

Taller de Sistemas Empresariales

Laboratorio 2021

Instituto de Computación - Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

1. Motivación

La pandemia del Coronavirus está afectando a la población de Uruguay desde hace ya más de un año. Este evento a nivel mundial, que únicamente en nuestro país ha tenido un impacto de manera directa en más de 60.000 personas¹ y de manera indirecta en toda la población, ha afectado no solamente la situación sanitaria, sino también la económica y social.

Considerando que este tipo de situaciones puede repetirse en un futuro con otras enfermedades, se están desarrollando soluciones enfocadas en su seguimiento y control. En particular, es de interés abordar una etapa muy importante de este ciclo que es la inoculación de la población, por ejemplo, mediante la aplicación de vacunas.

Los procesos de vacunación ante una enfermedad pandémica, tienen en general dos características principales: la masividad y la urgencia. Es importante que la mayor parte de la población se vacune para que se haga efectiva la «inmunidad de rebaño» y que esto se realice a la brevedad para seguir evitando los costos (en todos los sentidos) asociados a la situación. De esta manera se espera que un manejo efectivo de este proceso permita volver a una situación similar a la que existía previo a la pandemia de la manera más rápida posible.

Sin embargo el proceso de vacunación no es sencillo debido a varios factores, como la variedad de vacunas en el mercado que pueden existir para una enfermedad, el acceso a estas vacunas, la logística para la distribución de las mismas y la necesidad de brindar transparencia en el proceso a toda la población. En este contexto surge la necesidad de contar con una plataforma informática que permita realizar la gestión de este proceso de manera efectiva.

Esta plataforma busca cubrir diferentes aspectos, teniendo como premisa que su existencia agilice y bajo ningún concepto se convierta en una traba para un rápido proceso de vacunación. Por esta razón, se busca que la plataforma sea ágil y que permita la independencia de ciertos componentes para brindar resiliencia al proceso, incluso ante posibles fallas en la plataforma.

¹<https://sinae.gub.uy>

Los principales cometidos de la plataforma son:

- manejar la logística de distribución de las dosis de vacunas que se disponibilicen en el país con la mayor celeridad y seguridad posible
- permitir a la población general agendarse para el acto vacunal
- permitir el manejo de planes de vacunación divididos en diferentes etapas (p. ej. según edad, población objetivo, plazos de vacunación)
- manejar el registro y agenda de los vacunados por parte de los vacunatorios de manera autónoma
- permitir la consulta de las personas vacunadas y manejar la constancia digital de la vacuna
- brindar información gerencial a autoridades (p. ej. del MSP) respecto al funcionamiento de los planes de vacunación
- brindar a la población transparencia respecto a la marcha de todo el proceso de vacunación

Para cumplir con estos cometidos se apunta a que la plataforma a desarrollar se apoye en diferentes soluciones existentes:

- la plataforma Salud.uy, que brinda soporte a la Historia Clínica Electrónica Nacional (HCEN)² y a través de la cual se puede acceder a servicios ofrecidos por actores vinculados al área de la salud
- servicios ofrecidos por organismos públicos a través de la Plataforma de Interoperabilidad (PDI)³ puesta en marcha por la Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y Conocimiento (p. ej. Servicio Básico de Información⁴) que brindan acceso a información de trámites, personas y entidades (p. ej. información de cédulas de identidad)
- sistemas de socios logísticos que permiten el seguimiento de la entrega y distribución de insumos (p. ej. dosis de vacunas, jeringas) en todo el territorio nacional
- sistemas existentes en vacunatorios que permiten la gestión de su operativa (p. ej. agenda, stock, etc)

²<https://centroderrecursos.agesic.gub.uy/web/arquitectura-salud.uy>

³<https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/tematica/catalogo-plataforma-interoperabilidad>

⁴<https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/politicas-y-gestion/servicio-basico-informacion>

2. Descripción General

Como se puede observar en la Figura 1, la solución **vacunas.uy** cuenta con un componente central y un componente móvil, e interactúa con nodos periféricos y externos. Estos elementos permiten brindar funcionalidades a cuatro tipos de usuarios: ciudadanos, vacunadores, autoridades y administradores.

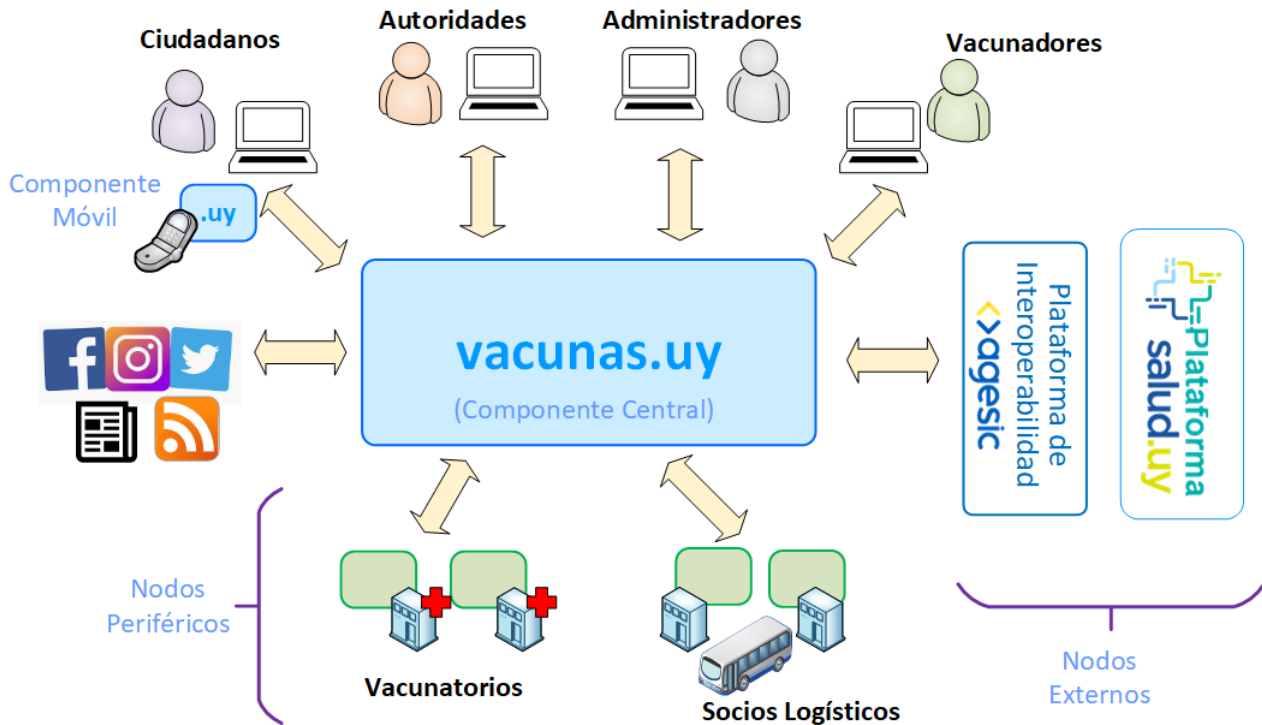


Figura 1: Descripción General de Vacunas.uy

Las funcionalidades que la plataforma brinda a los **ciudadanos** están disponibles a través de un *frontoffice* Web (componente central) y de un componente (i.e. aplicación) móvil. Mediante el *frontoffice* el usuario puede obtener información de la ejecución del plan de vacunación (p. ej. cantidad de actos vacunales por departamento), gestionar su agenda de vacunación (p. ej. realizar la reserva, consultarla o cancelarla) y consultar los vacunatorios disponibles (incluyendo su ubicación). Por otro lado, la aplicación móvil brinda notificaciones al ciudadano y la posibilidad de obtener el «certificado de vacunación», que debe incluir todas las dosis de vacunas que el ciudadano haya recibido, así como períodos de inmunidad asociados.

Las funcionalidades que la plataforma brinda a los **vacunadores** están disponibles a través de un *frontoffice* Web (componente central) mediante el cual los vacunadores pueden obtener información de su agenda de vacunación (p. ej. vacunatorio y puesto de vacunación al que fue asignado).

Las funcionalidades que la plataforma brinda a las **autoridades** están disponibles a través de un *backoffice* Web (componente central), mediante el cual las autoridades pueden coordinar el envío de dosis a los vacunatorios, realizar la asignación de vacunadores, etc. Por otro lado, estos usuarios son los encargados de definir los planes de vacunación, las agendas disponibles para dichos planes y cuáles son las personas habilitadas en cada agenda, de manera de poder manejar las diferentes etapas de los planes de vacunación así como sus tiempos. Las autoridades tienen también acceso a diferentes reportes acerca de la vacunación, stock de dosis, etc. Esto apunta a brindar datos para una toma de decisiones permanente e informada.

Las funcionalidades que la plataforma brinda a los **administradores** están disponibles a través de un *backoffice* Web (componente central), mediante el cual los administradores pueden gestionar usuarios, roles y nodos periféricos (i.e. vacunatorios, socios logísticos).

Por otro lado, los nodos periféricos / externos brindan componentes sobre los cuales se apoya la plataforma *vacunas.uy* para cumplir con sus cometidos.

El componente en los nodos de socios logísticos (i.e. empresas de transporte) permite obtener información de rastreo del transporte de las vacunas, el cual se realiza por los socios a través de sus propios sistemas. Este componente debe enviar al componente central, de manera periódica o bajo demanda, los eventos clave de los envíos, como la recepción de lotes de dosis de vacunas por parte del transportista y la entrega del lote al vacunatorio destino. Además, se pueden utilizar dispositivos del tipo IOT⁵ en los lotes de dosis, que pueden generar eventos adicionales en tiempo real y que también deben poder ser obtenidos a través del componente en los nodos periféricos.

El componente en los nodos de vacunatorios brinda independencia de problemas que puedan ocurrir en el componente central (p. ej. cortes de comunicación, saturación del componente), de forma tal que sus actividades no se vean interrumpidas. Este componente brinda información (periódica o a demanda) vinculada al suministro de dosis y asignación de vacunadores a puestos de vacunación.

Por último, el nodo externo PDI representa a la Plataforma de Interoperabilidad que brinda acceso a distintos servicios ofrecidos por organismos públicos, así como por actores del área de la salud mediante la plataforma *Salud.uy*.

⁵Internet de las cosas

3. Requerimientos Funcionales

3.1. Funcionalidades Ciudadanos - Frontoffice (público)

Las funcionalidades públicas del *frontoffice* para ciudadanos son:

1. Autenticación mediante Usuario gub.uy⁶.
2. Monitor de vacunación⁷ permitiendo filtrar por enfermedad, vacuna y plan de vacunación.
3. Listado de agendas abiertas actualmente y próximas a abrirse.

3.2. Funcionalidades Ciudadanos - Frontoffice

Además de las funcionalidades públicas, las funcionalidades que debe proveer el *frontoffice* para ciudadanos autenticados son:

1. Perfil de ciudadano. La primera vez que un ciudadano se autentica debe especificar / confirmar su email y número de cédula. El número de cédula permitirá obtener otros datos (ver Sección 3.7.1).
2. Gestión de agenda de vacunación. El ciudadano debe poder realizar reservas, consultarlas y cancelarlas, considerando las reglas establecidas en los planes de vacunación⁸.
3. Compartir vacunación en redes sociales. Una vez que el ciudadano se haya vacunado, debe poder compartirlo en redes sociales.

3.3. Funcionalidades Ciudadanos - Componente Móvil

Las funcionalidades del componente móvil para los ciudadanos son:

1. Autenticación mediante Usuario gub.uy.
2. Obtener certificado de vacunación. El certificado de vacunación debe incluir todas las dosis de vacunas que el ciudadano recibió, así como los períodos de inmunidad asociados. Estas vacunas deben poderse mostrar relacionadas con la enfermedad que inmunizan.
3. Recibir recordatorios de reservas para vacunarse (p. ej. el día antes).
4. Visualizar vacunatorios más cercanos de acuerdo a la ubicación del ciudadano.

⁶<https://centroderrecursos.agesic.gub.uy/web/seguridad/wiki/-/wiki/Main/ID+Uruguay+-+Integraci%C3%B3n+con+OpenID+Connect>

⁷<https://monitor.uruguaysevacuna.gub.uy/>

⁸si una vacuna requiere más de una dosis se debe contemplar en la reserva y cancelación

3.4. Funcionalidades Vacunadores - Frontoffice

Las funcionalidades del *frontoffice* para los vacunadores son:

1. Autenticación mediante Usuario gub.uy
2. Consulta de agenda de vacunación, incluyendo información de vacunatorios y puesto de vacunación.
3. Sala de chat para el intercambio y consulta con otros vacunadores.

3.5. Funcionalidades Autoridades - Backoffice

Las funcionalidades del *backoffice* para las autoridades son:

1. Autenticación de usuarios mediante mecanismo interno.
2. Gestión⁹ de enfermedades, vacunas y proveedores de vacunas.
3. Gestión de dosis de vacunas (i.e. recepción, envío a vacunatorios).
4. Gestión de planes de vacunación y agendas. Los planes pueden incluir distintas etapas que consideren edad, población objetivo, etc.
5. Reportes vinculados al stock de dosis de vacunas disponibles tanto globalmente como en los distintos vacunatorios (p. ej. stock actual, evolución de stock en el tiempo). Los reportes deben permitir filtros por enfermedad, vacunas, períodos de tiempo, etc.
6. Reportes vinculados a los actos vacunales (p. ej. evolución en el tiempo, análisis por sexo, edad, población objetivo, etc).

3.6. Funcionalidades Administradores - Backoffice

Las funcionalidades del *backoffice* para los administradores son:

1. Autenticación de usuarios mediante mecanismo interno.
2. Gestión de usuarios y roles.
3. Gestión de nodos periféricos. El componente debe permitir gestionar nodos periféricos (se deberán configurar al menos dos de cada tipo).

⁹alta, baja, modificación, consulta

3.7. Funcionalidades de Integración

Esta sección describe las formas de establecer la integración del componente central de la plataforma **vacunas.uy** con los nodos periféricos y externos.

3.7.1. Integración con Plataforma de Interoperabilidad

La integración entre **vacunas.uy** y la Plataforma de Interoperabilidad (PDI) se da cuando un usuario quiere hacer una reserva de agenda. Esta integración tiene como cometido verificar que el ciudadano cumple con las reglas definidas para realizar dicha reserva.

A modo de ejemplo, el componente central podría consumir el Servicio Básico de Información¹⁰ ofrecido por la Dirección Nacional de Identificación Civil (DNIC) para obtener la fecha de nacimiento del ciudadano y comprobar que está dentro de una determinada franja etaria.

Se espera que el componente central pueda consumir otros servicios de la PDI¹¹ de acuerdo a las reglas establecidas para las distintas etapas del plan de vacunación (p. ej. trabajadores de algún sector como la educación, salud, etc).

3.7.2. Integración con Vacunatorios

La integración con los vacunatorios se da cuando:

- el componente central informa a los vacunatorios qué vacunadores están asignados para determinada fecha
- un vacunador consulta desde el componente central qué puesto de vacunación tiene asignado en un determinado vacunatorio
- el vacunatorio informa periódicamente al componente central las dosis suministradas hasta el momento
- el vacunatorio acceda a la agenda de vacunación para la sesión de vacunación que se inicia

Esta integración requiere que los vacunatorios cuenten con un componente periférico, a través del cual el componente central puede interactuar para intercambiar estos datos.

3.7.3. Integración con Socios Logísticos

La integración con los socios logísticos requiere que cuenten con un componente periférico, que envía eventos al componente central vinculados al transporte de las dosis de vacunas (p. ej. recepción por parte del transportista, entrega de un lote de dosis a un vacunatorio, eventos generados por dispositivos IoT).

¹⁰<https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/politicas-y-gestion/servicio-basico-informacion>

¹¹dado que los servicios de la PDI no están disponibles públicamente, se deben usar servicios que los representan

4. Requerimientos No Funcionales

4.1. Aspectos de Comunicación

1. La comunicación entre el componente central y los nodos externos debe realizarse mediante Web Services SOAP.
2. La comunicación entre el componente móvil y el componente central debe realizarse mediante Web Services REST.
3. La comunicación entre el componente central y los componentes en los nodos periféricos debe realizarse utilizando los mecanismos más adecuados según el caso. Se debe analizar, por ejemplo, si estas interacciones deben ser one-way, request-response, sincrónicos, asincrónicos, etc.
4. La comunicación entre el componente central y los componentes de los nodos periféricos puede verse interrumpida de manera temporal sin que esto implique pérdida de funcionalidad a dichos nodos.

4.2. Aspectos de Seguridad

1. Proteger la contraseña de usuarios utilizando funciones hash con salt en su almacenamiento.
2. Las interacciones del componente central con los componentes periféricos, plataformas y componente móvil deben realizarse de forma segura (p. ej. utilizando HTTPS).
3. Los mecanismos a proveer por vacunas.uy deben respetar la normativa vigente de privacidad de datos, en particular, en el área de la salud¹² ¹³.

4.3. Aspectos de Escalabilidad y Performance

1. Diseñar el sistema para que sea escalable horizontalmente a nivel de servidor Web o servidor de aplicaciones. Para esto se recomienda no guardar estado de ningún tipo de forma local en servidores Web / de aplicación.
2. Identificar situaciones de uso pico de la plataforma y modelar la realidad de uso prevista.
3. Realizar una prueba de performance del sistema siguiendo la realidad planteada con los siguientes objetivos:
 - a) Verificar que los tiempos de respuesta no se degraden a lo largo de la prueba
 - b) Encontrar el punto de quiebre del sistema
 - c) Identificar cuellos de botella que impiden que la aplicación responda de forma aceptable.

¹²<https://centroderrecursos.agesic.gub.uy/web/arquitectura-salud.uy/inicio/-/wiki/Arquitectura+para+Salud/Marco+Jur%C3%ADdico+de+la+Arquitectura+Referencia+para+Salud>

¹³<https://centrodeconocimiento.agesic.gub.uy/web/salud.uy/marco-normativo>

4.4. Aspectos de Cubrimiento con Pruebas

Se apunta a tener un cubrimiento de aproximadamente 80 % de la lógica del sistema con pruebas automatizadas y al menos una prueba por cada servicio. Analizar el impacto que tiene el nivel de cubrimiento logrado en el funcionamiento de la plataforma.

4.5. Aspectos de Ejecución

El componente central debe ejecutarse en la solución Elastic Cloud¹⁴ de ANTEL, para lo cual se entregarán códigos promocionales. Los componentes periféricos deben ejecutarse en otras soluciones Platform as a Service (PaaS) o Infrastructure as a Service (IaaS) que brinden cuentas gratuitas¹⁵.

5. Requerimientos Opcionales

Los grupos de ingeniería deberán realizar al menos tres (3) puntos de requerimientos opcionales, mientras que los del tecnólogo al menos un (1) punto.

1. Funcionalidad en el *frontoffice* que permita coordinar y pagar mediante Paypal (o similar) vacunaciones a domicilio. Se espera que se realice el ciclo completo, por ejemplo, utilizando el sandbox de Paypal- 1 punto
2. Funcionalidad de *chatbot* para responder consultas comunes de usuarios con respecto a la vacunación. - 1 punto
3. Funcionalidad de *chatbot* para la reserva de agenda por parte de los usuarios finales. - 1 punto
4. Utilización de LDAP como mecanismo interno para autenticación de usuarios del nodo central. - 1 punto
5. Utilización de WS-* (p. ej. WS-Addressing, WS-Security). - 1 punto
6. Utilización de una base de datos NoSQL (p. ej: MongoDB) para la persistencia de una parte de los datos del sistema. - 1 punto
7. Firmar digitalmente el registro de los actos vacunales por parte del vacunatorio. - 1 punto
8. Utilizar herramientas orientadas a la calidad del código fuente (p. ej. Sonarqube). - 1 punto
9. Utilizar un sistema de gestión de bases de datos con soporte geoespacial (p. ej. PostGIS¹⁶), para las ubicaciones de los vacunatorios. - 1 punto
10. Integración entre grupos. En particular, el componente central de cada grupo que se integre debe poder interactuar con los componentes periféricos del otro. - 1 punto

¹⁴https://minubeantel.uy/index.php?NAME_PATH=Elastic_Cloud

¹⁵ver <https://education.github.com/pack>

¹⁶<https://postgis.net/>

6. Plazos de Entrega

- Primera Entrega Arquitectura y Diseño: 5 de Abril
- Segunda Entrega Arquitectura y Diseño: 30 de Abril
- Entrega Prototipo Arquitectura: 19 de Mayo
- Entrega Preliminar Artículo Técnico: 24 de Mayo
- Entrega Prototipo Avanzado: 7 de Junio
- Entrega Final: 21 de Junio
- Presentaciones Finales: Semana del 28 de Junio y/o 5 de Julio.

7. Monitoreos

Los monitoreos serán realizados una vez por semana con una presentación del avance del trabajo al docente a cargo. El docente se encargará de realizar los comentarios pertinentes acerca del mismo. En los monitoreos con los grupos se utilizará el concepto de entregable. El mismo puede ser, de acuerdo al momento, una presentación PPT, un documento de avance o un prototipo del producto para revisar.

En todos los monitoreos cada grupo debe traer un entregable, el cual se utilizará como base de discusión. Esto busca promover que los grupos estructuren y organicen sus consultas en torno al trabajo hecho en los días previos. El docente puede solicitar entregables adicionales a los mencionados en Plazos de Entrega.

8. Entrega Final

La entrega final debe constar de:

1. Código fuente de todas las funcionalidades (Gitlab de FING)
2. Archivo de nombre readme con una explicación rápida de parámetros u opciones que considere necesario aclarar. El archivo no debe contener más de una carilla.
3. Documento de Arquitectura y Diseño de la solución.
4. Documento tipo paper con la presentación de la solución, de entre 8 y 12 páginas. (para Ingeniería)
5. Juego de datos de prueba.
6. Pequeño Video de Demo del Sistema.
7. Conjunto de Screenshots del Sistema.