cluster *Mendieta* por Universidades



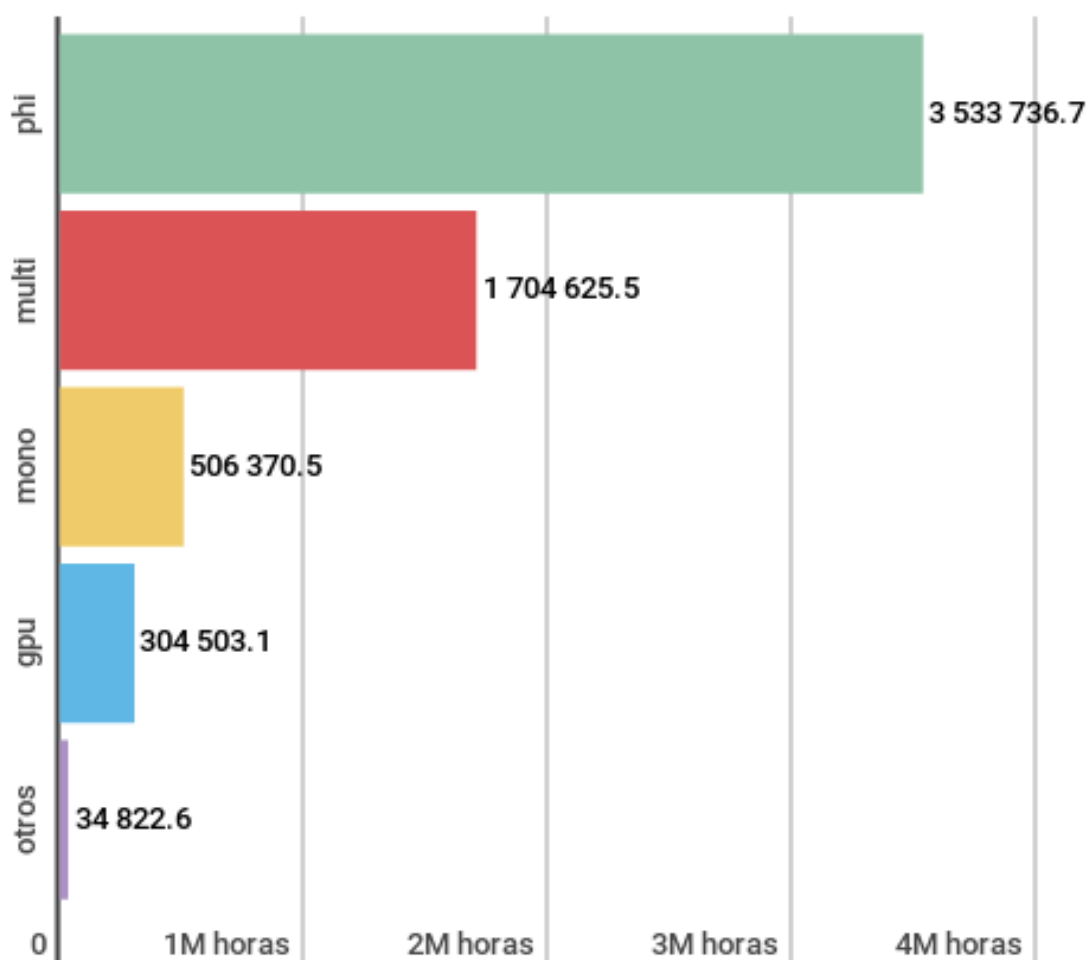
Cabe destacar que el uso del cluster respeta las políticas establecidas por el SNCAD, el cual exige destinar a usuarios externos al menos el 20 % de los recursos computacionales. En nuestro caso, en 2017 se asignaron el **46,64 %** de las horas de cálculo a usuarios de otras Universidades o Instituciones a las que el centro les presta servicios a través de acuerdos de vinculación tecnológica. Esto va en línea con la política del centro, en lo que hace al fomento y creación del Centro Federal Argentino de Computación (CFAS), ya oportunamente informado.

En términos de disponibilidad, se aprovecharon las capacidades computacionales del cluster en un **72.9 %** teniendo en cuenta una franja horaria de 24 horas los 365 días del año. La pérdida de recursos computacionales, equivalente a 27.1 % de la capacidad instalada, tiene diversas causas. Entre estas se encuentran la espera por recursos compartidos específicos (Xeon Phi, GPU) e interrupción del suministro

eléctrico. En menor medida se registraron incidentes con los equipos de refrigeración de la sala y fallos en el hardware de algunos nodos de cálculo. Desde el punto de vista de los usuarios, en el año 2017 el cluster tuvo un nivel de disponibilidad correspondiente al **94,82 %**, es decir más de **8300 horas** de acceso garantizado a los recursos computacionales y a los datos.

Un punto importante a detallar es la diversificación que tiene el cluster según los recursos computacionales que utilizan las diversas simulaciones. La incorporación de los Xeon Phi y el mayor aprovechamiento de las GPU acompañó las tendencias globales de delegar el cómputo a hardware especializado (offloading).

Figura 3: Utilización del cluster *Mendieta* por tipo de recurso



En la figura anterior se puede ver la cantidad de horas de cómputo acumuladas respectivamente

en placas Xeon Phi, simulaciones multinodo, simulaciones monoprocesador y en GPU, además de las horas acumuladas en reservas especiales de los diversos recursos. Estos datos evidencian la necesidad de mantener y ampliar los recursos de forma diversificada para abarcar el offloading, la conectividad de baja latencia para interconectar multi-procesadores y procesadores con alta frecuencia de clock para cómputo monoprocesador.

5 Conclusiones

El CCAD-UNC ha logrado mantener sus recursos computacionales con un porcentaje de uso y disponibilidad muy alto. El impacto de estas facilidades ha sido muy grande, dando lugar a la publicación de 33 trabajos científicos, 3 tesis de Doctorado y 2 trabajos finales de Licenciatura, correspondientes a las diferentes unidades académicas que conforman la comunidad de usuarios.

A través del monitoreo constante de los recursos del centro vemos que, pese a haber duplicado la capacidad de cómputo, todos los equipos están saturados de trabajos, siendo imperioso contar con mayores facilidades de cómputo en la Universidad, para evitar demoras en el proceso de investigación o tener que recurrir al uso de recursos computacionales de otras universidades, sobre todo en el exterior. Esto último, aunque implica colaboraciones internacionales que suelen ser positivas, impone una severa pérdida de soberanía científico-tecnológica y además hace muy difícil la conformación de grupos que dominen todos los pasos de las tecnologías computacionales necesarios para llevar las investigaciones de forma autónoma.

6 Tareas para el corriente año (2018)

Durante el año 2017 se concentraron esfuerzos en la adquisición e instalación de nuevos equipos, tanto de cómputo como de gestión y almacenamiento de datos, así como también en el diseño del nuevo Data Center de la UNC. En el presente año pondremos especial énfasis en los siguientes objetivos:

1. Adquirir la mayor cantidad de equipamiento posible a fin de paliar la crisis actual ocasionada por la gran demanda de recursos computacionales y los escasos recursos con que contamos. Esto se llevará a cabo con las siguientes acciones:
 - Adquirir más nodos para el Cluster *Eulogia*.

-
- Incorporar un segundo nodo en *Nabucodonosor*.
 - Completar la construcción e instalación de infraestructura en el Data Center de la UNC.
 - Consolidar el sistema de almacenamiento de datos, dotándolo de una capacidad mayor de flujo de datos de entrada y salida y mayor capacidad de almacenamiento.
2. Intensificar el trabajo conjunto con las empresas demandantes de cómputo en la región. En particular con aquellas que requieran actividades relacionadas con Inteligencia Artificial.
 3. Promover la creación del Centro Federal Argentino de Supercómputo (CFAS).
 4. Consolidar el sistema de instalación y configuración de clusters que pueda ser utilizado por todos los centros del SNCAD.
 5. Desarrollar una plataforma de testeo y verificación a fin de validar los entornos de trabajo en clusters de alto desempeño.
 6. Gestionar becas para la capacitación en el exterior de nuestro personal técnico como así también de los jóvenes científicos interesados a las modernas técnicas de simulación numérica.