



**National University of Engineering (UNI)**  
School of Computer Science  
Syllabus 2026-I

## 1. COURSE

CS394. Software Architecture and DevOps for Cloud Software (Elective)

## 2. GENERAL INFORMATION

|                            |                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 2.1 Course                 | : CS394. Software Architecture and DevOps for Cloud Software |
| 2.2 Semester               | : 8 <sup>th</sup> Semester.                                  |
| 2.3 Credits                | : 3                                                          |
| 2.4 Hours                  | : 2 HT; 2 HP;                                                |
| 2.5 Duration of the period | : 16 weeks                                                   |
| 2.6 Type of course         | : Elective                                                   |
| 2.7 Learning modality      | : Face to face                                               |
| 2.8 Prerequisites          | : CS292. Software Engineering II. (7 <sup>th</sup> Sem)      |

## 3. PROFESSORS

Meetings after coordination with the professor

## 4. INTRODUCTION TO THE COURSE

Modern software design requires combining solid architectural principles with agile continuous delivery practices and cloud operations. This course integrates three areas that are inseparable in today's industry: software architecture, DevOps, and cloud computing.

Students will learn to design systems at scale using well-established architectural patterns, to automate build, test, and deployment cycles through CI/CD pipelines, and to provision and operate infrastructure on public cloud platforms using containers, orchestration, and infrastructure-as-code tools.

The course places special emphasis on the reliability and observability of distributed systems, covering metrics, distributed traces, error budgets, and site reliability engineering (SRE) practices as applied in high-performing technology organizations.

## 5. GOALS

- Design scalable and maintainable software systems by applying modern architectural patterns.
- Implement continuous integration and continuous delivery (CI/CD) pipelines to accelerate and secure the software lifecycle.
- Deploy and manage containerized applications on public cloud platforms using industry-standard tools.
- Provision cloud infrastructure in a reproducible and versioned manner through infrastructure as code (IaC).
- Apply observability and SRE practices to ensure the reliability of systems in production.

## 6. COMPETENCES

**AG-C09)** Design and Development of Solutions: Designs, implements, and evaluates solutions for complex computing problems. (Assessment)

**AG-C11)** Use of Tools: Applies modern computing tools in problem solving. (Assessment)

**AG-C12)** Uses systemic approaches to select, develop, apply, integrate, and manage secure computing technologies to achieve user objectives. (Usage)

## 7. TOPICS

| Unit 1: Principios y Arquitectura de Software (8 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C09,AG-C12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios de diseño de sistemas. Fundamentos de Sistemas (SF)-Reliability             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Niveles de abstracción (por ejemplo, diseño arquitectónico y diseño detallado)</li> <li>– Separación de preocupaciones (separation of concerns)</li> <li>– Ocultación de información (information hiding)</li> <li>– Acoplamiento y cohesión (coupling and cohesion)</li> </ul> </li> <li>• Arquitectura de software. Fundamentos de Sistemas (SF)-Reliability             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Paradigmas de diseño                 <ul style="list-style-type: none"> <li>* Descomposición funcional de arriba hacia abajo/diseño por capas</li> <li>* Arquitectura orientada a datos</li> <li>* Análisis y diseño orientado a objetos</li> <li>* Diseño dirigido por eventos</li> </ul> </li> <li>– Arquitecturas estándar (por ejemplo, cliente-servidor y arquitecturas de microservicios incluyendo discusiones sobre REST, n-capas, tuberías y filtros, Modelo Vista Controlador)</li> <li>– Identificar límites y dependencias de componentes</li> </ul> </li> <li>• Programación a gran escala vs programación a pequeña escala (programming in the large vs programming in the small). Fundamentos de Sistemas (SF)-Reliability</li> <li>• Modelos estructurales y de comportamiento de diseños de software</li> <li>• Modelado de diseño, por ejemplo con diagramas de clases, diagramas de entidad-relación o diagramas de secuencia</li> <li>• Principios de diseño de API             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Consistencia                 <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las API consistentes son más fáciles de aprender y menos propensas a errores</li> <li>* La consistencia es tanto interna (entre diferentes partes de la API) como externa (siguiendo patrones comunes de API)</li> </ul> </li> <li>– Capacidad de composición (<i>composability</i>)</li> <li>– Documentación de contratos                 <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las operaciones de la API deben describir su efecto en el sistema, pero generalmente no su implementación</li> <li>* Precondiciones, postcondiciones e invariantes</li> </ul> </li> <li>– Capacidad de expansión (<i>expandability</i>)</li> <li>– Reporte de errores</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la arquitectura de software estándar de un diseño de alto nivel dado [Analizar]</li> <li>• Identificar las dependencias entre un conjunto de componentes de software en un diseño arquitectónico [Analizar]</li> <li>• Seleccionar y usar un paradigma de diseño apropiado para diseñar un sistema de software simple y explicar cómo se han aplicado los principios de diseño de sistemas en este diseño [Evaluar]</li> <li>• Traducir un diseño de software en lenguaje natural a diagramas de clases [Traducir]</li> </ul> |

| Unit 2: Calidad y Evaluación del Diseño (8 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C09,AG-C12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar compensaciones de diseño (tradeoffs) (por ejemplo, eficiencia vs confiabilidad, seguridad vs usabilidad)</li> <li>• Architectural styles: layered, event-driven, microkernel, service-oriented, pipeline.</li> <li>• Quality attributes: availability, scalability, performance, security, maintainability.</li> <li>• Trazabilidad de requisitos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Comprender qué requisitos son satisfechos por un diseño</li> </ul> </li> <li>• Medición y análisis de la calidad del diseño</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrastar dos diseños de software a través de diferentes cualidades, como eficiencia o usabilidad [Contrastar]</li> <li>• Identificar qué requisitos son satisfechos por un diseño de software proporcionado [Analizar]</li> <li>• Adaptar un diseño de sistema defectuoso para que siga mejor principios como la separación de preocupaciones o la ocultación de información [Crear]</li> <li>• Select the most appropriate architectural style given the quality attributes required by a system. [Evaluar]</li> </ul> |
| <b>Readings :</b> [RF20]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Unit 3: Diseño de API y Modelado (6 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C09,AG-C11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microservices principles: cohesion, loose coupling, and service boundaries.</li> <li>• Monolith decomposition: domain-driven design (DDD).</li> <li>• Principios de diseño de API             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Consistencia                 <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las API consistentes son más fáciles de aprender y menos propensas a errores</li> <li>* La consistencia es tanto interna (entre diferentes partes de la API) como externa (siguiendo patrones comunes de API)</li> </ul> </li> <li>– Capacidad de composición (<i>composability</i>)</li> <li>– Documentación de contratos                 <ul style="list-style-type: none"> <li>* Las operaciones de la API deben describir su efecto en el sistema, pero generalmente no su implementación</li> <li>* Precondiciones, postcondiciones e invariantes</li> </ul> </li> <li>– Capacidad de expansión (<i>expandability</i>)</li> <li>– Reporte de errores                 <ul style="list-style-type: none"> <li>* Los errores deben ser claros, predecibles y accionables</li> <li>* La entrada que no coincida con el contrato debe producir un error</li> <li>* Los errores que pueden gestionarse de manera confiable sin reportarse deben gestionarse</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• API Gateway and service mesh.</li> <li>• Resilience patterns: Circuit Breaker, Retry, Bulkhead, Timeout.</li> <li>• Almacenes de Datos             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Estructuras de datos mantenidas cooperativamente que implementan mapas y TADs relacionados.</li> <li>– Variedades: Propiedad exclusiva, compartida, fragmentada, replicada, inmutable, versionada.</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar una API para un solo componente de un sistema de software grande, incluyendo la identificación y documentación de las invariantes, el contrato y las condiciones de error de cada operación [Diseñar]</li> <li>• Evaluar una descripción de API en términos de consistencia, capacidad de composición y capacidad de expansión [Evaluar]</li> <li>• Design a microservices-based system by decomposing a monolithic application into independent services. [Usar]</li> <li>• Apply resilience patterns to tolerate failures in distributed systems. [Usar]</li> </ul> |
| Readings : [New21]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| Unit 4: Virtualización (6 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C11,AG-C12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenedores y su comparación con máquinas virtuales.</li> <li>• Tipos de virtualización (incluyendo hardware/software, SO, servidor, servicio, red). Ver también: Fundamentos de Sistemas (SF)-Performance</li> <li>• Virtualización portátil; emulación vs aislamiento. Ver también: Fundamentos de Sistemas (SF)-Performance</li> <li>• Máquinas virtuales y escapes de contenedores, peligros desde una perspectiva de seguridad. Ver también: Seguridad (SEC)-Engineering</li> <li>• Dockerfile: best practices for building efficient and secure images.</li> <li>• Multi-container application composition with docker-compose.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la diferencia entre emulación y aislamiento [Explicar]</li> <li>• Evaluar las compensaciones de la virtualización [Evaluar]</li> <li>• Build and deploy containerized applications using Docker. [Usar]</li> <li>• Apply security best practices when building Docker images. [Usar]</li> </ul> |
| Readings : [Bur+22]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| Unit 5: Coordinación (6 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C09,AG-C11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kubernetes architecture: control plane and worker nodes.</li> <li>• Core objects: Pods, Deployments, Services, ConfigMaps, Secrets.</li> <li>• Horizontal Pod Autoscaling (HPA) and self-healing.</li> <li>• Dependencias <ul style="list-style-type: none"> <li>– La iniciación o progreso de una actividad puede depender de otras actividades, para evitar condiciones de carrera, garantizar la terminación o cumplir otros requisitos.</li> <li>– Garantizar el progreso evitando ciclos de dependencia, usando condiciones monótonas, eliminando dependencias no esenciales.</li> </ul> </li> <li>• Package management with Helm.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deploy and manage containerized applications on a Kubernetes cluster. [Usar]</li> <li>• Configure auto-scaling and self-healing for cloud-native workloads. [Usar]</li> <li>• Modificar un sistema concurrente para usar un almacén de datos más escalable, confiable o disponible [Crear]</li> </ul> |
| Readings : [Bur+22]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Unit 6: Control de Versiones y CI/CD (6 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C11,AG-C12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de configuración de software y control de versiones: Fundamentos de Desarrollo de Software (SDF)-Practices <ul style="list-style-type: none"> <li>– Configuración en control de versiones, builds/configuración reproducibles.</li> <li>– Estrategias de ramificación en control de versiones. Ramas de desarrollo vs ramas de lanzamiento. Desarrollo basado en tronco (<i>trunk-based development</i>).</li> <li>– Estrategias de fusión/rebase, cuando sean relevantes.</li> </ul> </li> <li>• Gestión de lanzamientos (<i>release management</i>).</li> <li>• Automatización de procesos de software: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistemas de construcción (<i>build systems</i>): el valor de builds rápidos, herméticos y reproducibles, comparar/contrastar enfoques para construir un proyecto.</li> <li>– Integración Continua (CI): el uso de automatización y pruebas automatizadas para hacer una validación preliminar de que la revisión actual del tronco se construye y pasa las pruebas (básicas).</li> <li>– Despliegue Continuo (CD): el uso de automatización para liberar de forma automática cada cambio que supera las pruebas hacia el entorno de producción, garantizando entregas frecuentes y confiables.</li> <li>– Gestión de dependencias: actualización de dependencias externas/aguas arriba, gestión de paquetes, SemVer.</li> </ul> </li> <li>• Herramientas de prueba, incluyendo herramientas de análisis estático y dinámico. Fundamentos de Desarrollo de Software (SDF)-Practices,SEC-Coding</li> <li>• Conceptos y mecanismos de integración de herramientas. Fundamentos de Desarrollo de Software (SDF)-Practices</li> <li>• DevOps culture: flow, feedback, and continuous learning.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir la diferencia entre la gestión de configuración de software centralizada y distribuida [Describir]</li> <li>• Describir cómo el control de versiones puede usarse para ayudar en la gestión de lanzamientos de software [Describir]</li> <li>• Comprender el uso de sistemas de CI/CD como una fuente de verdad para el estado del código compartido del equipo (éxito en la construcción y pruebas) [Explicar]</li> <li>• Demostrar la capacidad de usar herramientas de software para apoyar el desarrollo de un producto de software de tamaño mediano [Demostrar]</li> </ul> |
| Readings : [Kim+21]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Unit 7: Control de Versiones y CI/CD (6 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C11,AG-C12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• IaC principles: reproducibility, idempotency, and infrastructure versioning.</li> <li>• Declarative vs. imperative approaches.</li> <li>• Terraform: providers, resources, modules, and state management.</li> <li>• Cloud-native IaC tools: AWS CloudFormation, Azure ARM Templates, GCP Deployment Manager.</li> <li>• Gestión de configuración de software y control de versiones: Fundamentos de Desarrollo de Software (SDF)-Practices             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Configuración en control de versiones, builds/configuración reproducibles.</li> <li>– Estrategias de ramificación en control de versiones. Ramas de desarrollo vs ramas de lanzamiento. Desarrollo basado en tronco (<i>trunk-based development</i>).</li> <li>– Estrategias de fusión/rebase, cuando sean relevantes.</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Write and apply Terraform configurations to provision cloud infrastructure. [Usar]</li> <li>• Identificar elementos de configuración y usar una herramienta de control de código fuente en un proyecto pequeño basado en equipo [Analizar]</li> <li>• Compare IaC tools based on their state management and modularity capabilities. [Evaluar]</li> </ul> |
| Readings : [Mor21], [Kim+21]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Unit 8: Aplicaciones en Red (6 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C09,AG-C11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloud service models: IaaS, PaaS, SaaS, FaaS.</li> <li>• Paradigmas de aplicaciones distribuidas (por ejemplo, cliente/servidor, peer-to-peer, nube, edge y fog). Ver también: Computación Paralela y Distribuida (PDC)-Communication, Computación Paralela y Distribuida (PDC)-Coordination</li> <li>• Major providers: AWS, Google Cloud, Azure — core services.</li> <li>• Compute services: virtual machines, serverless functions, managed containers.</li> <li>• Storage services: object, block, and managed databases.</li> <li>• Cloud networking: VPCs, load balancers, CDN.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las necesidades de demandas específicas de aplicaciones en red [Analizar]</li> <li>• Compare IaaS, PaaS, SaaS, and FaaS models to select the most appropriate one for a given architecture. [Evaluar]</li> <li>• Design a cloud-native application using managed services from a major cloud provider. [Usar]</li> </ul> |
| Readings : [Kim+21], [Bur+22]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Unit 9: Ingeniería de Confiabilidad (6 hours)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Competences Expected: AG-C11,AG-C12</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Topics</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Learning Outcomes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis basado en mediciones de la confiabilidad del software - telemetría, monitorización y alertas, paneles de control, métricas de calificación de lanzamientos, etc.</li> <li>• The three pillars of observability: metrics, logs, and distributed traces.</li> <li>• Distributed tracing and correlation identifiers.</li> <li>• Prácticas de ingeniería de confiabilidad de software - incluyendo revisiones, pruebas, verificación de modelos práctica (practical model checking)</li> <li>• Alerting strategies and on-call practices.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir cómo determinar el nivel de confiabilidad requerido por un sistema de software [Describir]</li> <li>• Identificar métodos que conducirán a la realización de una arquitectura de software que logre un nivel especificado de confiabilidad [Analizar]</li> <li>• Implement observability in a cloud application using metrics, logs, and distributed traces. [Usar]</li> </ul> |
| <b>Readings :</b> [Kim+21]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| Unit 10: Confiabilidad del Sistema (6 hours)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competences Expected: AG-C09,AG-C12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Learning Outcomes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto de confiabilidad como probabilidad de fallo o tiempo medio entre fallos, y fallas (faults) como causa de fallos (failures)</li> <li>• Comparar el enfoque de "presupuesto de error" (error budget) para la confiabilidad con el enfoque "libre de errores" (error-free) e identificar dominios donde cada uno es relevante.</li> <li>• Técnicas y modelos de tolerancia a fallos de software <ul style="list-style-type: none"> <li>– Diferencias contextuales en la tolerancia a fallos (por ejemplo, hacer fallar un sistema crítico para la aviación se evita firmemente, hacer fallar un sistema de procesamiento de datos antes de que se escriban datos corruptos en el almacenamiento es muy valioso)</li> </ul> </li> <li>• Confiabilidad mediante redundancia: <ul style="list-style-type: none"> <li>– verificación y reintento (<i>check and retry</i>) Sistemas Operativos (OS)-Faults,NC-Reliability</li> <li>– codificación redundante (códigos de corrección de errores, CRC, FEC, RAID) Arquitectura y Organización (AR)-MemoryHierarchy,NC-Reliability,DM-DistributedDatabasesCloudComputing</li> <li>– duplicación/reflejo (<i>mirroring</i>)/réplicas Gestión de Datos (DM)-DistributedDatabasesCloudComputing</li> </ul> </li> <li>• Confiabilidad del software, confiabilidad del sistema y comportamiento de fallos</li> <li>• Service Level Indicators (SLI), Objectives (SLO), and Agreements (SLA).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar formas de aplicar redundancia para lograr tolerancia a fallos [Analizar]</li> <li>• Identificar dependencias de punto único de fallo (single-point-of-failure, SPF) en un diseño de sistema [Analizar]</li> <li>• Explicar los problemas que existen para lograr niveles muy altos de confiabilidad [Explicar]</li> <li>• Define SLIs, SLOs, and error budgets for a service in production. [Usar]</li> </ul> |
| Readings : [Kim+21]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 8. WORKPLAN

### 8.1 Methodology

Individual and team participation is encouraged to present their ideas, motivating them with additional points in the different stages of the course evaluation.

### 8.2 Theory Sessions

The theory sessions are held in master classes with activities including active learning and roleplay to allow students to internalize the concepts.

### 8.3 Practical Sessions

The practical sessions are held in class where a series of exercises and/or practical concepts are developed through problem solving, problem solving, specific exercises and/or in application contexts.

## 9. EVALUATION SYSTEM

\*\*\*\*\* EVALUATION MISSING \*\*\*\*\*

## 10. BASIC BIBLIOGRAPHY

- [RF20] Mark Richards and Neal Ford. *Fundamentals of Software Architecture: An Engineering Approach*. 1st. O'Reilly Media, 2020.
- [BCK21] Len Bass, Paul Clements, and Rick Kazman. *Software Architecture in Practice*. 4th. Addison-Wesley Professional, 2021.
- [Kim+21] Gene Kim et al. *The DevOps Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations*. 2nd. IT Revolution Press, 2021.
- [Mor21] Kief Morris. *Infrastructure as Code: Dynamic Systems for the Cloud Age*. 2nd. O'Reilly Media, 2021.
- [New21] Sam Newman. *Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems*. 2nd. O'Reilly Media, 2021.
- [Bur+22] Brendan Burns et al. *Kubernetes: Up and Running*. 3rd. O'Reilly Media, 2022.