



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO

**Arquitectura de microservicios segura para ICC-Topo:
ciberseguridad aplicada a un sistema de analítica curricular basada en
teoría de grafos**

AUTOR

Pachay Espinoza, Anthony Abrahan

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN CIBERSEGURIDAD**

TUTOR

Andrade Vera, Alicia Germania

Santa Elena, Ecuador

Año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Orozco Iguasnia Jaime Benjamín, Mgr.
**DELEGADO DE LA COORDINACIÓN
DEL PROGRAMA**

Ing. Andrade Vera Alicia Germania, Mgr.
TUTOR

Ing. Castillo Yagual Carlos Andrés, Mgr.
**DOCENTE
ESPECIALISTA**

Ing. Sánchez Leon Carlos Efraín, Mgr.
**DOCENTE
ESPECIALISTA**

Abg. Rivera González María Margarita, Mgr.
**SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por PACHAY ESPINOZA ANTHONY ABRAHAN, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ciberseguridad.

Santa Elena, 18 de mayo de 2026

TUTOR

Ing. Alicia Germania Andrade Vera, Mgtr.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Pachay Espinoza Anthony Abrahan

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, ARQUITECTURA DE MICROSERVICIOS SEGURA PARA ICC-TOPO: CIBERSEGURIDAD APLICADA A UN SISTEMA DE ANALÍTICA CURRICULAR BASADA EN TEORÍA DE GRAFOS previo a la obtención del título en Magíster en Ciberseguridad, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, 18 de mayo de 2026

EL AUTOR

Pachay Espinoza Anthony Abrahan



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Pachay Espinoza Anthony Abrahan

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículos profesionales de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, 18 de mayo de 2026

EL AUTOR

Pachay Espinoza Anthony Abrahan



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**Arquitectura de microservicios segura para ICC-Topo:
ciberseguridad aplicada a un sistema de analítica curricular basada en
teoría de grafos**

Autor: Pachay Espinoza Anthony Abrahan

Tutor: Andrade Vera Alicia Germania

RESUMEN

Este estudio presenta el diseño y la validación preliminar de una arquitectura de microservicios segura para ICC-Topo, un sistema de analítica curricular basado en grafos aplicado a educación superior. El objetivo fue desarrollar un prototipo que integre prácticas DevSecOps y controles OWASP sin comprometer el cálculo del índice de complejidad curricular (ICC). La investigación siguió un enfoque cuantitativo, no experimental y transversal, enmarcado en Design Science Research, combinando modelado de riesgos mediante STRIDE y LINDDUN, diseño arquitectónico, implementación y validación funcional y de seguridad.

Los resultados evidencian la integración de cinco componentes, la validación end-to-end de flujos analíticos, la verificación de controles como JWT blacklist, RBAC, MFA y rate limiting, y el procesamiento exitoso de 52 de 57 mallas.

Se concluye que la analítica curricular segura es viable en arquitecturas distribuidas, aunque la validación de privacidad, la cobertura ASVS y la automatización DevSecOps requieren mayor desarrollo.

Palabras claves: Control de acceso, DevSecOps, seguridad en educación superior



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**Secure Microservices Architecture for ICC-Topo: Cybersecurity Applied to a
Graph-Based Curricular Analytics System**

Autor: Pachay Espinoza Anthony Abrahan

Tutor: Andrade Vera Alicia Germania

ABSTRACT

This study presents the design and preliminary validation of a secure microservices architecture for ICC-Topo, a graph-based curricular analytics system applied to higher education. The objective was to develop a prototype that integrates DevSecOps practices and OWASP controls without compromising the computation of the curricular complexity index (ICC). The research followed a quantitative, non-experimental, and cross-sectional approach framed by Design Science Research, combining STRIDE and LINDDUN risk modeling, architectural design, implementation, and functional and security validation.

The results show the integration of five components, end-to-end validation of analytical flows, verification of controls such as JWT blacklist, RBAC, MFA, and rate limiting, and successful processing of 52 out of 57 curricular meshes.

It is concluded that secure curricular analytics is feasible in distributed architectures, although privacy validation, ASVS coverage, and advanced DevSecOps automation require further development.

Keywords: Access control, DevSecOps, higher education security



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**Secure Microservices Architecture for ICC-Topo: Cybersecurity
Applied to a Graph-Based Curricular Analytics System**

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN PARA PUBLICACIÓN

ICCSA 2026 Notification

Desde The 2026 International Conference on Computational Science and Its Applications - CyberChair
<osvaldo.gervasi@iccsa.org>

Fecha Jue 30/4/2026 3:14

Para ali_germa@hotmail.com <ali_germa@hotmail.com>

CC cyberchair@iccsa.org <cyberchair@iccsa.org>; osvaldo.gervasi@iccsa.org <osvaldo.gervasi@iccsa.org>

Dear Alicia Germania Andrade Vera,

Thank you for your submission to The 2026 International Conference on Computational Science and Its Applications.

We are pleased to inform you that your paper, titled

"Secure Microservices Architecture for ICC-Top o: Cyb ersecurity Applied to a Graph-Based Curricular Analytics System"

has been accepted as LNCS PAPER with some modifications (see reviews) for presentation at ICCSA 2026 and publication on the Springer LNCS ICCSA 2026 Proceedings (published by Springer).

However, the acceptance and inclusion of your paper in the proceedings is conditional on ALL the following requirements (please, read carefully):

Nombre de la revista	The 2026 International Conference on Computational Science and Its Applications.
----------------------	--