

## PROGRAMA DE ASIGNATURA<sup>1</sup>

Nombre Asignatura: Computación de alto rendimiento

Código: INFO242-22

Identificación general						
Docente responsable Correo electrónico	Cristóbal A. Navarro cristobal.navarro@uach.cl	Docentes colaboradores Correo electrónico	Dr. Héctor Ferrada  Dr. Simón Poblete  hferrada@inf.uach.cl			
Horario y sala de clases  Año y semestre	Martes V período: 15:50 hrs - 17:20 hrs clases Martes VI período: 17:30 hrs - 19:00 hrs					

Antecedentes de la asignatura, según proyecto curricular de la carrera								
Unidad Académic a	Facultad de Ciencias de la Ingeniería	Carrera		Ingeniería Civil en Informática		Semestre en plan de estudios		Semestr e IX
Asignatura s- requisito (con código)	INFO188: Progra	Programación en paradigmas funcional y paralelo Redes					Créditos SCT-Chile	
Horas cronológi cas semestre	Teóricas presenciales	1,5* 17 25,5	Prácticas presenciale s	1.5*1 7 25,5	Trabajo Autónom o	1.5*(3*51) 76.5	Total	127.5
Ciclo formativo	Bachillerato		Licenciatur a		Profesion al	х		
Área de formación	Especialidad		General		Vinculant e-profesi onal		Opta va	ti X
Descripci ón de la asignatur a	La asignatura tie desarrollen habilid problemas comput modelos de compupara diseñar nueva de programación p	ades en acionales itación pa as solucio	el manejo práct s utilizando arqu aralela, analizar ones paralelas. I	ico de la d µitecturas ∣ la complej ∟a parte pr	computación d paralelas. La l idad de ciertos áctica se enfo	e alto rendimie parte teórica se s algoritmos par ca en conocer y	nto para centra alelos y usar he	solucionar en explorar estrategias erramientas

Aporte de la asignatura al Perfil de Egreso, según proyecto curricular de la carrera							
Competencias	Nivel de dominio que alcanza la competencia en la asignatura				а		
C4: Aplicar principios propios de las ciencias de la computación, para el manejo de la información y conocimiento.  C5: Desarrollar soluciones robustas y eficientes que manejan información y conocimiento, considerando un enfoque sistémico e integrando teoría y práctica.	Básico	Medio	Superior	Avanzado	x		
-Genéricas:  C3: Manifestar una actitud innovadora, emprendedora y de adaptación al cambio en contextos globales y locales del ejercicio de la Ingeniería Civil en Informática	Básico	Medio	Superior	Avanzado	х		
C1: Demostrar compromiso con el conocimiento, la naturaleza y el desarrollo sustentable, en el contexto formativo del desarrollo personal y profesional del estudiante con sello UACh.  C4: Evidenciar habilidades para trabajar en forma autónoma, en el contexto formativo del desarrollo personal y profesional del estudiante con sello UACh	Básico	Medio	Superior	Avanzado	х		

Programación por Unidades de Aprendizaje							
Unidades de Aprendizaje	Resultados de aprendizaje  El estudiante es capaz de	Estrategias de enseñanza y aprendizaje Como lo hago	Estrategias de evaluación de los aprendizajes y ponderación	Horas lectiv as	Horas trabajo autóno mo		
Unidad 1 (5 semanas): Responsable: Cristóbal Navarro Hardware paralelo y su programación 1.1 Historia, evolución de la arquitectura Von Neumann e impacto. 1.2 Discusión de programa paralelo entregado como ejemplo. 1.3 Arquitecturas de CPU, GPU, FPGA, TPU, Cluster, y emergentes. 1.4 Concurrencia y Paralelismo, tipos de paralelismo, taxonomía de Flynn. 1.5 Herramientas para paralelizar algoritmos en CPU y GPU: OpenMP y CUDA. 1.6 Introducción al Supercomputador Patagón de la UACh. 1.7 Medidas de rendimiento: work, span, speedup, eficiencia paralela, Strong/Weak Scaling.	<ul> <li>Reconocer los hitos de la historia de la Computación de alto rendimiento (sigla HPC en inglés).</li> <li>Identificar rendimiento acelerado y cómo afectan sus parámetros.</li> <li>Reconocer arquitecturas paralelas diversas.</li> <li>Reconocer las diferencias entre Concurrencia y Paralelismo</li> <li>Asociar procesadores a taxonomía de Flynn.</li> <li>Paralelizar un algoritmo con OpenMP y CUDA.</li> <li>Hacer un uso eficiente del hardware y software del supercomputador Patagón</li> <li>Calcular las medidas de rendimiento de forma teórica y experimental.</li> </ul>	Clases expositivas-activa s: a través de presentación de la unidad por parte del docente responsable  Clases prácticas-guiadas: actividades de programación, trabajos grupales y reuniones de discusión.	<ul> <li>[15%] Tarea de programación paralela con reporte técnico.</li> <li>[15%] Presentación grupal de exploración.</li> </ul>	15	1.5 * 15		

Unidad 2 (6 semanas): Responsable: Cristóbal Navarro Modelos de cómputo y de programación 2.1 Modelos de cómputo y de programación en memoria compartida y distribuida. 2.2 Técnicas de paralelización para CPU, GPU y errores frecuentes. 2.3 Técnicas no-paralelas de optimización de código fuente. 2.4 Programación en memoria distribuida.	<ul> <li>Reconocer los modelos de cómputo paralelo y programación paralela.</li> <li>Manejar y aplicar las técnicas de paralelización en CPU y GPU.</li> <li>Identificar los errores comunes en HPC y evitarlos al diseñar soluciones.</li> <li>Aplicar optimizaciones de código no-paralelas.</li> <li>Programar en un ambiente de memoria distribuida.</li> </ul>	Clases expositivas-activa s: a través de presentación de la unidad por parte del docente responsable  Clases prácticas-guiadas: actividades de programación, trabajos grupales y reuniones de discusión.	<ul> <li>[20%] Tarea de programación paralela con reporte técnico.</li> <li>[20%] Tarea de optimización de código con reporte técnico.</li> </ul>	18	1.5 * 18
Unidad 3 (6 semanas): Responsable: Cristóbal Navarro Casos de estudio relevantes en HPC. 3.0 Map, reduce, filter 3.1 Radix-sort, prefix sum, FFT. 3.4 Aplicaciones HPC (muestreo mejorado en simulaciones moleculares)	<ul> <li>Programar patrones esenciales de HPC en CPU y GPU.</li> <li>Solucionar problemas clásicos de HPC usando programación paralela CPU y GPU.</li> <li>Medir y comparar el rendimiento de su implementación paralela con respecto a otra de la literatura.</li> </ul>	Clases expositivas-activa s: a través de presentación de la unidad por parte del docente responsable  Clases prácticas-guiadas: actividades de programación, trabajos grupales y reuniones de discusión.	[30%] Trabajo grupal con presentación.	18	1.5 * 18

### Requisitos de Aprobación

#### Es requisito de aprobación del curso obtener

- proyecto personal >= 4.0
- nota final >= 4.0

**EVALUACIÓN:** La nota final se determinará de la siguiente manera:

Laboratorios 40%
Proyecto Personal 30%
Trabajo con Prof. Hector 15%
Trabajo con Prof. Simon 15%

#### Recursos de Aprendizaje

#### **Bibliografía**

Obligatorio (profesor facilitará el material en PDF):

- Nvidia, CUDA C Programming Guide, 2023.
- Wen-mei Hwu et al, Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach, 2022.
- C.A. Navarro et al., A Survey on Parallel Computing and its Applications in Data-Parallel Problems Using GPU Architectures, 2014.
- Jaja J., An Introduction to Parallel Algorithms, 1992.
- Kumar et al., Introduction to Parallel Computing, 1994.

# Complementaria:

Cormen et al., Introduction to Algorithms, 2010.

Stallings W., Computer Organization and Architecture, 2015.

OpenCL Specification, Khronos Group, 2018.

Eijkhout V., Introduction to High Performance Scientific Computing, 2016.