

Incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT



AyP

Avance y Perspectiva

FÁRMACOS
DEL USO AL ABUSO

ABACUS
SUPERCÓMPUTO EN MÉXICO

EDUCACIÓN

EN LA ERA DIGITAL



Cinvestav Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Vol. 2 No. 4
Junio-Agosto 2017
ISSN 0185-1411
México

REPORTAJE

ABACUS

ESTRELLA DEL SUPERCÓMPUTO



Efred Díaz Millán

Subdirección de Intercambio Académico
ediazm@cinvestav.mx

A 2 mil 500 metros de altura, en medio del bosque donde sobresalen oyameles, cedros y encinos, en el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo, mejor conocido como La Marquesa, se erige un emblemático edificio diseñado a partir de una obra del artista plástico Sebastián, titulada *Cuántica: simetría 5*, inspirada en un concepto matemático que conjuga esencia geométrica, superficies curvadas, simetría, arte y belleza.

El edificio de siete pisos revestido de metal, que por su color plata destaca entre la flora del lugar, es la sede del nuevo Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento del Cinvestav. En su interior alberga a la única computadora del país que ha aparecido en los últimos cuatro años en la lista top 500 de las Supercomputadoras más importantes del mundo, denominada Abacus I, nombre que hace referencia al ábaco, que es considerada la herramienta de cálculo más antigua de la humanidad.

Ubicado en el municipio de Ocoyoacac, este Laboratorio de casi 6 mil metros cuadrados es la primera fase para la conformación de la nueva unidad del Cinvestav en el Estado de México, que pretende consolidar a la institución como un referente nacional e internacional en el área.

Su objetivo es proporcionar a la academia, sector público e industria, recursos computacionales de alto rendimiento con apoyo de expertos para acelerar el conocimiento científico, la innovación tecnológica, así como la formación de recursos humanos en matemáticas y cómputo. Su misión es incidir en la solución de problemas de alto impacto científico, tecnológico, económico, educativo y social en el país.

Algunas de sus aplicaciones son: seguridad mediante el análisis masivo de datos; obtención de patrones para generar, validar y descifrar diversos métodos; modelación de algunos órganos y sistemas del cuerpo humano como el cerebro; secuenciación y análisis del doblamiento de proteínas; simulación de fenómenos del medio ambiente para el análisis de riesgos a la población, y simulaciones de procesos subatómicos y de fenómenos astrofísicos.

El Laboratorio ofrece una plataforma informática avanzada de cálculo numérico de vanguardia para desarrollar proyectos de investigación científica con alto nivel de especialización, que requiera gran capacidad de procesamiento, velocidad, almacenamiento masivo de datos, alta confiabilidad en la ejecución de aplicaciones y seguridad. El cómputo de alto rendimiento es la tecnología informática más avanzada de cálculo numérico, es una herramienta que permite llevar a cabo con certeza y velocidad, billones de operaciones matemáticas para estudiar problemas científicos complejos de gran magnitud.

La infraestructura de Abacus I ofrece la posibilidad de realizar investigación científica empleando el modelo de cómputo en paralelo, que significa poder usar un programa específico en cientos o miles de sus procesadores simultáneamente, así el trabajo que una computadora normal podría hacer en 150 años sin apagarla, haciendo esa única tarea, se puede reducir a semanas o días.

El Laboratorio regularmente trabaja con software libre que al ser usado por expertos, permite elaborar aplicaciones o desarrollos mejores al comercial y ajustarlos al requerimiento de los proyectos. También permite software comercial, para usuarios que requieran programas especializados en ciertas aplicaciones.

Abacus I tiene 8 mil 904 núcleos de procesamiento tradicional y 100 aceleradores GPU's, que contienen otros 350 mil núcleos, dando una capacidad de cómputo que sumada excede los 400 Teraflops, equivalentes a 400 millones de millones de operaciones aritméticas por segundo, es como tener 25 mil computadoras portátiles juntas. Su capacidad de almacenamiento es de 1.3 Petabytes, por lo que si se imprimiera toda la información ahí contenida, las hojas formarían un "edificio" con una altura de más de 22 metros, dicho llanamente, su capacidad de almacenamiento es seis mil veces todos los documentos que se encuentran en la Biblioteca José Vasconcelos. Para lidiar con esta cantidad de información, transmite los datos entre sus procesadores a una velocidad de 40 Gigabits por segundo, es decir, transfiere el equivalente de 13 DVD, en un parpadeo.

La comunicación con el exterior la realiza a través de la Red Nacional de Impulso a la Banda Ancha (NIBA) a una velocidad de 10 Gigabits por segundo; esto haría posible transmitir toda la colección de la Biblioteca Vasconcelos (compuesta por unos 220 mil volúmenes) en poco menos de tres minutos.

El Laboratorio planea integrarse a la Delta Metropolitana –donde participan Cinvestav, UNAM y UAM,



que mediante su interconexión por fibra óptica extendida a través de las líneas del Metro, integran el Laboratorio Nacional de Cómputo de Alto Rendimiento (LANCAD)- y a proyectos como México Conectado, con la finalidad de que se puedan compartir recursos y lograr mayor conectividad entre los diferentes centros de supercómputo del país.

Abacus I estudia problemas complejos como el análisis de procesos biológicos, físicos o cognitivos mediante la modelación, simulación y optimización matemática, con el propósito de generar conocimiento, plantear nuevas teorías, diseñar métodos innovadores y crear algoritmos vinculados al análisis masivo de datos. También trabaja en aplicaciones que impactan la vida cotidiana o el quehacer en la industria, de hecho está en condiciones de hacer tratamiento masivo de datos para la sociedad y el sector productivo.

Isidoro Gitler, líder del Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento

“La idea es abordar problemas de alto impacto científico y social con recursos humanos altamente especializados, apoyados con una infraestructura tecnológica de punta capaz de realizar todos los procesos algorítmicos y cálculos numéricos involucrados en estudios científicos y su implementación tecnológica; Abacus I pone a México a la vanguardia y sirve como diferencial tecnológico que induce los procesos de innovación”, explica Isidoro Gitler, investigador del Departamento de Matemáticas del Cinvestav y líder del Laboratorio.

La forma de acceder a la plataforma computacional del Laboratorio se realiza mediante la postulación del proyecto de investigación en convocatorias nacionales semestrales, a la fecha ha atendido más de 70 proyectos, algunos de ellos de alto impacto que requieren de un gran poder de cómputo y que trabajan en áreas como astrofísica, genómica, evaluación de seguridad nuclear, redes neuronales, comunidades microbianas, dinámica de fluidos y sus aplicaciones en ciencia e ingeniería, diversidad biomolecular, farmacología, polímeros y fenómenos financieros. Además, se ha promovido la participación de México en proyectos globales, en proyectos relacionados con eventos climatológicos extremos.

Actualmente se atiende y proporciona servicio a investigadores que se encuentran trabajando a distancia en sus proyectos a lo largo del país. Tiene una conexión internacional fuerte con el Centro de Supercómputo de Barcelona y trabaja en la consolidación de convenios con otros centros para ampliar su colaboración internacional. Entre las instituciones que han podido usar la infraestructura de Abacus I se encuentran cerca de 15 universidades públicas, privadas y extranjeras, así como institutos nacionales como el de Investigaciones Nucleares y el de Neurología y Neurocirugía.

Entre las investigaciones que han empleado la infraestructura del Laboratorio y concluyeron con excelentes resultados está la de los científicos del Departamento de Computación del Cinvestav, encabezados por Francisco Rodríguez Henríquez, que lograron romper un récord criptográfico del problema de logaritmo discreto gracias a la capacidad de procesamiento y velocidad de Abacus I.

Este proyecto surgió a iniciativa de un grupo de investigadores del Departamento de Matemáticas del Cinvestav, encabezados por Isidoro Gitler, que en 2011 participó en una convocatoria de fondos mixtos Conacyt-Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología para crear un sitio especializado en matemática aplicada mediante el uso de supercómputo.

La inversión a la fecha asciende a cerca de 200 millones de pesos provenientes de dicho fondo

y aportaciones del Cinvestav junto con otras instituciones que han firmado convenios de colaboración; al momento cuenta con personal para la operación y mantenimiento del equipo, pero se planea que al consolidarse como nueva unidad del Centro tenga una estructura más completa.

Acompañado por el murmullo del viento que corre melodioso entre las ramas de los árboles y los aromas de la hierba fresca, el nuevo Laboratorio de Matemática Aplicada y Cómputo de Alto Rendimiento permite al país contar con una plataforma que ofrece una ventaja estratégica para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, coadyuvando a su autonomía en este tema y la apropiación del conocimiento para una aplicación exitosa de los procesos de innovación.

Aplicaciones contra desastres

Con proyectos como el de “Sistemas de Alerta Temprana de Inundaciones Costeras y Dispersión de Cenizas Volcánicas” Abacus I, ININ, IPN, UAEM, Cenapred, Seneam y BSC-España suman esfuerzos para conjuntar datos, conocimientos y recursos que prevengan riesgos derivados de fenómenos naturales.

Los huracanes y la ceniza volcánica tienen el potencial de causar pérdidas humanas, destrucción a la infraestructura como carreteras, hospitales, casas e interrumpir los servicios aeroportuarios y generar daños económicos incuantificables, por ello es importante emprender estudios de modelos costeros, aplicando algoritmos para generar patrones de los efectos de mareas, vientos, oleaje, cambios de presión atmosférica sobre cuerpos de agua y cálculos de la marea de tormenta.

Con el empleo del supercómputo es posible modelar numéricamente ciclones tropicales, mediante el uso de dinámica de fluido computacional y la implementación del código numérico cien por ciento paralelizado. La modelación permite visualizar las poblaciones y sus vías de comunicación afectadas por inundación, vientos, corrientes o precipitación, que ponen en peligro la ayuda humanitaria y evacuación; considerar todos los parámetros de interés en mapas de riesgo por inundación costera permite planear y actuar con anticipación operaciones de salvamento.

Con respecto a las partículas de ceniza volcánica, éstas pueden ser transportadas por corrientes piroclásticas de densidad, depositadas por caída o dispersarse en la atmósfera en forma de nubes, que se mueven bajo el efecto combinado de la gravedad, advección por viento y turbulencia atmosférica; su acumulación causa colapso de techos, daño a líneas eléctricas e interrupción de vías de comunicación. También pueden causar la suspensión de operaciones aeroportuarias, efectos

Capacidad de cómputo

400

Teraflops

equivalen a 40 millones de millones de operaciones por segundo

Almacenamiento

1.3

Petabytes

Representan seis veces todos los documentos de la Biblioteca José Vasconcelos

Velocidad de procesamiento

40

Gigabits

por segundo equivalen a transferir 13 DVD en un parpadeo

Comunicación con el exterior

10

Gigabits por segundo

con lo que se podría transmitir 220 mil libros en menos de tres minutos

nocivos en aviones como pérdida de potencia, malfuncionamiento de motores y daños graves en turbinas, parabrisas o fuselaje; unos pocos milímetros de ceniza son suficientes para causar el cierre de aeropuertos. Además, la ceniza en el aire afecta la salud por su inhalación.

En fase pre-eruptiva los mapas probabilísticos de riesgo son extremadamente útiles porque proporciona evaluaciones preliminares con mucho tiempo de antelación, cuando las predicciones determinísticas aún no son posibles. En México la evaluación del riesgo relacionado con la ceniza volcánica se ha realizado con modelos cuasi-analíticos o utilizando modelos numéricos para diseñar mapas de riesgo, pero sólo para carga de ceniza en zonas proximales e intermedias. A la fecha el país no cuenta con sistemas de alerta temprana capaces de evaluar, en tiempo real, la peligrosidad de la ceniza en la atmósfera y su impacto con el tráfico aéreo.

Para hacer frente a este fenómeno, Abacus I desarrolla un sistema de evaluación de impacto de la ceniza sobre el tráfico aéreo en tiempo real, basado en la aplicación del software SORT-ATM diseñado por el Centro de Supercómputo de Barcelona. El programa acopla resultados de modelos numéricos de dispersión de ceniza con datos de tráfico aéreo, para la evaluación de su impacto y generar información en apoyo para tomar decisiones durante una crisis.

El software visualiza las regiones de información de vuelo, rutas y aeropuertos presentes en la zona de interés; extrae los valores de concentración de ceniza en niveles de vuelo discretos y crea mapas de concentración para cada nivel de vuelo e intervalo de tiempo a fin de delinear el área donde la concentración es más alta que el umbral considerado. La operación de evaluación del impacto identifica los sectores del espacio aéreo afectados (aeropuertos, vuelos y entidades); sus resultados se compilan en tablas, gráficos y mapas con todos los elementos (aeropuertos, rutas y sectores del espacio aéreo) y el software produce automáticamente mapas que abarcan toda la extensión de la nube de ceniza.

La capacidad de simular en tiempo real condiciones producidas por huracanes, dispersión de ceniza y tráfico aéreo, permite trabajar con cientos de escenarios para generar información precisa susceptible de ser utilizada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, Comisión Nacional del Agua y Servicio Meteorológico Nacional para coadyuvar en labores de auxilio. ↻



Más información en <http://bit.ly/2qwoZAu>