

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VICTORIA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MIDDLEWARE PARA LA INTEROPERABILIDAD ENTRE LA PLATAFORMA NEZ Y EL CONCENTRADOR DE SERVICIOS JUB

T E S I N A
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN

PRESENTA:
JOSE MANUEL ALONSO CEPEDA

DIRECTOR
DR. MARCO AURELIO NUÑO MAGANDA
CO-DIRECTOR
DR. JOSÉ LUIS GONZÁLEZ COMPEÁN
ORGANISMO RECEPTOR
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO
NACIONAL (CINVESTAV) UNIDAD TAMAULIPAS**
CIUDAD VICTORIA, TAMAULIPAS, JUNIO DE 2021



Ciudad Victoria,
Tamaulipas, a
23 de
Septiembre de
2025

**CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO
POLITECNICO NACIONAL UNIDAD TAMAULIPAS (CINVESTAV)
DR. JOSÉ LUIS GONZÁLEZ COMPÉAN
PRESENTE**



La Universidad Politécnica de Victoria tiene a bien presentar a **ALONSO CEPEDA JOSE MANUEL** estudiante del programa académico de **INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**, con número de matrícula **2130207** y seguro facultativo IMSS número **46-18-03-6197-7**; quién deberá realizar su práctica profesional de **ESTADÍA**, a partir del **01 de Septiembre de 2025 al 05 de Diciembre de 2025**, con duración de **600 horas** desarrollando el proyecto "**Diseño e implementación de un middleware para la interoperabilidad entre la plataforma Nez y el concentrador de servicios Jub**" que le fué asignado.

Al concluir se le extenderá la carta de liberación al evaluarlo satisfactoriamente y además le solicitaremos su valiosa opinión respondiendo el formulario que se le enviará por mail, referente al desempeño del practicante, la información que nos proporcione, es de vital importancia para la mejora de los programas académicos que ofrece la Universidad Politécnica de Victoria para la formación de profesionistas altamente especializados.

El practicante deberá cumplir con el Reglamento Interno aplicable al personal en su centro de trabajo.

Sin otro particular.

ATENTAMENTE

OTHÓN CANO GARZA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN

C.C.P. MARCO AURELIO NUÑOMAGANDA
ASESOR INSTITUCIONAL



UNIVERSIDAD POLÍTÉCNICA DE VICTORIA

Av. Nuevas Tecnologías 5902
Parque Científico y Tecnológico de Tamaulipas
Carretera Victoria Soto La Marina Km. 5.5
Cd. Victoria, Tamaulipas. C.P. 87138

Tel: (834) 1711100 al 10
www.upvictoria.edu.mx

CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL UNIDAD TAMAULIPAS (CINVESTAV)

Victoria Tamaulipas, a 23 de Septiembre del 2025
Asunto: Carta de Aceptación

M.A OTHÓN CANO GARZA
DIRECTOR DE VINCULACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VICTORIA
PRESENTE

Hacemos de su conocimiento que hemos aceptado al estudiante **ALONSO CEPEDA JOSE MANUEL** del programa académico de **INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**, con número de matrícula **2130207** de la Universidad Politécnica de Victoria, para realizar su **ESTADÍA** en nuestra empresa **CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL UNIDAD TAMAULIPAS (CINVESTAV)**, durante el periodo comprendido del día **01 de Septiembre de 2025 al 05 de Diciembre de 2025**, el estudiante estará colaborando en el proyecto "**Diseño e implementación de un middleware para la interoperabilidad entre la plataforma Nez y el concentrador de servicios Jub**" con una carga horaria total de **600 horas**

Al concluir satisfactoriamente sus prácticas profesionales, se le entregará al estudiante su carta de liberación debidamente formalizada.

Con el objetivo de colaborar en la mejora de los programas académicos de la Universidad Politécnica de Victoria, estamos de acuerdo en responder a la brevedad posible el formulario de evaluación del desempeño del practicante previo a emitir la liberación de **ESTADÍA**.

Sin otro particular.

ATENTAMENTE
DR. JOSÉ LUIS GONZÁLEZ COMPÉAN
ASESOR EMPRESARIAL



Ing. Juan Camaney de Alba Rojas
PRESENTE

INSERTAR AQUÍ
DOCUMENDO
DE CARTA
DE LIBERACION
DEBIDAMENTE
FIRMADO



CARTA DE ACEPTACIÓN DEL DOCUMENTO PARA SU IMPRESIÓN

Cd. Victoria, Tamaulipas a 26 de Abril de 2025

Jose Manuel Alonso Cepeda
PRESENTE

Le comunico que el Programa Académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información le ha otorgado la autorización para la impresión de su Tesina de Estadía Práctica cuyo título es:

**Diseño e implementación de un middleware para la
interoperabilidad entre la plataforma Nez y el concentrador de
servicios Jub
ATENTAMENTE**

Dr. Marco Aurelio Nuño Maganda
ASESOR INSTITUCIONAL

c.c.p Director de programa académico

EVALUACIÓN DE ESTADÍA

Rúbrica para evaluación de la presentación y el reporte de estadía

 Nombre del alumno: **JOSE MANUEL ALONSO CEPEDA**

Calificación final: _____

 Periodo: **MAYO-AGOSTO 2025**

Ponderación	Aspecto a Evaluar	Competente 10	Independiente 9	Básico Avanzado 8	No Competente 5
40	Resultados y Actividades	Estrechamente relacionados al perfil de egreso de su programa académico	Parcialmente relacionados al perfil de egreso de su programa académico	Escasamente relacionados al perfil de egreso de su programa académico	Escasamente relacionados al perfil de egreso de su programa académico
30	Exposición de las actividades de la estadía	Detalladas y sustentadas con respecto a los resultados que se obtuvieron	Detalladas y sustentadas parcialmente con respecto a los resultados que se obtuvieron	Detalladas parcialmente con respecto a los resultados que se obtuvieron	Detalladas escasamente con respecto a los resultados que se obtuvieron
10	Material visual Lenguaje verbal	Uso el lenguaje y la terminología apropiadas; El material visual está organizado, adecuado y suficiente	Uso el lenguaje y la terminología apropiadas El material visual está parcialmente organizado y es suficiente	Uso el lenguaje y la terminología son parcialmente apropiadas; El material visual está parcialmente organizado y es suficiente	Uso el lenguaje y terminología es inapropiado; El material visual no está organizado y es insuficiente
10	Exposición en Idioma Inglés	Pronunciation is clear so language is easily understood (2.5) Uses fluent connected speech, occasionally disrupted by search for correct form of expression (2.5) Uses topic related vocabulary without problems (2.5) Responds to questions using varied and descriptive vocabulary and language structures (2.5)	Pronunciation is understandable, but there are slight errors (2.25) Speech is connected but frequently disrupted by search for correct form of expression (2.25) Uses some topic related vocabulary sufficient to communicate ideas (2.25) Responds to questions using simple but accurate vocabulary and language structures (2.25)	Pronunciation is understandable most of the time, marked native accent and many errors (2) Speaks with simple sentences, sometimes not connected, but is understood (2) Uses basic vocabulary to communicate ideas (2) Partly responds to simple questions, with limited vocabulary and language structures (2)	Pronunciation makes language very difficult to understand (1) Uses one-word/two-word utterances (1) Unable to communicate ideas due to lack of vocabulary (1) Uses isolated words or sentence fragments to respond to questions (1)
5	Respuesta a los cuestionamientos de los evaluadores	Clara y satisfactoria	Clara y parcialmente satisfactoria	Clara e insuficiente	Confusa e insuficiente
5	Autorización de tesina en tiempo y forma	Presenta en tiempo y forma	Presenta en tiempo y forma con la mayoría de requerimientos solicitados	Presenta en tiempo y con algunas limitantes de los requerimientos solicitados.	Presenta fuera de tiempo y con los mínimos requerimientos solicitados.

 Dr. Marco Aurelio Nuño Maganda
 ASESOR INSTITUCIONAL

 Dr. Hiram Herrera Rivas
 EVALUADOR

EVALUADOR DE INGLÉS



REGISTRO DE EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN DE ESTADÍA

Siendo las 10:00 horas del día 11 de Agosto de 2021, el alumno **Jose Manuel Alonso Cepeda**, del programa académico **Ingeniería en Tecnologías de la Información**, con matrícula **1730505**, presentó la exposición de la estadía realizada durante el cuatrimestre **Mayo-agosto 2025**, en la **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (CINVESTAV) UNIDAD TAMAULIPAS**, con el proyecto titulado **Diseño e implementación de un middleware para la interoperabilidad entre la plataforma Nez y el concentrador de servicios Jub.**

Una vez concluido el proceso de evaluación, y con base a la rúbrica establecida para éste propósito, se determina que la calificación de la estadía es _____.

Dr. Marco Aurelio Nuño Maganda
ASESOR INSTITUCIONAL

Dr. Hiram Herrera Rivas
EVALUADOR

EVALUADOR DE INGLÉS

Agradecimientos

Resumen

El avance de la ciencia de datos y el aprendizaje profundo depende críticamente de la capacidad para integrar sistemas de software heterogéneos y especializados. Plataformas como *Nez*, un *framework* para el procesamiento de datos a gran escala basado en el modelo *PuzzleMesh*, y *Jub*, un concentrador de servicios para el monitoreo de fenómenos atmosféricos, ofrecen capacidades potentes pero operan en silos aislados, limitando su potencial sinérgico. Este trabajo aborda el desafío de la interoperabilidad entre estos dos sistemas mediante el diseño e implementación de un *middleware* de acoplamiento ligero.

La solución propuesta se basa en una arquitectura de API *RESTful*, que actúa como un puente de comunicación estandarizado, permitiendo que *Jub* invoque los servicios de procesamiento avanzado de *Nez* de manera transparente y eficiente. El *middleware* implementado no solo facilita el intercambio de datos y procesos en tiempo real, sino que también establece las bases para la creación de una malla de servicios de ciencia de datos unificada, gestionando las operaciones de almacenamiento a través del cliente *MictlanX*.

El prototipo fue desarrollado utilizando el *framework* *FastAPI* de Python, seleccionado por su alto rendimiento y sus capacidades para la rápida creación de APIs robustas. La validación del sistema se realizó a través de un caso de uso de procesamiento de imágenes, demostrando la viabilidad y eficacia del *middleware* como catalizador para la integración de sistemas complejos en entornos de investigación científica.

Palabras clave: Middleware, Interoperabilidad, Malla de Servicios, API REST, FastAPI, Nez, Jub, Sistemas Distribuidos.

Summary

The advancement of data science and deep learning critically depends on the ability to integrate heterogeneous and specialized software systems. Platforms such as *Nez*, a framework for large-scale data processing based on the *PuzzleMesh* model, and *Jub*, a service hub for monitoring atmospheric phenomena, offer powerful capabilities but operate in isolated silos, limiting their synergistic potential. This work addresses the challenge of interoperability between these two systems through the design and implementation of a lightweight *middleware*.

The proposed solution is based on a RESTful API architecture, which acts as a standardized communication bridge, allowing *Jub* to invoke *Nez*'s advanced processing services transparently and efficiently. The implemented *middleware* not only facilitates the real-time exchange of data and processes but also lays the foundation for creating a unified data science service mesh, managing storage operations through the *MictlanX* client.

The prototype was developed using the Python *FastAPI* framework, chosen for its high performance and its capabilities for the rapid creation of robust APIs. The system's validation was conducted through an image processing use case, demonstrating the feasibility and effectiveness of the *middleware* as a catalyst for integrating complex systems in scientific research environments.

Keywords: Middleware, Interoperability, Service Mesh, REST API, FastAPI, Nez, Jub, Distributed Systems.

Índice

Agradecimientos	VII
Resumen	VIII
Summary	IX
Índice	X
1. Introducción	1
1.1. Definición del problema y justificación del proyecto	1
1.2. Objetivo General	1
1.3. Objetivos Particulares	2
1.4. Alcances y limitaciones del Proyecto	2
1.5. Organización del Documento de Tesina	2
2. Marco Teórico	4
2.1. Arquitecturas Orientadas a Microservicios y Mallas de Servicios (Service Mesh)	4
2.2. El Modelo Conceptual de PuzzleMesh	4
2.2.1. La Pieza de Software (P): Unidad Fundamental de Procesamiento	4
2.2.2. El Rompecabezas (R): Composición de Fluxos de Trabajo	4
2.2.3. El Metarompecabezas (Ω): Habilitando Fluxos de Datos Inter-Sistemas	5
2.2.4. La Malla de Servicios (Ψ) en PuzzleMesh	5
2.3. Middleware como Catalizador de la Interoperabilidad en Sistemas Distribuidos	5
2.4. Plataformas Involucradas	5
2.5. Aprendizaje Profundo como Servicio en el Procesamiento de Imágenes y Señales	6
Índice de figuras	7
Índice de cuadros	8
Índice de algoritmos	9

1. Introducción

La ciencia de datos moderna depende de la integración de sistemas de software especializados. Este trabajo aborda la creación de un puente de comunicación, un *middleware*, para conectar dos plataformas tecnológicas clave del CINVESTAV, permitiendo así la creación de una malla de servicios unificada para el análisis avanzado de datos.

1.1. Definición del problema y justificación del proyecto

La evolución de la ciencia de datos se basa en la integración de un ecosistema tecnológico diverso que incluye *big data*, cómputo en la nube y aprendizaje profundo. Sin embargo, esta especialización a menudo conduce a la creación de “silos de datos y procesamiento”, donde sistemas de software potentes, diseñados para tareas específicas, operan de forma aislada. Esta falta de comunicación impide la colaboración y limita el potencial sinérgico que podría surgir de su integración, convirtiéndose en un desafío técnico significativo que requiere soluciones para abstraer la complejidad y facilitar un flujo de información cohesivo.

En el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) Unidad Tamaulipas, este desafío se manifiesta en dos plataformas clave. Por un lado, *Nez*, un *framework* para el procesamiento de datos a gran escala que implementa el innovador modelo arquitectónico *PuzzleMesh*, validado en dominios como el análisis de tomografías y el procesamiento de imágenes satelitales. Por otro lado, *Jub*, un concentrador y distribuidor de datos especializado en el monitoreo de fenómenos atmosféricos. Un tercer componente, *MictlanX*, gestiona las operaciones de almacenamiento en el ecosistema.

El problema central es que, a pesar de sus capacidades complementarias, *Nez* y *Jub* carecen de un mecanismo de comunicación nativo y estandarizado. Esta ausencia de interoperabilidad representa una barrera significativa: los usuarios de *Jub* no pueden aprovechar las potentes capacidades de análisis y aprendizaje profundo de *Nez*, y este último no puede ser alimentado de forma automatizada con los flujos de datos gestionados por *Jub*. Este aislamiento tecnológico impide la formación de una malla de servicios de ciencia de datos cohesiva y eficiente.

La justificación de este proyecto reside en la necesidad de romper estos silos. El desarrollo de un *middleware* como puente de comunicación estandarizado permitirá la integración transparente de ambas plataformas, desbloqueando nuevas posibilidades de investigación al combinar el análisis de datos atmosféricos con el procesamiento avanzado de imágenes. Este trabajo es un paso fundamental hacia la creación de una malla de servicios unificada, escalable y eficiente, maximizando el valor de los activos tecnológicos existentes en la institución.

1.2. Objetivo General

Diseñar e implementar un *middleware* de acoplamiento ligero que permita la interoperabilidad entre la plataforma *Nez* y el concentrador de servicios *Jub*, habilitando la creación de una malla de servicios de ciencia de datos y aprendizaje profundo.

1.3. Objetivos Particulares

- Diseñar la arquitectura del *middleware* para permitir la comunicación eficiente entre las plataformas *Nez* y *Jub*.
- Implementar el *middleware* para lograr un acoplamiento ligero que habilite el intercambio de datos y procesos en tiempo real.
- Integrar servicios de procesamiento distribuido de datos e imágenes mediante algoritmos de aprendizaje profundo.
- Mejorar las interfaces gráficas de usuario existentes para facilitar la gestión y visualización de los datos procesados.
- Elaborar la documentación técnica y los manuales de usuario del sistema para garantizar su correcto uso y mantenimiento futuro.

1.4. Alcances y limitaciones del Proyecto

El alcance de este proyecto se centra en la entrega de un prototipo funcional del *middleware* de interoperabilidad. Este prototipo será capaz de recibir solicitudes de *Jub*, orquestar la ejecución de procesos en *Nez* y gestionar el flujo de resultados. El proyecto incluye la validación de la solución a través de un caso de uso específico de procesamiento de imágenes, así como mejoras a la interfaz de usuario de *Jub* para integrar esta nueva funcionalidad.

El proyecto presenta las siguientes limitaciones:

- El prototipo se valida con un conjunto limitado de casos de uso, no abarcando la totalidad de las capacidades de *Nez* y *Jub*.
- El manejo de errores se limita a la notificación de fallos, sin implementar mecanismos avanzados de reintentos automáticos o *circuit breaking*.
- La solución no incluye una integración completa con herramientas de monitoreo y observabilidad de nivel de producción como *Prometheus* o *Grafana*.
- El modelo de consulta de estado de los trabajos de procesamiento se basa en sondeo (*polling*) por parte del cliente, en lugar de un sistema de notificaciones proactivas (*webhooks*).

1.5. Organización del Documento de Tesina

Este documento se organiza en seis capítulos para presentar de manera clara y estructurada el desarrollo del proyecto. El Capítulo 2 establece el Marco Teórico, donde se definen conceptos fundamentales como mallas de servicios, *middleware* e interoperabilidad, y se describen las tecnologías involucradas, incluyendo el modelo *PuzzleMesh*. El Capítulo 3 se dedica al Diseño Arquitectónico del *middleware*, detallando los requisitos, las decisiones de diseño como la

elección de una API REST, y la especificación de la interfaz. El Capítulo 4 describe la Implementación del prototipo, abarcando la selección del *stack* tecnológico, la estructura del código y las estrategias de contenerización con *Docker*. En el Capítulo 5 se presentan las Pruebas y Validación, donde se detalla el escenario de prueba, los resultados de las pruebas de integración y el análisis de rendimiento. Finalmente, el Capítulo 6 expone las Conclusiones y el Trabajo Futuro, resumiendo las contribuciones del proyecto y delineando posibles líneas de investigación y desarrollo.

2. Marco Teórico

Este capítulo establece el marco conceptual y tecnológico sobre el cual se fundamenta el proyecto. Se definen los principios de arquitecturas de software modernas, se formaliza el modelo PuzzleMesh, se introduce el rol del middleware como catalizador de la interoperabilidad y se describen las plataformas tecnológicas involucradas.

2.1. Arquitecturas Orientadas a Microservicios y Mallas de Servicios (Service Mesh)

Las arquitecturas de microservicios estructuran una aplicación como una colección de servicios pequeños, autónomos y débilmente acoplados. Para gestionar la complejidad en la comunicación entre estos servicios, ha surgido el concepto de Malla de Servicios (Service Mesh). Una malla de servicios es una capa de infraestructura de software dedicada que facilita la comunicación entre microservicios en una arquitectura distribuida. Actúa como un intermediario que gestiona el tráfico de red, proporcionando funcionalidades críticas como el descubrimiento de servicios, el balanceo de carga, la encriptación, la observabilidad y la resiliencia. Su arquitectura se compone de un **Plano de Datos**, formado por proxies ligeros (sidecars) que interceptan el tráfico, y un **Plano de Control**, que administra y configura dichos proxies para aplicar políticas de enrutamiento y seguridad.

2.2. El Modelo Conceptual de PuzzleMesh

El modelo PuzzleMesh es un marco formal para construir estructuras de procesamiento agnósticas a la infraestructura, utilizando una metáfora de rompecabezas. Este modelo se alinea con los principios de las mallas de servicios al promover la modularidad y la gestión centralizada de componentes reutilizables.

2.2.1. La Pieza de Software (P): Unidad Fundamental de Procesamiento

La unidad básica es la Pieza de Software (P), un artefacto autocontenido que encapsula una aplicación con todos sus componentes necesarios para su despliegue y ejecución. Una pieza funciona como una «caja negra» con capas definidas para el acceso, interfaces de entrada/salida (E/S), la aplicación, metadatos y dependencias.

2.2.2. El Rompecabezas (R): Composición de Flujos de Trabajo

Un Rompecabezas (R) es una estructura de procesamiento creada al unir un conjunto de Piezas. El orden de ejecución y el flujo de datos se definen mediante un **Grafo Acíclico Dirigido (DAG)**, donde los nodos son las piezas y los vértices representan las dependencias de datos entre ellas. Un rompecabezas representa un flujo de trabajo completo, como un pipeline de procesamiento de datos.

2.2.3. El Metarompecabezas (Ω): Habilitando Fluxos de Datos Inter-Sistemas

PuzzleMesh introduce el concepto de Metarompecabezas (Ω) al encadenar múltiples rompecabezas. Esto permite la creación de fluxos de datos complejos que pueden abarcar diferentes departamentos o incluso distintas organizaciones (fluxos interinstitucionales).

2.2.4. La Malla de Servicios (Ψ) en PuzzleMesh

Finalmente, todas las Piezas, Rompecabezas y Metarompecabezas se incorporan en una Malla de Servicios (Ψ). En este contexto, la malla actúa como un repositorio o catálogo centralizado desde el cual las organizaciones pueden seleccionar, componer y reutilizar estos bloques de construcción para crear nuevos servicios.

2.3. Middleware como Catalizador de la Interoperabilidad en Sistemas Distribuidos

El objetivo central de este proyecto es lograr la interoperabilidad entre Nez y Jub, meta que se alcanza a través de un middleware. El middleware es una capa de software que se sitúa entre diferentes aplicaciones, funcionando como un puente o una «capa de traducción oculta» para facilitar su comunicación y el intercambio de datos. Su función es abstraer la complejidad de la comunicación en un entorno distribuido.

La interoperabilidad es la capacidad de dos o más sistemas de intercambiar información y utilizarla de manera efectiva. Se distinguen varios niveles, desde el **fundacional** (intercambio básico de datos) hasta el **semántico** (comprensión compartida del significado de los datos). El middleware es el mecanismo técnico que permite alcanzar la interoperabilidad, proporcionando servicios estandarizados como la transformación de datos y el enrutamiento de mensajes.

2.4. Plataformas Involucradas

El ecosistema del proyecto se compone de tres plataformas desarrolladas en el **CINVESTAV Tamaulipas**:

- **Nez:** Es el framework para el procesamiento de datos a gran escala que implementa el modelo conceptual de PuzzleMesh. Ha sido utilizado con éxito en dominios como el análisis de imágenes de tomografía y la observación de la Tierra.
- **Jub:** Es un concentrador y distribuidor de datos diseñado para el monitoreo de fenómenos atmosféricos, actuando como un gestor de datos y punto de acceso para servicios de ciencia de datos.
- **MictlanX:** Es la plataforma designada para gestionar las operaciones de almacenamiento dentro del ecosistema integrado, manejando la persistencia de los datos que fluyen entre Jub y Nez.

2.5. Aprendizaje Profundo como Servicio en el Procesamiento de Imágenes y Señales

La motivación final para integrar estas plataformas es habilitar el uso de algoritmos avanzados de Aprendizaje Profundo (*Deep Learning*). Este subcampo del aprendizaje automático utiliza redes neuronales con múltiples capas para aprender representaciones de datos con altos niveles de abstracción. Esta tecnología es altamente eficaz en el reconocimiento de patrones complejos, especialmente en el procesamiento de imágenes y señales. La integración de Nez y Jub a través del middleware permitirá ofrecer estas capacidades como un servicio (*Deep Learning as a Service – DLaaS*), donde los usuarios de Jub pueden solicitar análisis complejos que se ejecutarán en la infraestructura de alto rendimiento de Nez.

Índice de figuras

Índice de cuadros

Índice de algoritmos