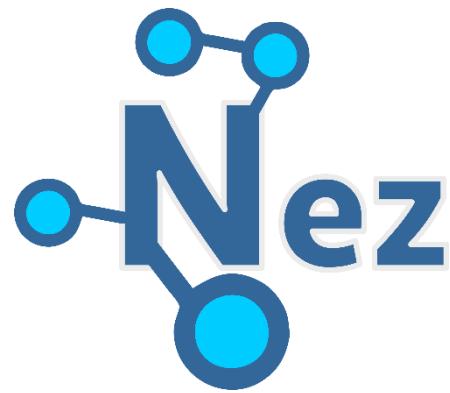


Nez

Servicios de construcción de sistemas
de e-Salud



Entregable 1
Proyecto **41756**

Dr. José Luis González Campeán

Profesor-Investigador, Cinvestav Tamaulipas

*Plataforma tecnológica para la gestión, aseguramiento,
intercambio y preservación de grandes volúmenes de datos en
salud y construcción de un repositorio nacional de servicios de
análisis de datos de salud.*

1. Resumen Ejecutivo

El presente reporte describe el entregable 1 del Proyecto Número 41756 llamado Nez¹: un servicio para la construcción de sistemas de e-salud. Este servicio permite a personal de departamentos de tecnologías de la información del sector salud, profesionales de la salud y tomadores de decisiones crear y poner en marcha sistemas eficientes de e-salud intrainstitucionales (departamentos del mismo hospital) e interinstitucionales (múltiples hospitales) para gestionar, intercambiar, procesar, analizar y preservar grandes volúmenes de datos en salud, imagenología y datos producidos por dispositivos médicos. Nez, permite a usuarios, sin conocimientos de programación ni tecnología, crear sistemas de e-salud en minutos (4,9 veces más rápidos que soluciones disponibles en literatura) que se pueden usar en la nube o instalar en cualquier computador sin licencias, evitando dependencia tecnología con proveedores de servicios.

En este reporte también se presentan los contenidos desarrollados con propósito de difusión, así como la documentación técnico-científica de los productos conseguidos por Nez en el contexto del proyecto ProNacEs Número 41756 y que se enlistan a continuación:

- **Comprometidos en CAR**
 - Un esquema de bloques de construcción de flujos de trabajo y servicios de e-Salud basado en mapas de microservicios y nanoservicios.
 - Un esquema de construcción de cripto-contenedores de datos y cripto-contenedores de aplicaciones.
 - Un esquema de despliegue de e-Servicios independientes de la infraestructura.
 - Reporte técnico.
- **No Comprometidos en CAR**
 - Servicio de descubrimiento, indexación y monitoreo de cripto contenedores de sistemas de e-salud.
 - Carta de intención para transferir a Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica
 - Posible transferencia a Instituto Nacional Psiquiatría.
 - Colaboración con proyecto Pronaces 48901.

1.1. Productos científicos

La Figura 1 muestra el resumen de los productos de Nez. En él se encuentran el estado de cada uno de los productos (comprometido y no comprometido, así como un resumen de su estado).

Entregable	ID	Producto	Estado					Etapas		Comprometido	NMT	
			Diseño	En desarrollo	En Evaluación	Prototipado	En Producción	1	2			
Nez	Muyal Nez P1	Un esquema de bloques de construcción de flujos de trabajo y servicios de e Salud basado en mapas de microservicios y nanoservicios.	*	*	*	*			✓		Si	6
	Muyal Nez P2	Un esquema de construcción de cripto contenedores de datos y cripto contenedores de aplicaciones.	*	*	*	*			✓		Si	5
	Muyal Nez P3	Un esquema de despliegue de e Servicios independientes de la infraestructura.	*	*	*	*			✓		Si	6
	Muyal Nez P4	Servicio de descubrimiento, indexación y monitoreo de cripto contenedores de sistemas de e salud	*	*	*	*			✓		No	5

Simbología	
*	Terminado
X	En proceso
NMT	Nivel de Madures Tecnológica

Figura 1. Resumen y estado de los productos de Nez.

¹ Nombre reducido de **Nezahualcōyotl, arquitecto azteca.**

1.2. Productos académicos²:

A continuación, se listan los productos académicos resultantes durante la primera etapa del proyecto:

- Artículos de investigación de revista:
 - Lopez-Arevalo, I., Gonzalez-Compean, J. L., Hinojosa-Tijerina, M., Martinez-Rendon, C., Montella, R., & Martinez-Rodriguez, J. L. (2021). A wot-based method for creating digital sentinel twins of iot devices. *Sensors*, 21(16), 5531.
 - <https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/233>
 - <https://1drv.ms/b/s!AtMqniYpElvzq40Bd2NuMZVWlab4qw?e=27bi6x>
 - Sanchez-Gallegos, D. D., Gonzalez-Compean, J. L., Carretero, J., Marin, H., Tchernykh, A., & Montella, R. (2022). PuzzleMesh: A puzzle model to build mesh of agnostic services for edge-fog-cloud. *IEEE Transactions on Services Computing*.
 - <https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/269>
 - <https://1drv.ms/b/s!AtMqniYpElvzq40A5To4DDOuyy8hBq?e=geahvt>
- Reportes:
 - Reporte Técnico de Muyal-Nez
 - <https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/278>
 - <https://1drv.ms/b/s!AtMqniYpElvzq45fzUPNPHCKvZtjNQ?e=Bh5J3G>
 - Manual de Usuario
 - <https://1drv.ms/b/s!AtMqniYpElvzq5ECYHAHXKIPb05i0q?e=r7E6tz>
- Infografías:
 - Infografía – público general y técnica.
 - https://1drv.ms/u/s!AtMqniYpElvzq5EO3_bsu7-6hskHMQ?e=uetxOB
- Posters de divulgación:
 - Poster cualitativo y cuantitativo de Nez
 - <https://1drv.ms/u/s!AtMqniYpElvzq5B922RCdJ774P2iNw?e=dpqiZI>
- Tesis de Maestría:
 - Modelado Funcional de Contenedores Virtuales Docker. Hinojosa-Tijerina, M., Gonzalez-Compean, J. L., and Lopez-Arevalo, I. 2021.
 - <https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/119>
 - <https://1drv.ms/b/s!AtMqniYpElvzq40GSLmGpLB75ilyeq?e=z2hu6m>

2. Nez: servicio para la construcción de sistemas de e-salud³

Nez es un conjunto de servicios que permite a las organizaciones de salud y la comunidad científica crear sistemas de e-Salud agnósticos de la infraestructura para el procesamiento y manejo de grandes volúmenes de datos médicos.

Nez permite crear sistemas de e-Salud de forma automática mediante interfaces gráficas y sin tener conocimientos avanzados de programación. Dichos sistemas de e-Salud se crean mediante el encadenamiento de dos o más aplicaciones para el procesamiento y manejo de datos médicos. Además, los servicios de e-Salud pueden ser manejados internamente por una organización (servicio de e-Salud intra-institucional) o por múltiples organizaciones (servicio de e-Salud inter-institucional).

Nez incluye los siguientes productos:

1. Un esquema de construcción de cripto-contenedores de datos y cripto-contenedores de aplicaciones.
2. Un esquema de despliegue de e-Servicios independientes de la infraestructura.
3. Un esquema de bloques de construcción de flujos de trabajo y servicios de e-Salud basado en mapas de microservicios y nanoservicios.

La Figura 2 muestra el proceso de construcción automática de sistemas de e-salud utilizando el esquema de construcción de flujos de trabajo y servicios de e-salud desarrollado como parte del presente proyecto. El proceso

² Para acceder a la carpeta compartida de Muyal-Nez, dar clic [aquí](#).

³ Visita la página web del proyecto en el siguiente enlace: <http://www.adaptivez.org.mx/e-SaludData/>

de construcción de sistemas de e-salud se compone de tres etapas principales, las cuales se encuentran ilustradas en la Figura 2. Estas etapas son: creación de bloques de construcción, diseño de la estructura de procesamiento, y despliegue de la estructura.

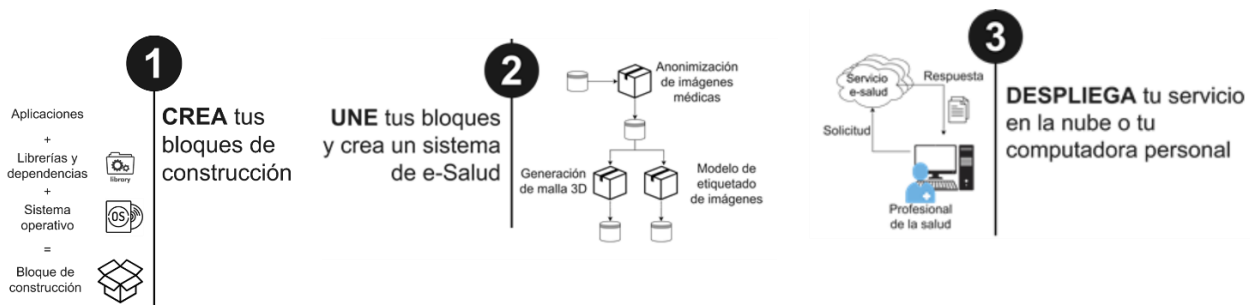


Figura 2. Construcción automática de sistemas e-salud.

Por otro lado, la Figura 3 muestra los principales componentes del servicio de descubrimiento, indexamiento y monitoreo de cripto-contenedores de los sistemas de e-salud. Este servicio obtiene una representación de un contenedor virtual Docker que puede ser consumida por usuarios diversos (humanos, dispositivos IoT, aplicaciones, contenedores virtuales, etc.) y que sirve como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones en la gestión de los contenedores virtuales.

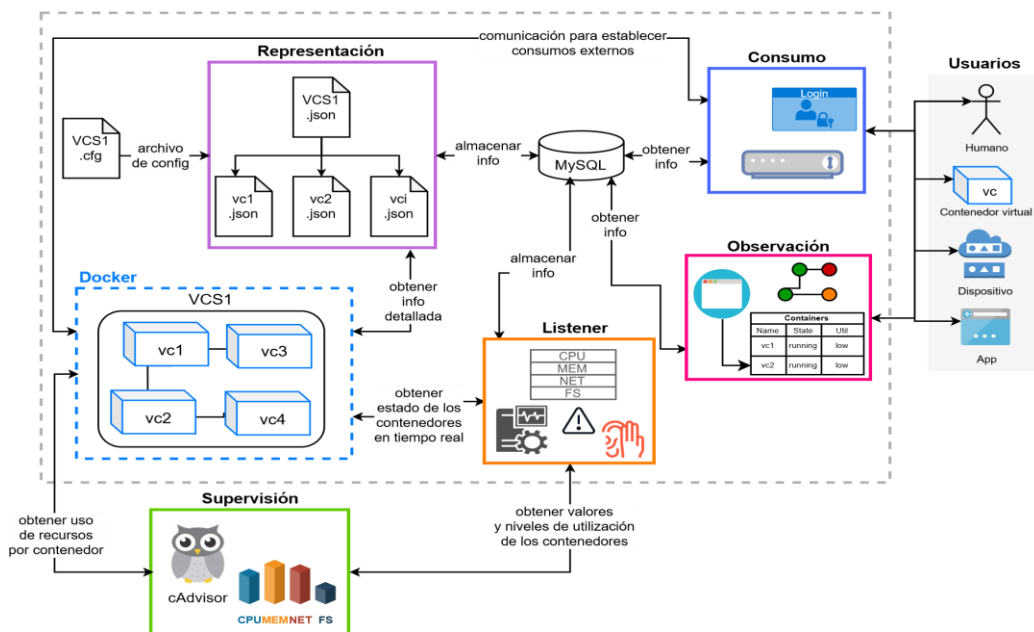


Figura 3. Componentes del prototipo.

En Nez, dos tipos de sistemas de e-salud pueden ser desplegados: intra-institucionales e inter-institucionales. Los sistemas de e-salud intra-institucionales son aquellos que permiten a las instituciones y organizaciones de salud procesar e intercambiar datos entre profesionales de la salud y departamentos dentro de la organización u hospital. Por ejemplo, en la Figura 4 se muestra un ejemplo de un sistema de e-salud intra-institucional.

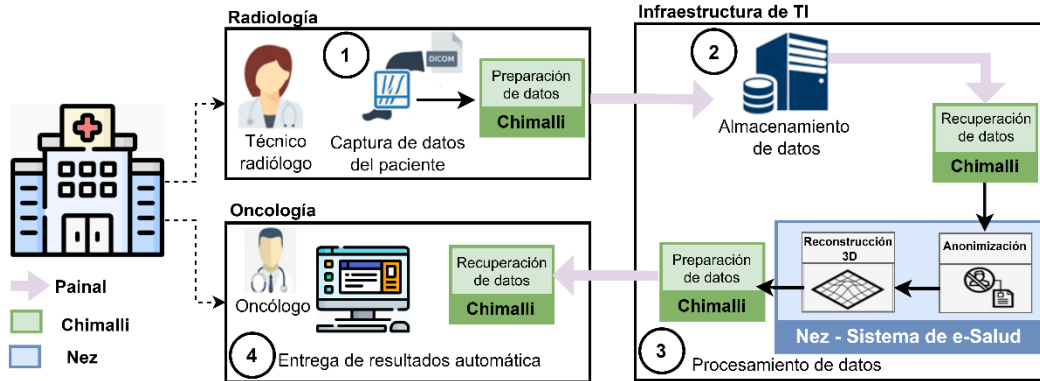


Figura 4. Ejemplo de un sistema de e-salud intra-institucional.

Mientras que, los sistemas de e-salud inter-institucional son creados para compartir datos entre diferentes instituciones, organizaciones u hospitales. En este tipo de sistemas, los datos son distribuidos utilizando una red segura de distribución de contenidos, la cual automáticamente distribuye los datos a los participantes de las organizaciones que tenga autorización para acceder a los datos. La Figura 5 muestra un ejemplo de un sistema inter-institucional creado utilizando el servicio de Nez.

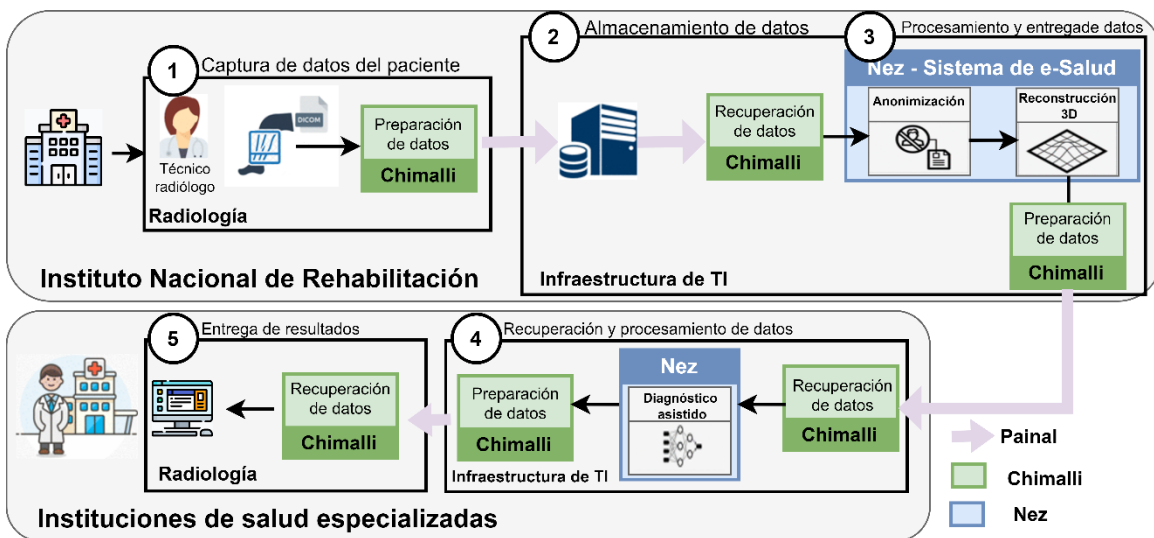


Figura 5. Ejemplo de un sistema de e-salud inter-institucional.

Importante: Para más información acerca de “Nez: servicio para la construcción de sistemas de e-salud”, ver el reporte técnico [“Nez: servicios de construcción de sistemas de e-salud”](#).